

©Copyright, 2006. Todos os direitos são reservados. Será permitida a reprodução integral ou parcial dos artigos, ocasião em que deverá ser observada a obrigatoriedade de indicação da propriedade dos seus direitos autorais pela INTERFACEHS, com a citação completa da fonte. Em caso de dúvidas, consulte a secretaria: interfacehs@interfacehs.com.br

O FUTURO DA ENERGIA

Oswaldo Lucon

Assessor Técnico do Secretário de Meio Ambiente do Estado de São Paulo. Doutor em Energia (USP), MSc em Clean Technology (University of Newcastle upon Tyne, Reino Unido), Engenheiro Civil (Poli-USP) e Advogado (FD-USP).

RESUMO

O homem do século XXI consome cerca de um milhão de vezes o que consumia o homem primitivo em termos energéticos, especialmente em combustíveis fósseis e particularmente em petróleo. Países desenvolvidos consomem quase cinco vezes mais que os em desenvolvimento por habitante. Há severos impactos decorrentes dessa opção, principalmente as mudanças climáticas e a exaustão das reservas existentes no subsolo. As modernas fontes renováveis de energia (solar, eólica, pequenas hídricas e biomassa) representam uma pequena fração da matriz mundial (2%), mas começam a competir comercialmente com as fontes tradicionais. Energias renováveis são a solução para as questões de desenvolvimento, pois são intrinsecamente duráveis, poluem menos, geram empregos e reduzem a dependência do petróleo. Para acelerar o crescimento dos renováveis é preciso: (1) vencer as resistências dos mercados e eliminar os subsídios às fontes não-renováveis (fósseis e nuclear); (2) subvencionar a entrada de novas tecnologias, reduzindo seus custos; (3) estabelecer políticas mandatórias e progressivas para sua introdução; (4) disseminar as tecnologias para que os países em desenvolvimento as incorporem mais rapidamente sem ter de passar por estágios intermediários e mais poluentes. O Brasil está dando o melhor exemplo em termos de biocombustíveis, e o Programa do Alcool tem todas as condições para ser replicado para outros países.

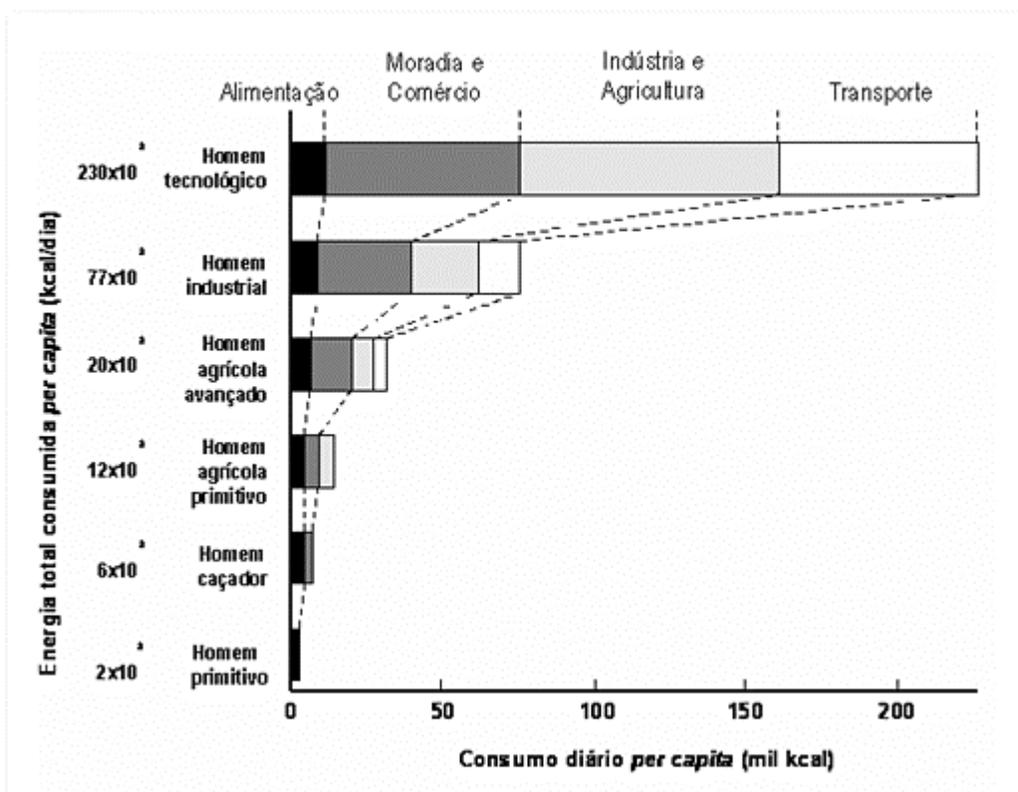
Palavras-chave: energias renováveis; meio ambiente; desenvolvimento sustentável.

INTRODUÇÃO

As necessidades do homem há um milhão de anos relacionavam-se intrinsecamente à sua sobrevivência. O homem precisava de 2 mil quilocalorias (kcal) e as obtinha caçando e coletando seus alimentos. Já há sete mil anos o homem agrícola utilizava a energia de animais de tração, multiplicando por oito sua força. Na época dos romanos, um nobre tinha em média a força de vinte escravos à sua disposição, fora os animais de tração. Na Idade Moderna (1400 d.C.) o homem passou a utilizar as quedas d'água e os ventos para moer trigo e realizar outras tarefas. Pouca energia fóssil era utilizada, basicamente o carvão e o petróleo aflorantes para aquecer ambientes, além de uma limitada siderurgia. O óleo de baleia era considerado melhor que o petróleo para a iluminação. Após a Revolução Industrial (fim do século XIX) o homem desenvolveu a máquina a vapor, multiplicando mais suas capacidades na indústria e no transporte. No século XX, a humanidade aprimorou a máquina a vapor e desenvolveu motores de combustão interna movidos a gasolina e diesel, que são derivados do petróleo. Mais tarde vieram os motores elétricos e a energia nuclear, porém o mundo nunca mais rompeu sua relação de dependência com o petróleo.

A população cresceu e, junto, o consumo de energia. Em 2003, cada um dos 6 bilhões de habitantes do planeta consumiu em média $1,69 \cdot 10^7$ kcal (ou 1,69 tonelada equivalente de petróleo *per capita* no ano), cerca de um milhão de vezes o que consumia o homem primitivo (Figura 1).

Figura 1: Estágios de desenvolvimento e consumo de energia.



As 2 kcal que o homem levava um dia para tentar obter correspondem àquela contida num copo de petróleo. Também podem ser obtidas num lanche de *fast food*. Uma Ferrari com a força de 600 cavalos transporta em geral uma só pessoa.

ENERGIAS RENOVÁVEIS E NÃO-RENOVÁVEIS

A energia que consumimos vem basicamente do sol: calor, ventos, potenciais hidráulicos dos rios pela evaporação e condensação, correntes marinhas. Uma pequena parte é incorporada nos vegetais através da fotossíntese e serve para sustentar toda a cadeia alimentar do planeta. Ao longo de milhões de anos, a matéria orgânica dos seres que pereciam se acumulou no subsolo terrestre, formando as chamadas **fontes fósseis de energia**: petróleo, carvão mineral, gás natural, xisto betuminoso e outros. Alguns elementos químicos presentes na crosta terrestre podem gerar energia nuclear. A reposição das fontes de energia fóssil e nuclear não ocorre no horizonte de tempo de nossa humanidade, portanto essas são consideradas fontes **não-renováveis**.

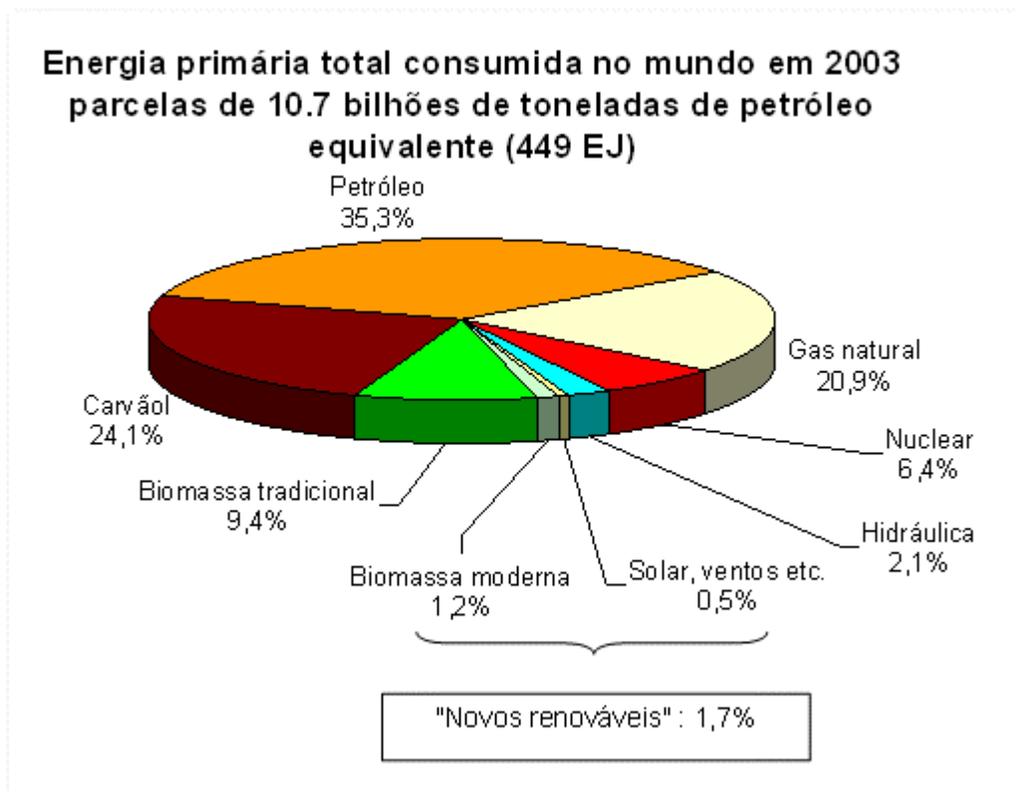
As **fontes renováveis de energia** são repostas imediatamente pela natureza; é o caso dos potenciais hidráulicos, dos ventos (eólicos), das marés e das ondas, a radiação solar e o calor do fundo da Terra (geotermal). A biomassa também é uma fonte renovável de energia e engloba diversas subcategorias, desde as mais tradicionais (como a lenha e os resíduos animais e vegetais) até as mais modernas (como o etanol para automóveis, biodiesel, bagaço de cana para cogeração energética e gás de aterros sanitários, utilizados para a geração de eletricidade).

Algumas formas de conversão de energias renováveis são, portanto, *tradicionais* (caso da lenha catada e queimada em fogueiras primitivas). As fontes modernas são as “convencionais” (como as hidrelétricas, de tecnologia comercialmente madura) e “novas” (que começam a competir comercialmente com as fontes tradicionais: painéis solares fotovoltaicos, aquecedores solares, pequenas centrais hidrelétricas, turbinas eólicas, usinas geotermiais e biomassa “moderna”, como os biocombustíveis para transporte).

CONSUMO MUNDIAL E RESERVAS DE ENERGIA

As fontes fósseis de energia predominam na matriz energética mundial e de todos os países individualmente. Em 2003, o mundo consumiu cerca de 80 por cento de energias fósseis em um total de 10,7 bilhões de toneladas de petróleo equivalente. A principal delas é o petróleo (35 por cento do total), mas as parcelas de carvão (24%) e gás natural (21%) também são bastante significativas. A energia nuclear, também não-renovável, contribuiu com cerca de 6 por cento. As fontes renováveis contribuíram com o restante. Cerca de 9 por cento do total mundial correspondeu à biomassa tradicional, basicamente à lenha queimada de forma primitiva. Apenas 4 por cento da matriz energética mundial foi suprida com a energia hidrelétrica (2%) e com as outras opções “modernas” (2%), como eólica, solar e biocombustíveis.

Figura 2



Cada habitante do planeta consome cerca de 1,7 tonelada de petróleo equivalente por ano, mas de forma muito diferente entre países desenvolvidos e em desenvolvimento, tanto em quantidade como em qualidade. Países desenvolvidos consomem quase cinco vezes mais que os em desenvolvimento por habitante, e muito mais energia fóssil.

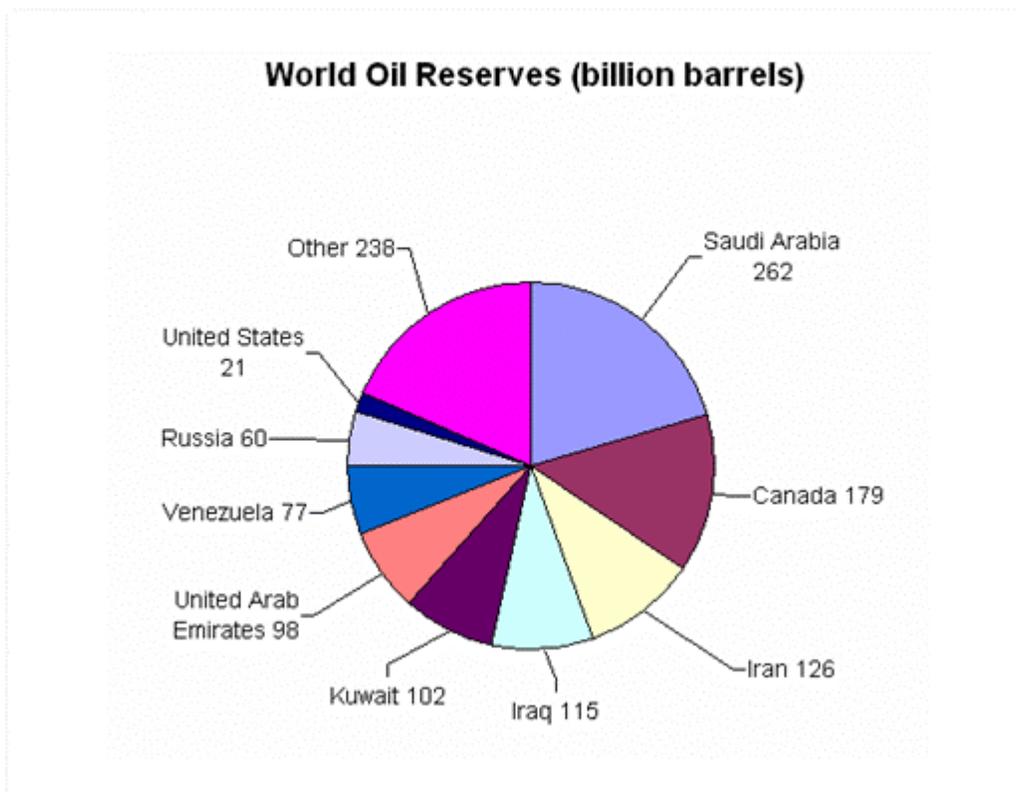
As energias não-renováveis, caso dos combustíveis fósseis como o petróleo e o gás natural, certamente acabarão, mais cedo ou mais tarde. Especialistas em energia conhecem bem a curva em forma de sino, apresentada pelo cientista M. King Hubbert no início da década de 1970. Essa curva representa de forma empírica o ciclo de vida de um combustível não renovável, como é o caso do petróleo. Inicialmente abundante em suas reservas, a produção cresce em uma dada quantidade por ano, acompanhando o desenvolvimento tecnológico e o aumento da demanda do consumo. Esse crescimento atinge um pico e, como numa montanha-russa, decresce rapidamente até zero nos anos subsequentes.

Pois bem. Estamos chegando ao topo dessa montanha-russa no que se refere ao petróleo. O mercado mundial – e em especial o voraz norte-americano – precisa desse combustível poluente e cada vez mais escasso para manter seus padrões insustentáveis de produção e lazer.

Recursos energéticos são as disponibilidades naturais para a exploração e obtenção de energia primária. Buscando definir limites para a exploração, o primeiro passo consiste em analisar os recursos energéticos disponíveis. Parte dos recursos são as *reservas*, quantidades determinadas ou estimadas para os depósitos naturais de energéticos em um dado local, com base em prospecções (geológicas, hidrológicas, de

regime de ventos) e dados de engenharia, ao alcance das tecnologias comerciais de extração e produção. Por ser extremamente versátil e facilmente transportável e estocável, o petróleo é atualmente o energético mais importante e estratégico do planeta. Contudo, a maioria das reservas de petróleo está concentrada em poucos países.

Figura 3: Reservas mundiais provadas de petróleo em bilhões de barris (DoE, 2006)¹



Dos cerca de 2 trilhões de barris de petróleo estimados que o planeta possuía originalmente, de 45 a 70 por cento já foram explorados até hoje. Entre 1965 e 2005, 0,92 trilhão de barris de petróleo foram produzidos (BP, 2006).² Restam cerca de 1 trilhão de barris a explorar, o que deve se esgotar em cerca de 50 anos. O Brasil tem petróleo para os próximos 20 anos (Tabela 1). A razão entre reservas atuais (medidas, por exemplo, em bilhões de barris de petróleo) e a atual produção (no caso, em bilhões de barris de petróleo por ano de exploração) é da ordem de 40 anos, se não houver modificações tecnológicas significativas. Apesar das medidas de eficiência de consumo (como as da engenharia automotiva, por exemplo) e de todas as estratégias tecnológicas e geopolíticas de produção (como a proposta para extrair petróleo betuminoso na Venezuela em vez dos óleos mais leves que jazem no conturbado subsolo do Oriente Médio), tudo isso só permitirá reduzir a queda da montanha-russa.

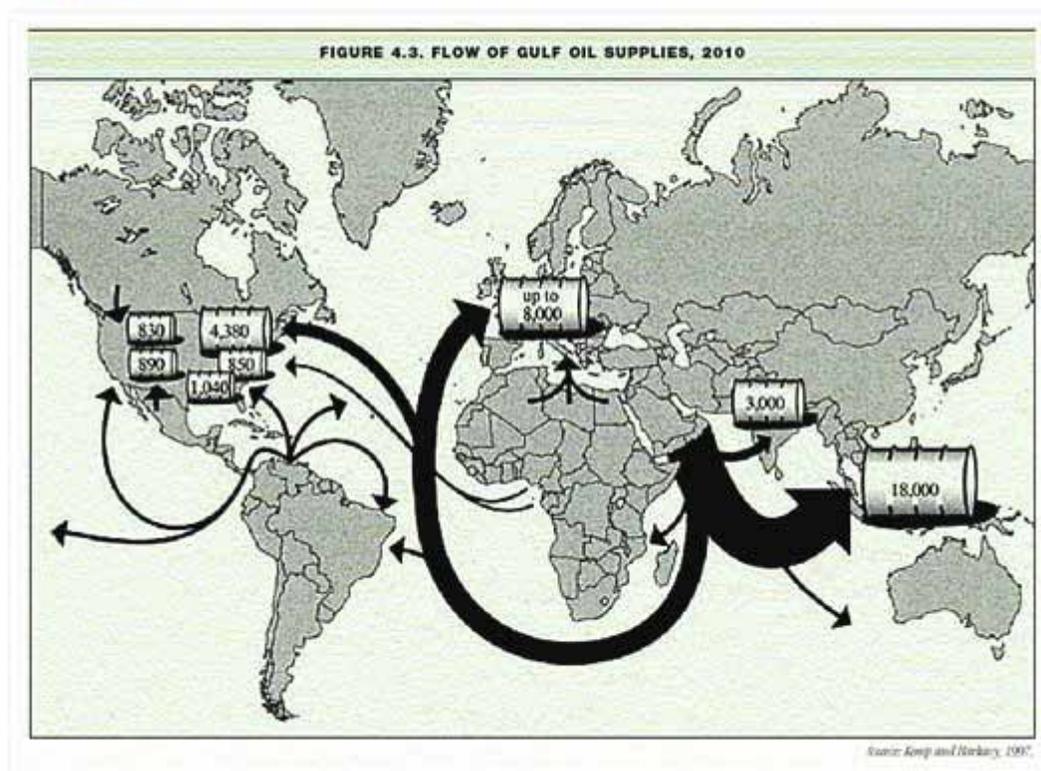
Tabela 1: Reservas provadas ao final de 2005 (BP, 2006).

	Petróleo			gás natural			carvão		
	bilhões de barris = 1Gbbbl=0,1364 Gtep = 5,73 .10E18J	% total	R/P anos	trilhões de metros cúbicos = 1Tm3NG = 0,9 Gtep	% total	R/P anos	milhões de toneladas = 0,67 Mtep	% total	R/P Anos
América do Norte	59,5	5,0%	11,9	7,46	4,1%	9,9	254.432	28,0%	231
Brasil	11,8	1,0%	18,8	0,31	0,2%	27,3	10.113	1,1%	*
Total América Latina e Caribe	103,5	8,6%	40,7	7,02	3,9%	51,8	19.893	2,2%	269
Total Europa & Eurásia	140,5	11,7%	22,0	64,01	35,6%	60,3	287.095	31,6%	241
Total Oriente Médio	742,7	61,9%	81,0	72,13	40,1%	*	419	□	399
Total África	114,3	9,5%	31,8	14,39	8,0%	88,3	50.336	5,6%	200
Total Ásia Pacífico	40,2	3,4%	13,8	14,84	8,3%	41,2	296.889	32,7%	92
TOTAL MUNDO	1200,7	100,0%	40,6	179,83	100,0%	65,1	909.064	100,0%	155

Como a segurança no fornecimento de energia é um aspecto vital na geopolítica dos países, as reservas internas determinam fortemente suas posições em negociações internacionais, tanto comerciais como ambientais. Países produtores de petróleo fundaram a Opep na década de 1970 para obter melhores condições comerciais. O Oriente Médio é uma região de vital importância estratégica. Muitos países possuem vastas reservas de carvão pouco exploradas, o que lhes garante o suprimento por mais dois ou três séculos, mas esse combustível gera altos níveis de poluição. A relação R/P de petróleo é muitíssimo menor, da ordem de poucas décadas, levando muitos países a prospectar e desenvolver outras opções energéticas.

Não é à toa que há um interesse norte-americano em ajudar países africanos ou em construir um gasoduto do Peru até seu país. Mesmo com todos esses esforços, no entanto, as reservas desses combustíveis se esgotarão. Até isso ocorrer, continuarão poluindo e acentuando as desigualdades sociais.

Figura 4



OS DESAFIOS DE HOJE

Além dos limites nas reservas disponíveis de petróleo e gás, a manutenção da situação atual não é possível por causa dos impactos ambientais, principalmente os das mudanças climáticas, que são hoje a principal ameaça à existência da raça humana. Estas são causadas pelo aumento nas concentrações atmosféricas dos gases que causam o aumento do efeito estufa: dióxido de carbono (CO_2), metano (CH_4) e outros.

Tais gases são gerados principalmente pela combustão de combustíveis, quer fósseis quer renováveis. Contudo, nos renováveis o carbono é reabsorvido pela fotossíntese das novas plantas que repõem os estoques de biomassa, fechando pelo menos parte do ciclo e reduzindo as emissões líquidas totais. O problema está na energia de origem fóssil: o carbono depositado na crosta terrestre durante eras é lançado quase que imediatamente em termos geológicos pelos processos pós-Revolução Industrial e pela queima de florestas.

A participação dos países em desenvolvimento (pouco menos de 30 por cento) no total de emissões por queima de combustíveis fósseis vem crescendo rapidamente nos últimos anos e deve se igualar à dos países desenvolvidos até 2035, quando cerca de 12 bilhões de toneladas de CO_2 ao ano serão lançadas no total (hoje são pouco menos de 7).³ O desmatamento também é uma fonte importante a considerar: pouco menos de 2 bilhões de toneladas/ano de CO_2 são lançadas e o Brasil é o maior emissor, com cerca de 120 milhões de toneladas equivalentes de carbono ao ano, mesmo com uma matriz energética consideravelmente “limpa”.

Tabela 2: Estimativas de emissões de carbono em 2000.

País		(1) Desmatamento (mil toneladas equivalentes de carbono)	(2) Combustíveis (mil toneladas equivalentes de carbono)	(3) = (1)+(2) = Total (mil toneladas equivalentes de carbono)
1	EUA	-10.476	1.528.796	1.518.320
2	China	-27.542	761.586	734.045
3	Rússia	-1.890	391.664	389.774
4	Japão	-66	323.281	323.215
5	Índia	-694	292.265	291.572
6	Alemanha	0	214.386	214.386
7	Brasil	120.645	83.930	204.575
8	Reino Unido	-323	154.979	154.656
9	México	8.519	115.713	124.232
10	Canadá	0	118.957	118.957

(1) estimativa multiplicando o desmatamento líquido pela quantidade de madeira nas florestas (dados da FAO, 2004) e por 25% (ou seja, 50% de madeira seca e 50% de carbono contido); (2) Gregg Marland et al., 2004.

As mudanças climáticas são um impacto de âmbito **global**. Mas há outros impactos a considerar por conta do sistema energético mundial, como os derramamentos de óleo, a perda de biodiversidade, a chuva ácida e a poluição urbana.

Em nível **regional**, precursores da chuva ácida (SO_2 , NO_x e outros) gerados por processos de combustão podem se precipitar milhares de quilômetros de distância de seu ponto de origem, muitas vezes atravessando fronteiras de países. Com a chuva e a neve, tais óxidos se convertem em ácidos (como o sulfúrico e o nítrico), atingindo diretamente ecossistemas, plantações, edifícios históricos, estruturas e outros receptores vulneráveis.

Em nível **local**, as emissões decorrentes da queima de combustíveis fósseis, inclusive as do setor de transportes, são as maiores responsáveis pela poluição urbana e, conseqüentemente, por centenas de milhares de mortes por problemas respiratórios e cardiovasculares ou por câncer.⁴ Metade da população mundial vive em cidades. No início do século passado existiam apenas três cidades com mais de um milhão de habitantes, hoje existem 281. Várias metrópoles têm mais de dez milhões de moradores e a conurbação de pequenas cidades também cria focos de problemas com material particulado (MP, principalmente os finos e ultrafinos que penetram nos bronquíolos pulmonares), dióxido de enxofre e sulfatos (SO_2 e SO_4^{2-}), óxidos de nitrogênio (NO e NO_2 , os chamados NO_x), compostos orgânicos voláteis (COVs, que incluem os hidrocarbonetos – HCs), monóxido de carbono (CO), ozônio de baixa altitude (O_3 troposférico)⁵ e outros poluentes.

ENERGIA E DESENVOLVIMENTO

A forma com que a energia vem sendo produzida e consumida é incompatível com o desenvolvimento sustentável, assim definido como o “desenvolvimento que supre as necessidades atuais sem comprometer a habilidade das futuras gerações atenderem às suas necessidades”.⁶

O desenvolvimento possui diversos enfoques: o econômico, o social e o ambiental são provavelmente os mais importantes. Há uma relação direta entre desenvolvimento econômico e consumo de energia, mas esses parâmetros não estão ligados de maneira indissolúvel. Este é um fato muito importante, porque ensina que existem caminhos alternativos para o desenvolvimento da sociedade sem um aumento correspondente do consumo de energia. Em outras palavras, é possível desacoplar o crescimento econômico do consumo.

As Metas do Milênio estabelecidas pela ONU visam garantir a sustentabilidade ambiental, erradicar a fome e pobreza extremas, alcançar uma mínima educação primária com iguais oportunidades para homens e mulheres, reduzir a mortalidade infantil com especial enfoque ao combate à aids e malária e melhorar as condições de vida dos que moram em favelas e de outras populações mais necessitadas. Visam ainda ampliar o acesso à água potável e desenvolver uma parceria global para o desenvolvimento que inclua sistemas internacionais de comércio e financiamento não discriminatórios e atendessem às necessidades especiais dos países em desenvolvimento, aliviando suas dívidas externas, provendo trabalho aos jovens e acesso a remédios e novas tecnologias. Para tal, é preciso uma solução de compromisso entre as nações.

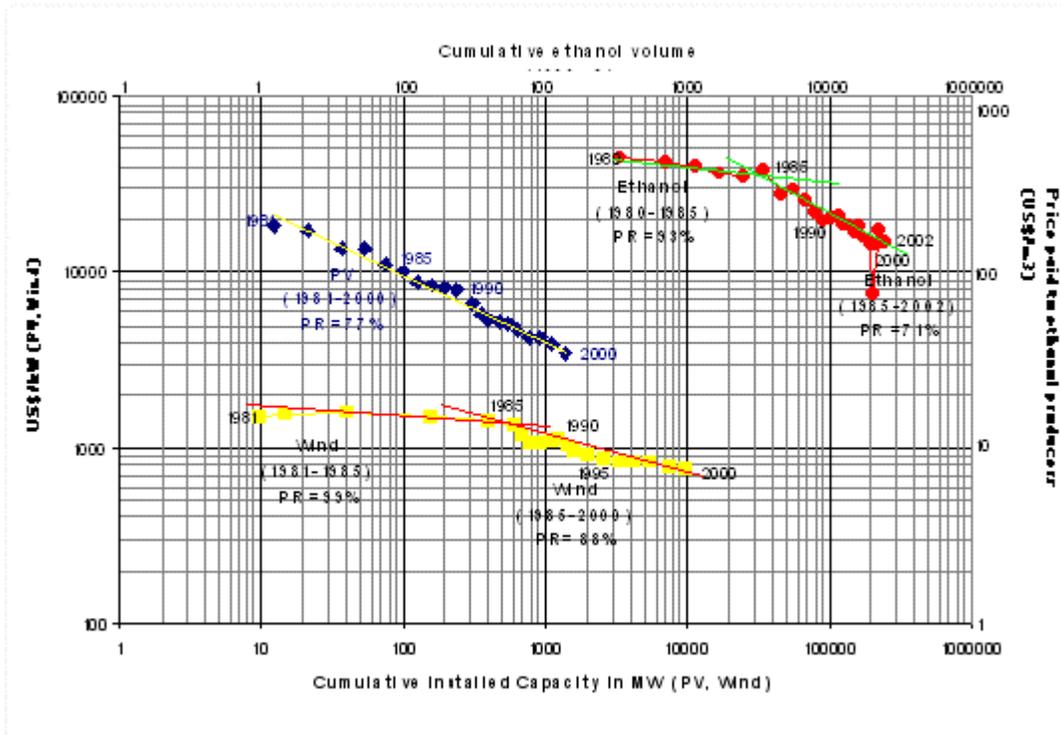
A indústria mundial da energia movimentava altas cifras. Anualmente, 40 a 60 bilhões de dólares são investidos em infra-estrutura energética. Um trilhão e meio de dólares é gasto com compras diretas de energia. Muito mais do que isso é despendido com os sistemas de consumo, como veículos, eletrodomésticos e máquinas industriais e comerciais. Pequenos redirecionamentos nesses valores podem fazer a diferença para um futuro sustentável.

Energias renováveis são a solução para as questões de desenvolvimento, pois são intrinsecamente duráveis, poluem menos, geram empregos e reduzem a dependência do petróleo. A conservação de energia (aumento de eficiência), fóssil ou não, é complementar à transição para um novo padrão de desenvolvimento e prolongará a vida útil das reservas existentes.

Algo precisa mudar: enquanto as energias fósseis receberam subsídios da ordem de 151 bilhões de dólares ao ano entre 1995 e 1998, os renováveis receberam no mesmo período 9 bilhões de dólares ao ano. Para acelerar o crescimento dos renováveis é preciso: (1) vencer as resistências dos mercados e eliminar os subsídios às fontes não-renováveis (fósseis e nuclear); (2) subvencionar a entrada de novas tecnologias, reduzindo seus custos; (3) estabelecer políticas mandatórias e progressivas para sua introdução; (4) disseminar as tecnologias para que os países em desenvolvimento as incorporem mais rapidamente, sem ter de passar por estágios intermediários e mais poluentes.

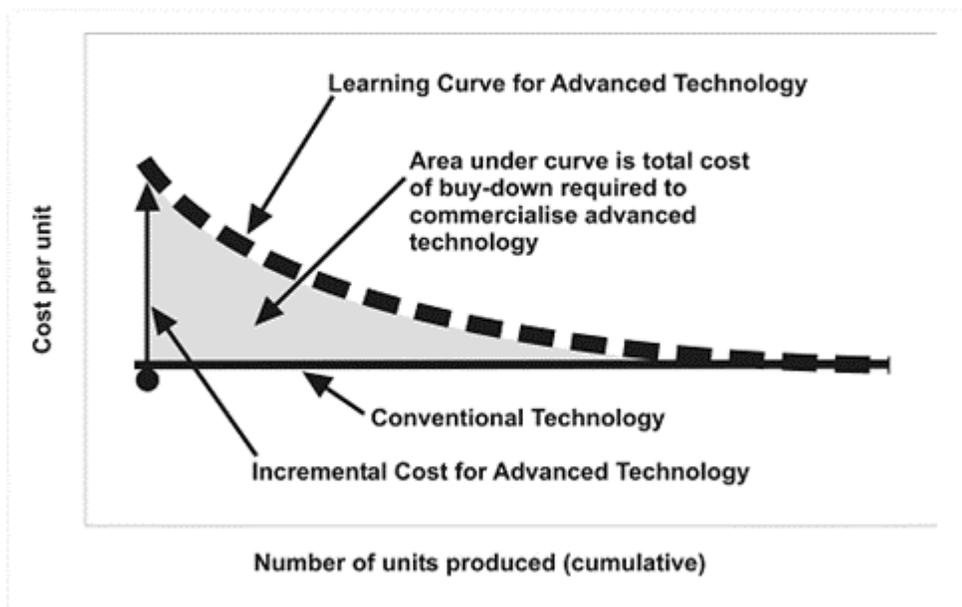
Isso servirá para acelerar ainda mais as curvas de aprendizado dos renováveis “modernos”.

Figura 5: Curvas de aprendizado de painéis solares fotovoltaicos, turbinas eólicas, etanol e turbinas a gás para biomassa.⁷



O conceito da curva de aprendizado é simples: quanto mais se vende, menor o custo. Contudo, para se vender mais, às vezes são necessários incentivos ou mesmo políticas que obriguem ao uso da tecnologia.

Figura 6

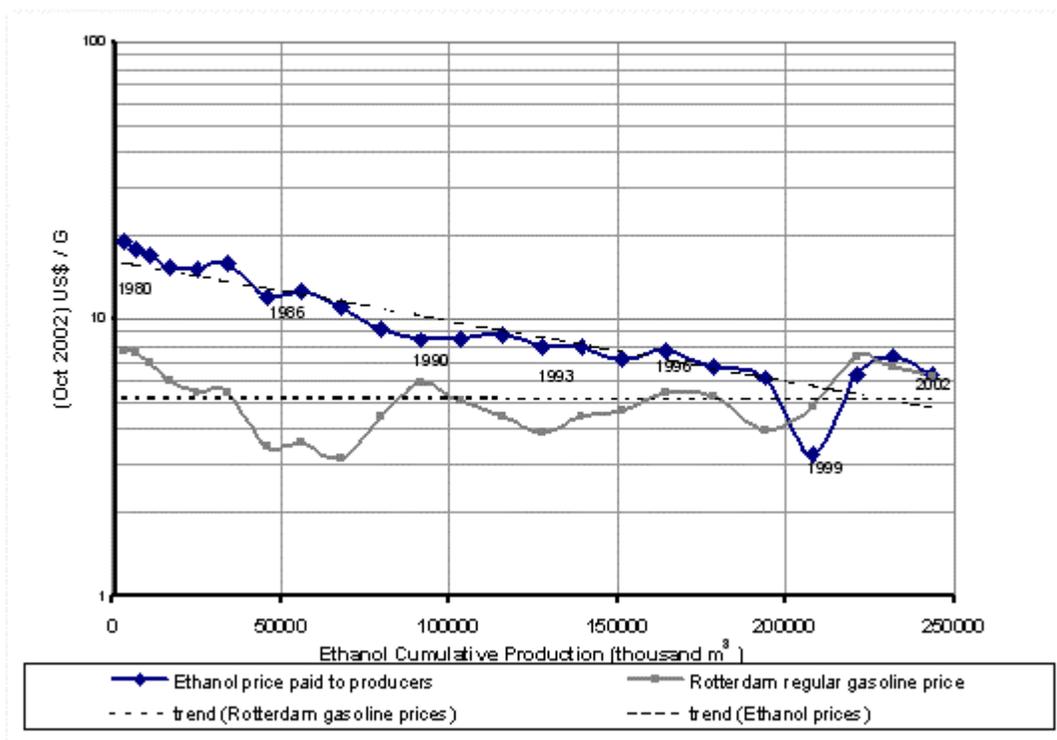


O EXEMPLO BRASILEIRO

O Brasil provou que as fontes renováveis de energia são viáveis, tanto pela hidreletricidade quanto pelo programa do álcool. O país tomou esse rumo na década de 1970, criando o Proálcool para enfrentar a crise do petróleo. Hoje, com experiência e liderança mundialmente reconhecida no setor de álcool carburante, o país se defronta com um forte aumento na demanda, tanto interna quanto externa. Hoje, podemos adquirir um veículo bicomcombustível e optar, nos postos de abastecimento, através de critérios econômicos, sociais e ambientais. Podemos gerar empregos e combater a poluição ao abastecer nossos veículos.

Podendo ser produzido em vários países (notadamente os em desenvolvimento), tendo um rendimento energético extremamente favorável (entre 8 e 10 unidades de energia renovável obtidas para cada unidade de energia fóssil aplicada) e oferecendo liberdade ao consumidor através dos veículos flexíveis (*flex-fuel*), o etanol de cana-de-açúcar é uma excelente opção em termos de biocombustíveis. O custo de produção do etanol brasileiro é inferior ao dos concorrentes, e o álcool de cana é competitivo até com a gasolina em preços internacionais. Além disso, o álcool de cana é uma realidade em escala comercial e não uma promessa tecnológica como o etanol de celulose.

Com as políticas do Proálcool, que obrigou a adição do biocombustível na gasolina, a produção cresceu, a tecnologia se desenvolveu e, hoje, temos os veículos *flex*, que dão liberdade de escolha ao consumidor e um combustível competitivo nos mercados internacionais. Os custos baixaram com o tempo e tornaram o etanol competitivo com a gasolina no mercado de Rotterdam.

Figura 7: Preços internacionais do álcool e gasolina.⁸

O álcool é replicável mundialmente. Aproximadamente uma centena de países já produzem cana-de-açúcar e podem produzir etanol para seu consumo interno (substituindo importações de petróleo e derivados) ou externo (obtendo receitas com a exportação), o que lhes propiciará empregos locais e melhores opções de desenvolvimento. Mesmo países que não possuem terras férteis e clima favorável à cana-de-açúcar (como o Japão, por exemplo), podem direcionar suas pesquisas tecnológicas para produzir e exportar bens de capital para a indústria do etanol. Mais ainda, ao introduzir em larga escala em seus mercados internos os veículos *flex*, reduzem sua dependência em relação ao petróleo, reduzem suas emissões de gases de efeito estufa e atuam significativamente na curva de aprendizado dos biocombustíveis.

Até 2030 o transporte será o principal setor causador de emissões de gases de efeito estufa no mundo. Não há tempo a perder, levando em conta que uma mudança nas indústrias energética e automobilística pode levar vários anos para começar a acontecer. A natureza não vai esperar.

NOTAS

¹ Fonte: U.S. Energy Information Administration (2005). Um barril contém 159 litros de petróleo.

² 2006 BP Statistical Review of World Energy. Disponível em

www.bp.com/liveassets/bp_internet/globalbp/globalbp_uk_english/publications/energy_reviews_2006/STAGIN_G/local_assets/downloads/spreadsheets/statistical_review_full_report_workbook_2006.xls.

³ Environmental Protection Agency (2004), disponível em www.epa.gov/reg3artd/images/warm.jpg.

⁴ MOLINA & MOLINA (2004).

⁵ Não confundir com o ozônio estratosférico (O₃), formado por descargas elétricas, localizado a 40 km da superfície da Terra e que filtra os raios ultravioleta que vêm do sol. A camada troposférica é basicamente o ar que respiramos e o ozônio “urbano” (O₃) é um poluente tóxico ao sistema respiratório, formado principalmente pela ação dos raios solares sobre os NO_x e HCs.

⁶ Relatório Bruntland, Comissão para o Meio Ambiente e Desenvolvimento, relatório “Nosso Futuro Comum”.

⁷ UNDP, UNDESA e WEC, 2004.

⁸ GOLDEMBERG et al., 2004.

LEITURAS ADICIONAIS

GOLDEMBERG, J. The case for renewable energies. Thematic background paper for the International Conference for Renewable Energies, Bonn. 2004. Disponível em www.renewables2004.de/pdf/tbp/TBP01-rationale.pdf.

GOLDEMBERG, J.; TEIXEIRA COELHO, S. Renewable Energy – Traditional biomass vs Modern Biomass. *Energy Policy*, v.32, n.6, p.711-4, 2003.

GOLDEMBERG, J.; TEIXEIRA COELHO, S.; LUCON, O. How adequate policies can push renewables. *Energy Policy*, v.32, n.9, p.1141-6, 2003.

GOLDEMBERG, J.; TEIXEIRA COELHO, S.; NASTARI, P. M.; LUCON, O. Ethanol learning curve – the Brazilian experience. *Biomass and Bioenergy*, v.26, n.3, p.301-4, 2003.

IEA – International Energy Agency. *Energy Balances of non-OECD Countries 2000-2001*. OECD/IEA, Paris, 2003.

KAREKEZI, S.; CHAUREY, A.; TEIXEIRA COELHO, S.; LUCON, O.; GUARDABASSI, P. Synthesis Paper on Biomass – Status, Challenges and Prospects. Continental Paper: Latin America and the Caribbean (LAC). Gnesd – Global Network on Energy for Sustainable Development. Disponível em www.gnesd.org.

MACEDO, I. *O ciclo da cana-de-açúcar e reduções adicionais nas emissões de CO₂ através do uso como combustível da palha da cana*. Inventário de emissões de gases

efeito estufa; Report to the International Panel on Climate Change – IPCC. Brasília: Ministério de Ciência e Tecnologia, Mar. 2000.

MOLINA, M.; MOLINA, L. T. (2004) Megacities and Atmospheric Pollution. *J. Air & Waste Management Association*, v.54, p.644-80, 2004.

RAIN-ASIA (2004) An assessment model for acid deposition in Asia. Washington (D.C.): World Bank. From TERI (The Energy Resources Institute, New Delhi, India). Disponível em www.teri.res.in/teriin/news/terivsn/issue1/specprep.htm.

WEA (2002) World Energy Assessment. New York: UNDP, ISBN 9211261260, 2000. www.undp.org/seed/eap/activities/wea.

UNDP, UNDESA, WEC. World Energy Assessment – Energy and the challenge of sustainability. Overview: 2004 Update. Disponível em www.undp.org/energy/weaover2004.htm.

Artigo recebido em 01.11.2006. Aprovado em 17.02.2007.