

Valeria Comitre

Administrador, Ms., Doutoranda em  
Planejamento de Sistemas Energéticos  
da AIPSE-FEM/UNICAMP. Rua  
Engº Edward de Vita Godoy, 664.  
Cidade Universitária I. CEP  
13.084-090. Campinas-SP.

## Energia e Sustentabilidade Ambiental

### I – Introdução

A crise de energia, iniciada em 1973, teve o mérito de expor a fragilidade das estruturas energéticas em que se apoiam as sociedades industrializadas e, por conseguinte, o modelo homogeneizado da economia mundial. Este, por sua vez, começava a apresentar, à época, os primeiros sinais de esgotamento, trazendo ainda, como lastro, inúmeros problemas ambientais, muitos deles até então dissociados do modelo de desenvolvimento preconizado.

A busca de soluções para os problemas globais de desenvolvimento e do meio ambiente, faces, portanto, de uma mesma moeda, mostram-se bastante desvinculadas e descompassadas, especialmente ao se considerar a conflituosa relação Norte-Sul. Daí por que continua sendo um grande desafio a ser enfrentado.

Muito embora o preço do petróleo, principal fonte de energia mundial, tenha decrescido desde

1981, a crise energética permanece latente por se tratar, a longo prazo, de uma questão muito mais profunda e complexa, que se confunde com o modelo de desenvolvimento internacionalizado adotado a partir do final do século passado, e que está também intimamente ligada aos movimentos de produção e de troca, ao desenvolvimento e utilização de novas tecnologias e sobretudo às decisões políticas.

Os efeitos deste modelo energético-intensivo manifestam-se, em especial, nos processos de modernização da agricultura, no crescimento das cidades, na expansão dos parques industriais e na adoção de um sistema de transportes baseado em veículos que empregam combustíveis de origem fóssil e que têm como conseqüências: a contaminação humana e dos alimentos por agrotóxicos, a desertificação de áreas férteis, a emissão de CO<sub>2</sub> o efeito estufa, os desmatamentos e os desastres ecológicos, entre outros. Além disso, acarretam a

apropriação inadequada das bases de recursos naturais e a diminuição dos estoques de reservas de energia não renováveis.

A compreensão da crise energética atual deve, portanto, passar pela discussão de um desenvolvimento sustentável global, ou seja, tanto as sociedades industrializadas quanto as do terceiro mundo devem repensar os padrões atuais de produção e de consumo, uma vez que a abundância e o desperdício estrutural daquelas, só podem existir em função das privações generalizadas destas últimas.

### II – O Componente Ambiental

A partir da segunda metade da década de 70, as economias capitalistas, que até então haviam conhecido uma expansão econômica sem precedentes, viram surgir os primeiros sinais de esgotamento deste modelo.

Datam desta época os primeiros movimentos alertando quanto aos problemas causados ao meio ambiente pela produção e pelo consumo próprios das sociedades capitalistas. Até então, não se considerava a relação entre a produção e as transformações no ambiente, tanto nos aspectos de sua deterioração e escassez, como nos efeitos causados pela poluição.

Além do esgotamento dos recursos naturais não-renováveis, como os de origem fóssil, torna-se evidente a necessidade de intervenção quanto à má administração dos recursos renováveis, entre eles, a água, florestas e ecossistemas naturais, que podem, na esteira desse desenvolvimento, tornar-se comprometidos por níveis de poluição irrecuperáveis e/ou se extinguir pelo excesso de uso e finitude da dinâmica natural de sua regeneração.

Se as energias oriundas de fontes renováveis podem substituir, em parte, aquelas não renováveis, por outro lado, são focos de uma pressão no seu emprego que pode levar a esgotamentos, necessitando, portanto, de planejamentos e manejos ecologicamente sustentáveis.

As questões ambientais e de desenvolvimento pensadas, de certo modo, em separado, nos anos 70, passam, a partir da década seguinte, com a publicação do Relatório da Comissão Mundial de Meio Ambiente e Desenvolvimento – Relatório Brundtland –

(CMMAD, 1988), a serem tratadas como faces de uma mesma moeda com a adoção do conceito de desenvolvimento sustentável definido como “processo em que o uso de recursos, a direção dos investimentos, a orientação do desenvolvimento tecnológico e as mudanças institucionais concretizam o potencial de atendimento das necessidades humanas do presente e do futuro”.

A adoção deste conceito por diversos setores da sociedade lhe confere conotações bastante distintas e, segundo ESPINOSA (1993), as dificuldades em se trilhar o desenvolvimento sustentado começam pela imprecisão e falta de consenso sobre o termo entre os vários interlocutores.

A despeito deste descompasso, há de se reconhecer, em nível internacional e mais timidamente no país, esforços no sentido de tratar as questões da qualidade ambiental e do crescimento econômico do ponto de vista econômico, financeiro, tecnológico, científico e mesmo político.

### *III – As Alternativas Energéticas no Brasil*

No Brasil, os recursos naturais renováveis, principalmente a biomassa de origem florestal, vêm sendo explorados desde a época da colonização para a produção de diversos bens, inclusive de energia. Considerada, a partir do século XIX, como fonte energéti-

ca ultrapassada, subdesenvolvida e sem perspectivas, frente àquelas baseadas nos combustíveis fósseis (carvão e petróleo), seu emprego reduziu-se progressivamente, variando na mesma proporção da escassez provocada pela intensa exploração da qual foi objeto. Ademais, a adoção do modelo preconizado pelos países desenvolvidos – e pelo capital financeiro e industrial – em poder das classes dominantes no país, dificultou os planos de desenvolvimento baseados em recursos energéticos alternativos.

Mesmo assim, segundo HÉMERY *et alii* (1993), o Brasil tem adquirido experiência na produção de combustíveis oriundos da biomassa, em especial o álcool, desde a década de 20, capazes de substituir os derivados de petróleo. Além disso, por ser tradicionalmente um dos maiores produtores de óleos vegetais e contar ainda com uma grande extensão territorial que favorece o plantio de florestas homogêneas, o Brasil dispõe de condições para desenvolver projetos voltados à uma nova política energética que tenha como base os recursos renováveis.

A despeito do modelo de desenvolvimento vigente, e utilizando a crise de 1973 como pano de fundo, o governo brasileiro implantou, em 1974, através da Secretaria de Tecnologia Industrial (STI) do Ministério da Indústria e Comércio, o Programa de Alternativas Energéticas de Origem Vegetal. Contando ainda

com o apoio de grandes produtores do setor sucroalcooleiro e da indústria de equipamentos, o objetivo do programa, a curto prazo, foi a produção de combustíveis líquidos para substituir os derivados de petróleo. Embora a proposta inicial previsse uma modificação profunda do sistema energético e do modelo de desenvolvimento do país, a proposição que acabou por prevalecer foi a da substituição da gasolina pelo álcool nos veículos automotores de passageiros e de carga.

Apesar deste programa ter se mostrado factível ao longo de mais de vinte anos, o caráter restritivo de sua utilização não promoveu a implantação de uma estratégia global para o sistema energético como um todo, ressaltando-se, é claro, além do álcool, o emprego expressivo do bagaço de cana, outrora um resíduo indesejável do processo de transformação, como fonte de energia especialmente na indústria de alimentos.

Por outro lado, os impactos sócio-ambientais provocados pelo programa agravaram ainda mais as diferenças já existentes no país, em especial na zona rural, onde a expansão da monocultura deslocou os agricultores e modificou a composição da produção, contribuindo para o aumento exponencial da pauperização da população do campo.

Ressalta-se que o implemento da oferta de energéticos no Brasil, baseado nos recursos renováveis

como a cana, foi ampliado pela possibilidade de exploração em diversos pontos de seu vasto território. É o caso da opção pela exploração dos recursos hídricos, baseada na tecnologia escandinava, que no período 79–94 aumentou de 126.774 para 260.682  $10^3$  Mwh, isto é, mais de 100%, para atender a uma demanda também em expansão.

Ainda sobre as fontes energéticas renováveis, embora tenham tido aumentos no consumo de alguns setores em números absolutos, a participação no balanço energético nacional apresentou oscilações no período compreendido entre 1979, época do segundo aumento dos preços do petróleo no mercado internacional, e o ano de 1994 (Tabela 1).

Observa-se que a participação da lenha em relação ao total do consumo final de energia primária renovável, que era de 33,75% em 79, caiu para 23,85% em 1984 e ainda mais (12,08%) em 1994. O carvão vegetal subiu de 5,53% para 6,64%, tornando a cair para 4,59% no mesmo período. O bagaço de cana, bastante utilizado

pela indústria, no cômputo global apresentou um crescimento inicial de 9,45% em 79, aumentando para 12,16% em 1984 e perdendo intensidade com um pequeno acréscimo na participação (12,78%) em 1994. Já o álcool, com 1,79% de participação em 79, apresentou um crescimento de 3,84% em 84 e de 5,60% na década de 90, o mesmo ocorrendo com a eletricidade nas seguintes proporções: 49,48%, 53,49% e 64,95% nos três anos analisados.

É importante observar que os aumentos expressivos no consumo do álcool, eletricidade e bagaço de cana foram alcançados em virtude de estarem atrelados a programas subsidiados pelo Estado e à lógica da expansão industrial (proálcool e construção de usinas hidrelétricas). Já a lenha e o carvão vegetal, a despeito dos programas de florestas energéticas propostos pelo II PND em 1974, não tiveram o mesmo desempenho. Acrescente-se a isso que a diminuição no consumo de lenha está associada ao desaparecimento das florestas nativas, sem a reposição na mesma intensidade por florestas homogêneas.

**Tabela 1 – Evolução do Consumo Final Energético e Participação dos Recursos Renováveis por Fonte, Brasil, 1979, 1984 e 1994.**

Fonte	1979		1984		1994	
	10 <sup>3</sup> tep	%	10 <sup>3</sup> tep	%	10 <sup>3</sup> tep	%
Lenha	21.958	33,75	20.684	23,85	13.513	12,08
Carvão Vegetal	3.601	5,53	5.758	6,64	5.136	4,59
Bagaço de Cana	6.150	9,45	10.548	12,16	14.295	12,78
Álcool	1.162	1,79	3.352	3,86	6.259	5,60
Eletricidade	32.192	49,48	46.400	53,49	72.648	64,95
Total	65.063	100,00	86.742	100,00	111.851	100,00

Fonte: BALANÇO ENERGÉTICO NACIONAL, 1995.

Os dados sobre a evolução do consumo final de energia por setor (Tabela 2) expressam a expansão da economia brasileira ocorrida em função das transformações produtivas provocadas pela política pós-73 de substituição de importações, associada à promoção das exportações. Essa política, viabilizada através de financiamentos, deu um grande impulso aos projetos destinados fundamentalmente ao setor industrial produtor de bens intermediários (minerais não metálicos, metalurgia, papel, celulose e química), intensivos em energia e com grandes impactos sobre o meio ambiente.

Neste ponto, o país adotou um modelo de desenvolvimento tecnológico divergente dos países do primeiro mundo, que já buscavam soluções poupadoras de energia. Torres (*apud* MARTINE, 1993) observa que a instalação das indústrias de bens intermediários no país se deveu às chamadas vantagens locacionais ambientais: abundância de recursos naturais (terra, água, reservas mi-

nerais e níveis de insolação), energia elétrica barata e falta de estrutura para assegurar um controle ambiental severo sobre as indústrias poluentes, além da desorganização da sociedade civil.

Os impactos causados ao meio ambiente pelas indústrias são os mais diversos, ressaltando-se a poluição do ar (emissões de óxidos de enxofre, efeito estufa e emissões de óxidos de azoto); poluição da água (material em suspensão e despejos tóxicos na água); e o lixo industrial. Segundo Maimon (*apud* CAVALCANTI, 1995) “os impactos da indústria sobre o meio ambiente são desiguais entre os diferentes ramos de atividades, uma vez que a poluição é condicionada pela matéria-prima e pela energia utilizada no processo de produção e, ainda, pela intensidade de incorporação de tecnologias limpas”.

A despeito do aumento da demanda energética, Furtado (*apud* CAVALCANTI, 1995) observou também que as importações de petróleo no período 79-85 foram

reduzidas como resultado de um processo de substituição entre os energéticos e ainda pelo aumento da oferta interna de petróleo que passou de  $9.331 \cdot 10^3 \text{ m}^3$  em 1977 para  $38.766 \cdot 10^3 \text{ m}^3$  em 1994, de acordo com o Balanço Energético Nacional (1993 e 1995), o que significa um aumento de 315,45% em dezessete anos.

No período anterior (1970-79), a produção de petróleo no país estabilizou-se em torno de 8,2 milhões de toneladas por ano, e o consumo passou de 25,5 para 58,3 milhões de toneladas, significando um aumento nas importações que, em 1979, alcançaram a marca de um terço do total das importações, chamando a atenção para os graves riscos de dependência do país em relação aos fornecedores externos.

Ademais, a economia de energia através da otimização dos sistemas produtivos, via inovação e difusão de tecnologias, possibilitou uma melhoria do rendimento ou eficiência energética (entendida como o consumo de energia por unidade de produto) e a manutenção desses sistemas sem que se alterasse profundamente a matriz energética. Segundo BARROS (1993), “na área energética reafirmou-se o antigo”, ou seja, aqueles de origem fóssil continuam como os principais produtos da matriz energética.

Quanto às energias primárias renováveis, o setor industrial tem sido responsável por grande parte do seu consumo final. Tomando

Tabela 2 – Evolução do Consumo Final de Energia por Setor, Brasil, 1979, 1984 e 1994.

Setor	1979		1984		1994	
	$10^3 \text{ tep}$	%	$10^3 \text{ tep}$	%	$10^3 \text{ tep}$	%
Não Energético	6.074	4,89	7.339	5,20	10.666	5,59
Energético	6.603	5,31	10.858	7,70	14.853	7,78
Residencial	24.983	20,11	25.211	17,88	29.069	15,23
Comercial	4.213	3,39	5.644	4,00	9.059	4,75
Público	2.953	2,38	4.117	2,92	6.857	3,59
Agropecuário	5.798	4,67	6.418	4,55	8.180	4,28
Transportes	26.269	21,14	25.301	17,94	36.921	19,34
Industrial	47.355	38,11	56.150	39,81	75.301	39,44
Total	124.248	100,00	141.038	100,00	190.906	100,00

Fonte: BALANÇO ENERGÉTICO NACIONAL, 1995.

como exemplo o ano de 1994, esse consumo representou 45% do total (18.635 mil tep) de energia primária, distribuídos entre os seguintes ramos da indústria: alimentos e bebidas com 20,7% (bagaço de cana, eletricidade e lenha); ferro-gusa com 9,1% (eletricidade e carvão vegetal); papel e celulose com 7,1% (eletricidade, lixívia e lenha); cerâmica com 3,7% (lenha e eletricidade); e os demais setores distribuídos pelo restante deste consumo (FIBGE, 1995).

#### IV – Considerações Finais

As crises provocadas pelos aumentos do preço do petróleo serviram para alertar, também no caso brasileiro, que não se deve apoiar o desenvolvimento econômico de um país sob um único recurso energético. Da mesma forma, não se deve promover sua substituição tão somente por outra fonte, mesmo que renovável, uma vez que a melhor solução está no emprego de um número preferencialmente grande de energias alternativas na matriz energética, bem como na otimização de seu emprego através de processos mais eficientes.

Podemos elencar, no caso das energias renováveis, um número expressivo de possibilidades que incluem a lenha e o carvão vegetal, os combustíveis líquidos como o álcool e os óleos vegetais, os combustíveis gasosos derivados da biomassa e ainda as pe-

quenas centrais hidroelétricas, entre outros.

Não há dúvidas também de que uma nova estratégia de desenvolvimento industrial necessita passar por mudanças profundas no sistema de transportes do país, representadas pela participação mais expressiva dos modos ferroviários, marítimos e fluviais, em especial para o transporte de cargas. Já as soluções para o combatido transporte coletivo dos centros urbanos dependem de iniciativas que promovam programas de substituição de óleo diesel por gás natural ou mesmo por eletricidade.

Portanto, é de importância fundamental a retomada de estudos e ações visando mudanças estruturais na atual matriz energética, o que pode ser visto como uma estratégia de desenvolvimento, uma vez que permite a manutenção e a expansão das atividades humanas sob moldes mais sustentáveis. Nesse sentido, pesquisas que privilegiam a substituição de energia fóssil por outras menos poluentes estarão contribuindo para a diminuição dos efeitos devastadores daqueles energéticos sobre o meio ambiente.

Ademais, é necessário conduzir a sociedade na direção de um novo comportamento, cujo objetivo seja a melhoria no gerenciamento dos recursos disponíveis através da integração dos diversos agentes econômicos, associando

a noção de gestão de energia ao *modus vivendi* de toda a sociedade.

Nesse sentido, as análises e alternativas para eventuais crises energéticas devem ser desenvolvidas continuamente como um instrumental básico, para que a economia dos países e sua autonomia estejam preservadas quando da chegada do novo milênio.

#### V – Referências Bibliográficas

- BARROS, J. R. M. de O Brasil e o Novo Cenário Internacional. *XXXI Congresso Brasileiro de Economia e Sociologia Rural* (SOBER). Ilhéus-BA. 1993. (aula Magna, mimeo).
- BRASIL. MINISTÉRIO DA INFRA-ESTRUTURA. *Balanco Energético Nacional*, Brasília-DF. 1993. 140p.
- BRASIL. MINISTÉRIO DA INFRA-ESTRUTURA. *Balanco Energético Nacional*, Brasília-DF. 1995. 141p.
- CAVALCANTI, Clóvis (org.) *Desenvolvimento e Natureza: estudos para uma sociedade sustentável*. Cortez, São Paulo, 1995. 429p.
- COMISSÃO MUNDIAL SOBRE O MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO (CMMAD). *Nosso futuro comum* Rio de Janeiro, FGV, 1988. 430p.
- ESPINOSA, Héctor R. M. Desenvolvimento e meio ambiente sob nova ótica. *Ambiente*, São Paulo, 7(1):40-44, 1993.

HÉMERY, D.; DEBIER, J. C. & DELÉAGE, J. P. *Uma História da Energia*. Trad. Sérgio de Salvo Brito. Edunb. Brasília-DF, 1993. 447p.

MARTINE, G. (org.) *População, meio ambiente e desenvolvimento: verdades e contradições*. Editora da UNICAMP. Campinas-SP. 1993. 207p.