
Eficiência energética

Uma chance negligenciada em âmbito nacional e internacional*

EBERHARD JOCHEM

A necessidade energética do ser humano é uma demanda derivada de necessidades vitais imediatas como alimento, moradia protegida das intempéries, recintos com temperatura agradável, necessidades de saúde, mobilidade e comunicação, que por meio da atual tecnologia geram uma demanda de energias úteis (por exemplo, calor, força, iluminação). No entanto, sem um considerável aprimoramento da eficiência energética na satisfação dessas demandas de fornecimento de energia, a demanda mundial *per capita* de energia primária se elevaria rápida e essencialmente a partir dos atuais 65 gigajoules (ou 18.000 kWh) por cabeça e ano.

Em boa parte há necessidade de um considerável aprimoramento do aproveitamento da energia porque atualmente 80% do consumo global de energia primária se baseia em petróleo, carvão e gás natural, liberando com isso emissões de CO₂ de origem energética num volume superior a 26 bilhões de toneladas por ano. Somente para diluir essas emissões antropogênicas de gases de efeito estufa a um nível em que a concentração atmosférica de CO₂ não conduza a modificações climáticas inaceitáveis em razão da limita-

* Publicado originalmente em *Internationale Politik, Energie und Klima*, Europa Archiv, n. 8, p. 39-47, agosto de 2004.

da capacidade de absorção natural,¹ a humanidade precisaria de três a quatro atmosferas.

Hoje bem mais da metade da humanidade precisa contentar-se com menos suprimento energético do que seria necessário para uma vida humana digna,² e até hoje dois bilhões de pessoas ainda não têm acesso à energia elétrica, nem sequer para bombear água ou operar algum equipamento hospitalar. E ainda que se alcançasse uma existência humanamente digna naqueles países com cerca de 36 gigajoules (10.000 kWh) de demanda energética anual por cabeça (com a atual tecnologia), as pessoas passariam a buscar o mesmo estilo de vida e o mesmo conforto que lhes são apresentados via cinema e televisão ou por narrativas do “Ocidente Dourado”. Se apenas a China, com seu mais de um bilhão de habitantes, atingisse a mesma densidade de veículos de passeio como a da Europa atual, a quantidade mundial de automóveis duplicaria.

Presumindo-se para este século um crescimento populacional para até onze bilhões de indivíduos, um crescimento moderado da economia mundial e uma melhora da eficiência energética da ordem de 1% ao ano (um valor médio observado por várias décadas em muitos países mesmo sem particulares esforços de política energética e por isso também chamado de “progresso tecnológico autônomo”), a demanda mundial de energia no ano de 2100 seria quatro a cinco vezes maior do que hoje. Mas já nos dias de hoje lançam-se na atmosfera quatro vezes mais emissões de CO₂ do que seria admissível no final deste século para que a concentração atmosférica de CO₂ não excedesse 450 ppm (0,45 litro de CO₂ em cada 1.000 litros de ar). Esta é uma elevação crítica de concentração para que o aquecimento médio da atmosfera junto à superfície terrestre não exceda os 2°C neste século.

Segundo os biólogos, esta elevação média máxima da temperatura seria o limite para que as florestas das zonas temperadas não

1. Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), 2001.

2. UNDP/World Energy Council/DESA, World Energy Assessment, 2000.

morram mais depressa (emitindo com isso ainda mais CO_2) do que as florestas mediterrâneas ou subtropicais possam renovar-se. Neste sentido, o gargalo de recursos deste século não é a disponibilidade de combustíveis fósseis, mas a limitada capacidade de absorção da atmosfera como “lixão” para gases de efeito estufa.

Este olhar para o futuro desperta a busca por opções que, por um lado, satisfaçam a crescente demanda de serviços energéticos e, por outro, freiem primeiramente o aumento das emissões de CO_2 dos vetores energéticos fósseis, para depois revertê-las.

Do ponto de vista da tecnologia energética, o atual consumo de energia nos países industrializados ainda apresenta um considerável volume de perdas de energia nos diversos estágios de processamento e na demanda de energia útil: representam cerca de 25 a 30% no setor de transformação (todos os processos de conversão da energia primária à final) com perdas muito grandes mesmo nas usinas termoeletricas mais novas (níveis de aproveitamento anuais entre 41 e 60%); aproximadamente um terço na conversão de energia final em energia útil, com perdas extremamente elevadas nos sistemas de acionamento de veículos rodoviários (aproximadamente 80%) e na própria área de energia útil, com 30 a 35%, além de perdas muito elevadas em edifícios e processos industriais de alta temperatura.

Do ponto de vista exergético (ou seja, com vistas a sua capacidade de trabalho ou sua temperatura), as perdas nesses dois estágios de conversão são ainda mais altas (no total em média 85 a 90% para um país industrializado da OCDE – Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico). Segundo este critério de medição da segunda lei da termodinâmica, a tão decantada modernidade da sociedade industrial está mais para o estágio da idade do ferro da história da energia.

1. Aprimoramento da eficiência energética

Trabalhos teóricos de meados da década de oitenta até o início da década de noventa (descritos, por exemplo, pela Comissão de

Enquete do Parlamento Alemão em 1990)³ mostraram pela primeira vez que a demanda de energia primária por prestação de serviço energético poderia ser reduzida em média em mais de 80 a 85% da atual demanda de energia. Em Zurique, esse potencial foi formulado pelo Conselho das Escolas Técnicas Superiores Confederativas (ETH) no âmbito das considerações sobre desenvolvimento sustentado na forma de uma visão da sociedade de 2000 watts, que deveria ser atingível aproximadamente até a metade deste século. Já em meados dos anos noventa, produtores de tecnologia tentaram em conjunto com a pesquisa aplicada examinar não só a viabilidade técnica, como também e aceitabilidade social de tais visões (JOICHEM, 2004:283-296).

Do ponto de vista tecnológico e organizacional, os mencionados objetivos e considerações são explicitados na atual discussão científica da seguinte maneira:

- eficiência consideravelmente melhorada nos dois estágios de conversão de energia primária em energia final e de energia final em energia útil, freqüentemente com novas tecnologias (por exemplo, instalações combinadas de geração de energia elétrica, tecnologia de células de combustível, substituição de combustores por turbinas a gás, bombas térmicas ou transformadores de calor, motores *sterling* e outros conversores de energia);
- considerável redução da demanda de energia útil por prestação de serviço energético (por exemplo, edifícios solares passivos ou de baixa energia, substituição de processos térmicos de produção por processos físico-químicos ou biotecnológicos, projetos mais leves para peças móveis ou veículos, realimentação ou armazenamento de energia motriz);
- maior reciclagem e reutilização de produtos de materiais altamente dependentes de energia e maior eficiência de materiais

3. Comissão de enquete “Provisão para a proteção da atmosfera terrestre” (*Vorsorge zum Schutz der Erdatmosphäre*) do 11º Parlamento Alemão, 1990.

por meio de projetos aprimorados ou propriedades de material com o efeito de nítida redução da demanda de materiais primários por prestação de serviço de material;

- intensificação do aproveitamento de bens de capital e utilitários de longa vida útil por meio de *leasing* de máquinas e equipamentos, compartilhamento de veículos e outros serviços de acompanhamento de produtos;
- configuração do espaço de novas áreas industriais ou outras ocupações de área segundo critérios energéticos, bem como melhor entrelaçamento das funções de moradia, produção, comércio e atividades de lazer, visando à redução da mobilidade motora.

2. Chances desperdiçadas

Estas diferentes possibilidades de eficiência de energia e materiais, muitas vezes rentáveis, são negligenciadas por quase todos os países, embora constituam uma das principais contribuições para a solução do problema climático neste século, e para a preservação dos recursos de vetores energéticos fósseis, bem como de combustíveis nos países em desenvolvimento. Os motivos deste desperdício de chances são numerosos (JOICHEM, 2003:9-14). Trata-se de milhares de técnicas e de milhões de tomadores de decisão em domicílios, empresas, escritórios e repartições em decisões de investimento, rápida eliminação de distúrbios por falhas de equipamentos e operação de máquinas, veículos, aquecedores e instalações acionadas por energia de todo tipo na vida diária. Portanto, a multiplicidade abrange aspectos tecnológicos em todo o conjunto de capitais da economia, além de decisões por investimentos novos ou substitutivos, inclusive decisões de comportamento na vida diária de quase todas as pessoas na sociedade.

Essa multiplicidade talvez seja a principal razão para o fato de que aplicações mais racionais de energia e materiais não são nem atraentes para a mídia, nem ocorra “naturalmente” uma clara

formulação de interesses. Pelo contrário, há suficientes conflitos de interesse entre produtores de tecnologia, planejadores, arquitetos, proprietários de imóveis, empresas de *leasing*, empresários em geral e fornecedores de energia.

O produtor de tecnologia poderia instalar motores de alta eficiência nos equipamentos, mas o cliente geralmente só olha para os custos do investimento, não para os do ciclo de vida. Não é diferente com os artesãos, com suas ofertas de alguma caldeira de alta eficiência, sistemas de janelas ou isolamento térmico.

Os planejadores e arquitetos são remunerados segundo critérios que não levam em conta os conhecimentos e o custo de planejamento de construções poupadoras de energia. É preciso que o incorporador ou o proprietário do imóvel requeira isso explicitamente, sem que em geral possa julgar a eficácia do projeto.

Também o fornecedor de energia quer faturar e, por conseguinte, tende também a calar-se sobre a solução mais eficiente, passando a oferecer a segunda melhor. O cliente se satisfaz, já que não conhece a solução que seria melhor para ele.

Mediante o argumento da competitividade, que de resto só se aplica a uma fração das indústrias grandes consumidoras de energia (um pequeno percentual do valor gerado no país), o tema das condições gerais poupadoras de recursos em âmbito nacional é arquivado via exigência de regulamentações no âmbito da OCDE.

Conclusão: não somente as possibilidades de eficiência energética existentes em toda parte levam à banalidade; também os conflitos de utilização e as ponderações das decisões da vida diária fazem com que uma sociedade com pouca consciência de sustentabilidade e preservação de recursos não leve em conta as possibilidades de aplicação eficiente de energia – nem mental nem praticamente. Isto se aplica também aos países em desenvolvimento, que em sua (compreensível) busca por desenvolvimento econômico assumem sem critério suficiente os modelos de decisão dos países industrializados e, em caso de dúvida, também suas tecnologias obsoletas.

3. Desvantagens do comércio de bens usados

A exportação de máquinas e instalações usadas dos países industrializados tornou-se, na última década, um ramo importante da economia, com faturamento de atualmente 100 bilhões de euros e altas taxas de crescimento, em alguns casos de dois dígitos (JANISCHWESKI, HENZLER e KAHLENBORN, 2003). Máquinas e instalações usadas constituem para os investidores com pouca disponibilidade de capital nos países emergentes e em desenvolvimento uma solução rápida e de baixo custo para a substituição de parques de máquinas obsoletos e especialmente para a instalação de novas capacidades de produção. Para os exportadores dos países industrializados também se trata freqüentemente de um meio barato de “descarte” de instalações, veículos e máquinas já amortizados.

Na área dos bens de capital e de consumo duráveis (por exemplo, máquinas-ferramenta, de acabamento, embalagem e produção de alimentos, bem como de geradores a diesel), essas exportações em geral são altamente proveitosas para os países importadores, porque essas gerações de máquinas e instalações requerem consideravelmente menos capital e também não demandam ainda tanto *know-how* quanto as gerações mais novas, precisam especificamente de mais mão-de-obra e muitas vezes são de adaptação e reparo mais fácil. Portanto, as importações de bens de capital e de consumo duráveis usados podem contribuir para acelerar bastante o desenvolvimento de países emergentes e em desenvolvimento, vindo a satisfazer as principais necessidades básicas das suas populações. Além disso, nesse tipo de instalação o consumo de recursos e a carga ambiental não diferem muito de uma geração para outra, sendo também relativamente baixas em comparação com a indústria de materiais básicos.

Por outro lado, o proveito de exportações de instalações usadas da indústria básica (por exemplo, instalações de produção de metais, pedras e terras, bem como de produtos químicos primários) e de instalações centrais de conversão de energia (usinas elétricas, re-

finarias) pode ser discutível. É que em geral as instalações de gerações mais antigas apresentam consumos específicos de energia relativamente altos, altas emissões específicas (ar, água, resíduos) e vidas úteis residuais relativamente longas.

Na Índia, na China ou na América Latina têm sido instaladas no momento refinarias, siderúrgicas ou usinas elétricas que vinham funcionando na Europa ou nos Estados Unidos há 30 anos e que, nos últimos anos, foram desmontadas para serem importadas por aqueles países. Assim, os baixos custos de capital são comprados à custa de um consumo relativamente alto de recursos em comparação com instalações novas, de modo que se deveria computar seu aproveitamento líquido do ponto de vista da sustentabilidade, levando-se em conta os investimentos poupados, as diferenças dos custos e riscos operacionais e dos lucros ou prejuízos sociais.

De forma semelhante ao que ocorre com máquinas e instalações da indústria básica, o comércio de veículos usados, especialmente de carros de passeio, no valor de 50 bilhões de euros/ano, tem um aspecto ambivalente. Por um lado ele possibilita um rápido atendimento à demanda de transporte por caminhões, ônibus e bondes nos países importadores. Por outro lado, exportam-se para esses países (entre eles também países da Europa central e oriental) veículos – principalmente carros de passeio – com vida útil residual de dez ou mais anos, demanda específica de combustível elevada e emissões específicas relativamente altas, implicando consideráveis problemas decorrentes, que poderiam antes prejudicar um desenvolvimento sustentado desses países.

Os motivos disso são: alta drenagem de divisas por importação de combustíveis ou volumes de petróleo, alta carga de poluição atmosférica, especialmente em áreas urbanas, altos índices de acidente por causa de tecnologia veicular obsoleta, falta de peças e manutenção deficiente, empecilho à criação de uma indústria automobilística local, demanda insuficiente ou retraída por serviços de trânsito em cidades e aglomerados urbanos por causa do crescimento do tráfego viário.

4. Perdas por má construção

A participação dos países em desenvolvimento nas atividades mundiais de construção civil consiste atualmente em cerca de um terço, com rápido crescimento (na China, a metade das edificações residenciais urbanas só foi construída na década de noventa). Em razão de normas de construção insuficientemente rigorosas ou de práticas construtivas insuficientemente baseadas nas normas, em muitos países emergentes e em desenvolvimento as novas edificações demandam de um a dois terços a mais de energia para calefação ou climatização do que seria economicamente adequado. Essa técnica de construção inadequada não somente acarreta altos custos para a economia como um todo e drenagem de divisas em consequência das quantidades de energia necessitadas, como também elevadas emissões em plano tanto local como regional e também para o efeito estufa no plano global.

No interesse dos países importadores e em desenvolvimento, caberia observar criticamente o valor macroeconômico da importação de instalações usadas com alto consumo de energia na indústria básica e da economia energética, bem como de veículos de passeio usados e a construção de edificações inadequadamente adaptadas ao clima por causa de sua alta demanda de recursos (energia, matérias-primas, água, áreas de descarte), do maior perigo de acidentes e das cargas ambientais locais e regionais. Além disso, as emissões de gases climáticos, especialmente as emissões de CO_2 , metano e N_2O de origem energética, bem como de ozônio troposférico de geração indireta, também se refletem retroativamente sobre os países exportadores: seja por danos maiores decorrentes de alterações climáticas e da necessidade decorrente de maiores investimentos em adaptação, seja por exigências mais elevadas de restrição de emissões nos países industrializados em consequência da necessidade global de limitação das concentrações atmosféricas de gases de efeito estufa.

Há uma série de condições marginais que favorece o comércio de bens usados e as normas de construção deficientes (METZ et al, 2000), como por exemplo:

- insuficiência de capital nos países emergentes e em desenvolvimento, que em geral passam hoje por um desenvolvimento bem mais acelerado que os países industrializados entre 150 e 50 anos atrás;
- informações insuficientes dos fornecedores de máquinas, instalações e veículos para seus clientes, ou dos arquitetos e construtores (sobre consumo de energia, tecnologia de edificações, emissões, possibilidades de aprimoramento, necessidades de manutenção);
- informações insuficientes dos investidores nos países emergentes e em desenvolvimento sobre os custos operacionais e de capital (por exemplo, custos de ciclo de vida) de novas instalações e máquinas ou de projetos de construção adaptados como alternativas de investimento via contratação como alternativa de manejo;
- exigências insuficientes dos países importadores para as importações de bens usados e normas de construção insuficientes; eventualmente também inobservância de exigências existentes;
- o dilema investidor/usuário, freqüente em edificações, especialmente por regulamentações de devolução de resíduos e produtos nos países industrializados (por exemplo, o caso de carros de passeio na Alemanha);
- a intermediação de ofertas e demanda via internet, com alta velocidade e custos de busca relativamente baixos.

No caso de exportações de bens usados existe em parte uma lacuna político-administrativa, em boa parte por falta de dados comerciais sistemáticos (com exceção de carros de passeio), que poderiam constituir uma base para avaliação mais precisa de efeitos sobre o trabalho, os recursos e o meio ambiente, bem como para no-

vas providências. No âmbito de edificações, falta uma visão sistemática das atuais normas para construções novas e modernizações, bem como de tecnologia de aquecimento, ventilação e climatização que permitam derivar diretrizes para determinados países, investidores e instituições internacionais ou de financiamento.

5. Efeitos sobre o meio ambiente e o crescimento

É muito provável que o comércio de instalações industriais básicas e energéticas usadas, bem como de veículos rodoviários, que se encontra em rápido crescimento, contribua para uma elevação significativa de emissões locais e também globais. É que tão-somente a transferência de termelétricas usadas movidas a combustíveis fósseis com capacidade anual total de 23 gigawatts proporciona emissões de CO_2 da ordem de 220 milhões de toneladas (ou seja, de 25% do total de emissões anuais de CO_2 da Alemanha) e de um milhão de toneladas de dióxido de enxofre por ano a mais que usinas modernas.

Os três milhões de carros de passeio que os países da OCDE exportam anualmente ao resto do mundo causam emissões adicionais de no mínimo dez a doze milhões de toneladas de CO_2 e mais que o dobro das emissões de hidrocarbonetos e CO que veículos novos. Esses compostos causam consideráveis danos à saúde nas regiões urbanas dos países em desenvolvimento, cuja importância é avaliada em 1% ou mais do produto interno bruto. A carga ambiental adicional, bem como gargalos de fornecimento de energia elétrica e combustível com conseqüências econômicas em razão de edificações com isolamento térmico insuficiente são provavelmente bastante subestimados.

Em média, os possíveis ganhos de eficiência energética situam-se entre 15 e 25% (instalações industriais) e 40 e 60% (edificações). Esse excesso de consumo de recursos custa aos países emergentes e em desenvolvimento grande volume de recursos econômicos para investimentos adicionais e moeda forte para as importações de

energia necessárias (na maioria dos casos) ou para a produção doméstica de energia. Seria o caso de verificar em que medida esses dispêndios econômicos retardam perceptivelmente o processo de crescimento dos países em desenvolvimento e emergentes. Recomenda-se enfaticamente estabelecer uma distinção bem mais precisa entre as classes e os anos de fabricação dos diversos bens importados, a fim de assegurar um desenvolvimento sustentado nos países em desenvolvimento.

A discussão desta temática não pretende desviar a atenção das falhas ainda grandes de progresso na poupança de recursos nos países industrializados. Mas o Conselho de Desenvolvimento Sustentado propõe considerar que o principal crescimento do consumo de recursos naturais nas próximas décadas se dará nos países em desenvolvimento (RAT FÜR NACHHALTIGE ENTWICKLUNG, 2003), razão pela qual é aqui que se define decisivamente a via do desenvolvimento sustentado em relação aos recursos. O Conselho vê aqui a chance de desenvolvimento sustentado em países em desenvolvimento e emergentes sem que se cometam os erros de lançar mão de recursos da forma inadequada que até hoje se continua observando nas atuais nações industrializadas.

7. Visão da economia cíclica

Além destas possibilidades técnicas e organizacionais visando à eficiência energética e material, da economia cíclica e da intensificação de rendimento, cabe ainda considerar quais fatores influenciariam a demanda de necessidades adicionais de prestações de serviços de energia e materiais, uma vez que o aumento da renda, a maior eficiência de recursos e novas tecnologias, tais como informatização da sociedade, abrem novas demandas de serviços de energia e materiais.

Para se chegar a uma sociedade industrial de 2000 watts até meados deste século e assegurá-la por longo prazo, caberá perguntar se numa sociedade pós-industrial haverá de fato necessidade de

suficiência (ou auto-suficiência) em bens materiais (inclusive de mobilidade). Isto não implica a questão de uma economia mundial estacionária, uma vez que o crescimento em direção a bens imateriais (por exemplo serviços) de modo nenhum se restringiria. Teoricamente seria imaginável que em uma economia (material) (quase) totalmente cíclica, que lance mão exclusivamente de energias renováveis para perdas energéticas remanescentes, a suficiência energética deixe de ser uma condição necessária ao desenvolvimento da sociedade pós-industrial.

Com esta visão de uma economia cíclica materialmente estacionária, mas altamente eficiente e movida a fontes de energia renováveis, o problema das variações climáticas também seria solucionável em prazo prolongado.

Referências bibliográficas

COMISSÃO de enquete “Provisão para a proteção da atmosfera terrestre” (*Vorsorge zum Schutz der Erdatmosphäre*) do 11º Parlamento Alemão. *Proteção da Terra*. Levantamento com propostas de uma nova política energética. Bonn, 1990.

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE (IPCC). *Climate change 2001 – Mitigation: Contribution of Working Group III to TAR of the IPCC*. Cambridge: Cambridge University Press, 2001.

JANISCHWESKI, Jörg, HENZLER, Michael P., KAHLENBORN, Walter. *Gebrauchtgüterexporte und Technologietransfer – Ein Hindernis für nachhaltige Entwicklung in Entwicklungs- und Schwellenländern?* Rat für Nachhaltige Entwicklung (eds.), Berlin 2003.

JOCHEM, E. Energie rationeller nutzen – Zwischen Wissen und Handeln. *GAIA*, 11, p. 9-14, 2003 (4).

_____. R&D and Innovation Policy. Pre-conditions for making steps towards a 2000 Watt/cap society. *Energy and environment*, 15, p. 283-296, 2004 (2).

METZ, Bert, DAVIDSON, Ogunlade R., MARTENS, Jan-Willem, VAN ROOIJEN, Sascha, VAN WIE McGRORY, Laura. Methodo-

logical and technological issues in technology transfer special report of IPCC. *Working Group III*, Cambridge, 2000.

RAT FÜR NACHHALTIGE ENTWICKLUNG. *Gebrauchsgüterexporte und Baupraxis von Gebäuden*. Empfehlungen des Rates für Nachhaltige Entwicklung an die Bundesregierung. Textos n° 5, novembro de 2003.

UNDP/World Energy Council/DESA, World Energy Assessment. Chapter 6: End-use Energy Efficiency; United Nations Development Program (UNDP). Nova York, 2000.

Resumo

O artigo revela que há necessidade de um considerável aprimoramento do aproveitamento da energia porque atualmente 80% do consumo global de energia primária se baseia em petróleo, carvão e gás natural, liberando com isso emissões de CO₂ de origem energética num volume superior a 26 bilhões de toneladas por ano. Somente para diluir essas emissões, a humanidade precisaria de três a quatro atmosferas.

Em seguida, aponta-se que existe certo desperdício nas chances de aprimoramento energético em diferentes países, por várias razões, e apresentam-se os problemas relacionados ao comércio de bens usados, às perdas por má construção civil e os efeitos que isso provoca no meio ambiente.

Conclui-se que olhar para o futuro, tendo em vista o crescimento populacional, desperta a busca por opções que, por um lado, satisfaçam a crescente demanda de serviços energéticos e, por outro, freiem primeiramente o aumento das emissões de CO₂ dos vetores energéticos fósseis, para depois revertê-las, dentro de uma perspectiva de economia cíclica.