

A TRANSIÇÃO ENERGÉTICA: TEMPO, CAPITAL E TECNOLOGIA*

*Rubens Vaz da Costa***

Resumo: Dada a natureza finita dos recursos energéticos fósseis, e considerando que quase todos os recursos energéticos, exceto a energia solar, são igualmente limitados no potencial de produção, é fácil compreender que o crescimento do consumo de bens e serviços e o aumento da população impõem uma sobrecarga intolerável, através do tempo, sobre ditos recursos. A perspectiva de manter ou aumentar o atual nível de vida e de consumo dos povos ricos e de melhorar o dos povos pobres exige que novas fontes de energia sejam descobertas e desenvolvidas. Isto requer tempo, capital e tecnologia. Neste documento, examinam-se os recursos energéticos do presente, cuja tecnologia o homem já desenvolveu. Chamando atenção para a crescente demanda exercida sobre eles — o que levará ao seu encarecimento e eventual exaustão — o autor alerta para a necessidade de economizar no seu uso e utilizar amplamente a energia nuclear (fissão), que se constitui na ponte que dará à humanidade o tempo necessário para desenvolver a tecnologia da energia do futuro, e permitirá o crescimento econômico que gerará a acumulação de capital indispensável ao financiamento da exploração da energia do futuro.

A ENERGIA DO PRESENTE: FINITA E MAL DISTRIBUÍDA

Para os fins deste documento, classificamos os recursos energéticos em: a) fósseis: carvão, petróleo, gás, xisto, etc.; b) complementares: hídricos, solar, bioxisto, etc.; c) nuclear (fissão); e d) a energia do futuro: fusão nuclear, hidrogênio, solar ou outra.

Supomos que os recursos energéticos do presente, cuja tecnologia o homem já desenvolveu, são finitos, e que a crescente demanda sobre eles exercida levará ao seu encarecimento e eventual exaustão. A energia solar, ao atual nível tecnológico, tem pouca expressão quantitativa. Poderia ser inscrita entre as fontes energéticas do futuro.

* Trabalho apresentado no II Simpósio de Energia do Hemisfério Ocidental, realizado no Rio de Janeiro de 22 a 26/09/80.

** O autor é Secretário de Economia e Planejamento do Estado de São Paulo.

Por isto é necessário economizar no uso dos energéticos do presente e utilizar amplamente a energia nuclear (fissão), que se constitui na ponte que dará à humanidade o **Tempo** necessário para desenvolver a **Tecnologia** da energia do futuro e permitirá o crescimento econômico que gerará a acumulação de **Capital** indispensável ao financiamento da exploração da energia do futuro.

Os trabalhos de M. King Hubbert¹ e outros estabelecem hipóteses sobre a dotação de recursos energéticos fósseis deste planeta, ritmo de produção e as perspectivas de sua duração, supondo-se determinada taxa de aumento do consumo. No que toca ao petróleo, Hubbert adotou a estimativa de que o estoque inicial recuperável era da ordem de 2 trilhões de barris. A partir do seu descobrimento, em meados do século passado, até 1967, foram consumidos 261 bilhões de barris. Em 1973, quando eclodiu a crise do petróleo, o consumo acumulado era da ordem de 320 bilhões de barris, ou 16% da dotação total de petróleo do planeta. Apesar de restarem ainda 84% para serem utilizados, os preços começaram a subir violentamente graças à perspectiva de escassez crescente, à má distribuição geográfica das reservas conhecidas, que somavam 670 bilhões de barris (66% no Oriente Médio; 12% na Europa Oriental e União Soviética; 9% na América do Norte e Europa Ocidental; 5% na América Latina e 12% no resto do mundo)² e à força da Organização dos Países Exportadores de Petróleo (OPEP).

Supondo que o consumo de petróleo continue a crescer às taxas históricas e se faça ordenadamente, Hubbert estima que 80% da dotação inicial de petróleo (1,6 trilhões de barris) serão consumidos entre os anos de 1968 e 2026, isto é, em apenas 58 anos. Os primeiros dez por cento foram consumidos desde o início do uso do petróleo, em 1857, até 1968, ou seja, em 111 anos. Os dez por cento finais serão de cara e difícil recuperação, pelo que se pode concluir, a menos que se reduza drasticamente o ritmo de aumento do consumo, o que resta do petróleo, que a natureza levou centenas de milhões de anos para acumular, não durará senão umas poucas décadas.

¹ Hubbert, "World Oil and Natural Gas Reserves and Resources", US Gov. Printing Office, Washington, Nov. 1977, pág. 639.

² Mesarovic, M.; Pestel, E. in "Mankind at The Turning Point". E. P. Dutton & Co. Inc., New York, 1974, pág. 174.

As reservas de gás natural foram estimadas em 10 quatrilhões de pés cúbicos, sendo que, até 1975, 1,5 quatrilhão havia sido consumido. À taxa de produção do ano de 1974, as reservas mundiais durariam 40 anos. A distribuição da dotação inicial é também muito desigual: os Estados Unidos e Canadá detinham 19%; a América Latina, 5%; a Europa Ocidental 5%; os países comunistas, 45% e as demais regiões, 26%.

Hubbert³ apresenta a estimativa de 7,6 trilhões de toneladas de carvão, como a dotação inicial da terra, das quais 2 trilhões de toneladas seriam recuperáveis.

Oitenta por cento do carvão recuperável deverá ser consumido em um ou dois séculos. Tomando como base a dotação total, sua distribuição estimada é a seguinte: 65% na Ásia, principalmente na União Soviética; 27% na América do Norte; 5% na Europa Ocidental e 3% no resto do mundo.

ENERGIA E DESENVOLVIMENTO

A importância da energia para a vida e o desenvolvimento pode ser apreciada pelo fato de que a totalidade dos eventos na terra não compreende senão dois processos inter-relacionados: a circulação da matéria e uma degradação da energia a ela associada. O desenvolvimento econômico e o crescimento da população têm exigido crescentes quantidades de energia, pressionando cada vez mais o estoque de combustíveis fósseis. Em 1850, a humanidade obtinha de força muscular 94% da energia que consumia, e os restantes 6% das demais fontes. Hoje, estima-se que só 2% da energia consumida provém de força muscular, enquanto 98% é originário de outras fontes, basicamente não-renováveis.

Na maioria dos países industrializados, a relação entre a produção de bens e serviços (PIB) e o consumo de energia é superior à unidade, isto é, para cada ponto de porcentagem de crescimento da produção, aumenta o consumo de energia em mais de um ponto porcentual. Nos Estados Unidos da América, o maior consumidor de energia, a relação entre o crescimento do consumo total de energia primária e o crescimento do produto interno bruto, no período 1960/1973, foi de 1,05; nos Países Baixos, de 1,61; na Itália de 1,51; na Dinamarca, de 1,38; na Suíça, de 1,28; no Japão de 1,00

³ M. King Hubbert, "World Energy Resources". 10th Commonwealth Mining and Metalurgical Congress – Ottawa.

e no Reino Unido de 0,71.⁴ No Brasil, a relação é superior à unidade quando se levam em conta petróleo e eletricidade.

Considerando-se a natureza finita dos recursos energéticos fósseis e que quase todos os recursos energéticos, exceto a energia solar, são igualmente limitados no potencial de produção, é fácil compreender que o crescimento do consumo de bens e serviços e o aumento da população impõem uma sobrecarga intolerável, através do tempo, sobre ditos recursos. A perspectiva de manter ou aumentar o atual nível de vida e de consumo dos povos ricos e de melhorar o dos povos pobres exige que novas fontes de energia sejam descobertas e desenvolvidas. Isto requer Tempo, Capital e Tecnologia.

Para tanto, é necessário estabelecer uma estratégia mundial que poupe ao máximo os energéticos fósseis, especialmente petróleo, gás e carvão, utilize intensamente as fontes complementares — biomassa — hidroeletricidade, marés, ventos, geotérmica, etc., e faça da fissão nuclear a ponte para a energia do futuro. Não se sabe quanto tempo será necessário para criar a tecnologia que nos dará energia quase infinita para o bem-estar crescente da humanidade. Também é desconhecido o montante de capital requerido para desenvolver a energia do futuro, assim como para treinar os indispensáveis recursos humanos. Duas coisas, no entanto, são certas: o processo de desenvolvimento da energia do futuro usará intensamente energia do presente e, qualquer que seja o seu custo, a humanidade não tem alternativa senão fazer os sacrifícios necessários para ter a energia que garanta o seu porvir.

UMA ESTRATÉGIA PARA A ENERGIA DO FUTURO

Como vimos, o desenvolvimento da energia do futuro e a construção das instalações industriais, onde será produzida, exigirão tempo, recursos de capital elevados, formação de pessoal qualificado e criação da indispensável tecnologia. A energia nuclear (fissão) é a ponte que ligará a energia do presente à energia do futuro. Como o desenvolvimento da energia do futuro exigirá a utilização de quantiosa energia do presente, será também preciso investir pesadamente na construção de centrais nucleares.

Para que a humanidade possa ter o Tempo, o Capital e a Tecnologia para desenvolver tempestivamente a energia do futuro, é indispensável formu-

⁴ "Energy Conservation, Results and Prospects". The OECD Observer, nº 101 — November 1979 — Paris — pág. 19.

lar uma estratégia coerente que oriente e balize os programas de investimento e indique as fontes de recursos financeiros indispensáveis a sua implementação. Em tal estratégia, há que considerar alguns fatores críticos e determinadas condicionantes importantes.

O montante dos investimentos será, sem dúvida, inatingível sem que aumente consideravelmente a poupança social nos países industrializados e naqueles de nível intermediário, como o Brasil, que são pobremente dotados de energia do presente. Sugerimos, a título ilustrativo, que a poupança se eleve a 30% do Produto Interno Bruto, meta factível porque tal nível de poupança já foi atingido por alguns países, como o Japão, sem um sacrifício insuportável para a população. Propomos que a metade da poupança seja investida na busca e na produção da energia do futuro, mas que no futuro imediato 2/3 sejam investidos na ponte energética, isto é, na fissão nuclear. Talvez este esforço de poupança seja insuficiente para cobrir as necessidades financeiras dos programas energéticos sugeridos, o que implicaria na necessidade de ampliar a propensão marginal a poupar da Sociedade.

Para ganhar tempo, muitas medidas de profundidade devem ser adotadas. Entre elas destaca-se a modificação da relação entre crescimento econômico e consumo de energia. Os países membros da Organização para Cooperação Econômica e Desenvolvimento, que congrega as nações industrializadas não-comunistas, adotaram metas para reduzir a elasticidade-renda do consumo de energia, que vão de 0,54 na Alemanha a 0,90 nos Estados Unidos, para o período 1985-90, em comparação com a elasticidade atual que é superior à unidade. A meta do Canadá é 0,69; da Bélgica 0,58; do Japão 0,76.⁵

A composição da produção naqueles países apresenta crescente participação relativa dos serviços, nivelamento da participação da indústria e declínio da participação da agricultura. Como os serviços exigem menor consumo de energia do que a indústria e a agricultura, tais metas são factíveis, sem grandes deslocamentos econômicos ou sociais. Deve-se considerar ainda as possibilidades de economizar energia na produção industrial, cujos padrões foram estabelecidos quando o petróleo custava menos de dois dólares o barril. A agricultura tem características diferentes, sendo crescente o seu consumo de energia por unidade de produção, à medida que se moderniza. Ela dispensa mão-de-obra e a substitui por força motriz. Em países como

⁵ The OECD Observer – Op. cit., pág. 14.

os Estados Unidos, a agricultura ocupa escassamente 3% da força de trabalho, o que indica o seu elevado grau de mecanização.

Nos países menos desenvolvidos, a modificação da relação entre consumo de energia e produção de bens e serviços será mais difícil. É que tais países estão-se industrializando e, geralmente, montando indústrias transformadoras de matérias-primas, que são fortemente consumidoras de energia. A modernização de sua agricultura, exigindo mecanização e o uso de fertilizantes químicos, aumenta a exigência de energia. Estas características do processo de "take-off" industrial e econômico indicam que tais países devem fazer esforços especiais para minimizar o consumo de energia. Serão chamados, sem dúvida, a adotar modelos de industrialização, de desenvolvimento econômico e de consumo menos intensivos de energia do que o dos países industrializados.

Medida das mais importantes para **ganhar tempo** é a redução do crescimento populacional. Os países desenvolvidos já lograram baixas taxas de natalidade e marcham para o crescimento demográfico zero, razão por que o seu aumento populacional pouco ou nada pesa no consumo de energia. O mesmo não ocorre com os países em desenvolvimento. O Brasil, por exemplo, está crescendo ao ritmo de 3 milhões de pessoas por ano. Como o consumo "per capita" anual de energia primária é de uma tonelada equivalente de petróleo, só o crescimento populacional significa um aumento do consumo de energia de 3 milhões de toneladas equivalentes de petróleo, por ano. Programas de planejamento familiar voluntário, que reduzam significativamente a natalidade, são da maior relevância para poupar energia do presente e **ganhar tempo** para conquistar a energia do futuro.

A redução do uso dos combustíveis fósseis, especialmente petróleo e gás, cujas reservas estão mais próximas do esgotamento, é extremamente importante. Deve-se considerar, ainda, que para certos usos o petróleo e o gás são quase insubstituíveis, devendo para eles ser posta de lado parte das reservas existentes. Entre tais usuários destaca-se a indústria petroquímica. Além disso, o alto poder calórico daqueles combustíveis, sua facilidade de exploração e de transporte são outras propriedades que recomendam sejam poupadas as reservas de petróleo e gás. Para substituir tais combustíveis, far-se-á necessário usar mais intensamente o carvão — cujas reservas são bem mais amplas — o xisto, as areias betuminosas, a biomassa, as demais fontes energéticas complementares e a energia nuclear. O petróleo e o gás, em vez de serem usados prioritariamente como agora, deveriam constituir-se no "combustível de última instância". Para tal, o aumento gradual do seu preço é indispensável.

Outro ponto-chave da estratégia sugerida é o aumento do investimento de capital no setor energético. Elemento crítico para tal, é a manutenção de elevadas taxas de crescimento econômico. Os investimentos energéticos representarão fator de dinamismo econômico, provocando investimentos no setor de bens de capital e o aumento do emprego. Poderiam ter, no futuro próximo, o mesmo papel dinâmico da construção das ferrovias no século passado ou, mais recentemente, da indústria automobilística. O crescimento econômico será essencial para a geração dos **recursos de capital** a serem investidos na energia do futuro.

Mas seria preciso, ao mesmo tempo, aumentar a taxa de poupança, para o que serão necessários estímulos para os poupadores e penalização para os consumidores. A política fiscal deverá ser orientada no sentido de aumentar as receitas governamentais e conter os gastos de custeio, elevando assim a poupança do poder público, para fazer face às elevadas exigências de recursos governamentais em que implica a adoção da estratégia sugerida. Com políticas adequadas e com altas taxas de crescimento econômico, poderá ser possível fazer subir a poupança social para 30% do Produto Interno Bruto e, assim, gerar os **recursos de capital** necessários ao financiamento da energia do futuro. Em países como o Brasil, a poupança representa cerca de 15% do PIB, mas, em passado recente, chegou a mais de 20%.

Os reajustes necessários ao êxito da política de aumentar a poupança implicam em profundas alterações no estilo de vida de muitas pessoas, talvez, de toda a comunidade. Alguns aspectos se refletirão na redução do consumo de energia, contribuindo para **ganhar tempo**. A substituição do transporte individual pelo transporte coletivo, modificações na iluminação, calefação, aquecimento de água, ar condicionado, etc., não só representam economia de energia, como também redução do consumo de outros bens e elevação da poupança. Políticas de preço de combustíveis, que reflitam a escassez relativa dos produtos energéticos no mercado, são da mais alta relevância para reduzir o consumo de energia — **ganhar tempo** — e para aumentar a lucratividade das empresas, isto é, para obter recursos para investimento.

O aumento da poupança social por esses e outros meios permitirá reservar 10% do Produto Interno Bruto, ou um terço da poupança total, para investir na ponte energética (v.g. em energia nuclear) no futuro próximo e, depois, na produção da energia do futuro, quando a tecnologia nos disser qual será ela.

O equivalente a 5% do PIB será investido na pesquisa e no desenvolvimento da tecnologia da energia do futuro e na formação do pessoal científico e técnico necessário. Assim, a metade da poupança social estaria comprometida com o setor energético, ficando a outra metade — 15% do PIB — para investir nos demais programas prioritários. Este nível de investimento é, grosso modo, o equivalente ao que hoje é aplicado nos setores não-energéticos em muitos países, o que quer dizer que a estratégia proposta não sacrifica o crescimento econômico, mas reordena o consumo para obter recursos para a energia do futuro.

Nível tão elevado de investimento em pesquisa e desenvolvimento da energia do futuro poderá nos garantir que ela estará disponível antes que a energia do presente se esgote, ou fique de tal maneira escassa e seus preços subam tanto, que se torne inevitável uma queda generalizada no nível de vida da maioria das pessoas, comprometendo, talvez, a possibilidade de se desenvolver a energia do futuro.

Muito mais precisa ser pesquisado a respeito do impacto da estratégia sugerida. Não nos moveu ao fazer a presente formulação — visionária talvez — outro propósito senão gizar os contornos e mencionar alguns conceitos básicos da transição energética por que deve passar a humanidade. Estamos convencidos de que algo desta natureza é indispensável se o homem espera ter outro futuro que não seja uma guerra nuclear ou crescente pobreza, sofrimento, penúria e uma população declinante, como decorrência da escassez de energia complementar e da eventual exaustão das reservas de energia fóssil. Antes de concluir este esboço de estratégia para a sobrevivência coletiva, vou referir-me ao aspecto da maior importância: o desperdício de recursos energéticos, humanos e financeiros com a produção de material bélico.

A estratégia sugerida pode ser grandemente facilitada se as duas superpotências chegarem a um acordo para sustar a corrida armamentista. Os US\$ 400 bilhões gastos anualmente em armamentos poderão ser usados para ajudar a desenvolver a energia do futuro. A economia da energia do presente, que hoje é usada para produzir armas e para treinar tropas, alongaria a vida das reservas energéticas existentes. E o talento humano que se dedica a produzir engenhos de guerra, cada vez mais mortíferos e sofisticados, poderia dar valiosa contribuição para desenvolver a tecnologia da energia do futuro.

Diante do inexorável esgotamento das fontes mais preciosas de ener-

gia do presente e das incertezas e altos custos da energia do futuro, parece insensato que as superpotências e os demais países industrializados se confrontem, se digladiem, desperdicem recursos materiais, queimem energia inutilmente, como se inimigos fossem, quando deveriam colaborar para vencer os verdadeiros inimigos: a falta de tempo, a escassez de Capital e a insuficiência de Tecnologia. Só a colaboração e o esforço conjunto de todos permitirão fazer a transição energética, da energia do presente, escassa, cara e em processo de esgotamento, para a energia do futuro, abundante ou quase ilimitada, que assegurará um futuro de paz, tranquilidade, riqueza e felicidade para a espécie humana.

Abstract: In this article the author analyzes the energetic resources of our time which technology the human being have already known. He calls the attention for the demand pressure on such resources and their exhaustion in the future. He arguments that the nuclear energy is the way for the humanity to have the necessary time to discover another sources of energy and the way to produce them.

