

ELEMENTOS DE UMA ECONOMIA POLÍTICA DA ENERGIA

Fernando Pedrão

Professor do Departamento de Ciências
Econômicas e Sociais da UNIFACS

Resumo

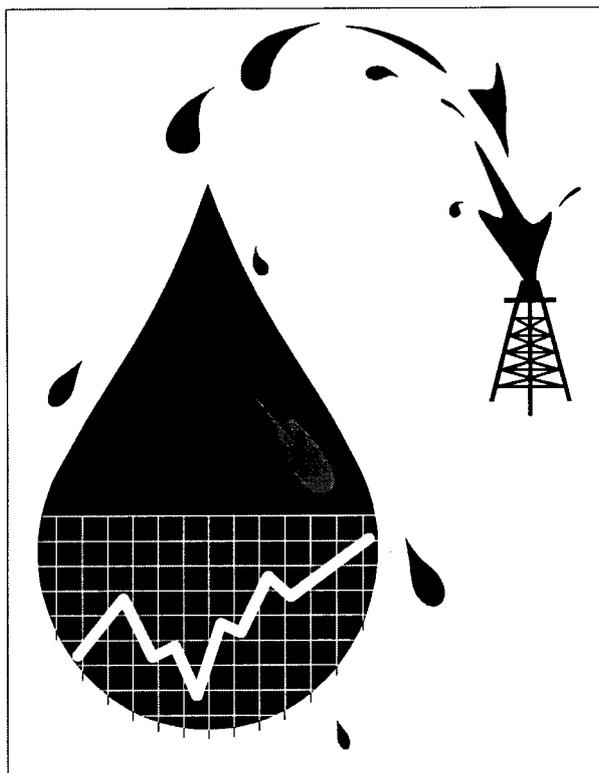
A economia da energia é um campo de interesse que se afirma hoje, ao tornar-se claro que as possibilidades de transformação dos sistemas de produção dependem, completamente, do modo e da intensidade como usam energia. Os custos e resultados do aproveitamento de energéticos, um por um e em combinações, trazem para a análise econômica os problemas relativos a escassez absoluta e ao encadeamento nos usos das tecnologias. A definição do campo de análise da energia é uma tarefa a ser tomada em seu sentido mais amplo, compreendendo aspectos doutrinários e de método, no campo da economia política.

A análise social e técnica da energia

A energia é um campo emergente de interesse da economia, que não se limita à análise de aspectos operacionais, mas trata do modo energético da produção, isto é, o significado da produção enquanto uso de energia. Um estudo sistemático do modo energético de produzir e consumir, leva a explicar como a sociedade usa energia e como faz para viabilizar esse uso.

Nesse sentido, coloca-se a abordagem da Economia Política, que liga os problemas de preços aos de formação social de valor; e ancora a formação de valor em agentes concretos da atividade econômica. Separa-se, portanto, da visão de engenharia econômica, que se limita aos aspectos operacionais do problema. Por

extensão, considera os aspectos de distribuição da renda envolvidos no modo de produzir e de distribuir energia. Ao reconhecer que toda produção é um uso de energia, torna-se necessário estudar a formação do capital, tal como ela se realiza em sistemas específicos de recursos e



condiciona a formação e a distribuição da renda.

Assim, numa análise histórica e tecnicamente atualizada, é preciso levar em conta que na sociedade econômica há uma pluralidade de pontos de vista, que convergem ou divergem sobre as decisões adotadas no cotidiano, que representam os interesses envolvidos no acesso e no controle da energia. Antes da habi-

tual divisão entre produtores e consumidores, estão os pontos de vista dos grupos efetivamente representados pelo Estado, pelas empresas e pelos usuários - que compreendem segmentos da sociedade que não dispõem dos recursos necessários para serem consumidores - além dos próprios consumidores¹. Reconhecer usuários além de consumidores, significa levar em conta as manifestações não econômicas de interesse, que entretanto têm efeitos finais econômicos, ou ainda, reiterar o princípio de direito público, do qual deriva a responsabilidade pública.

Frente a essa pluralidade de interesses, colocam-se três observações principais:

a. A oferta de energia é obtida da exploração de recursos energéticos que diminuem. Envolve uma distribuição socialmente desigual dos custos da obtenção dessa energia e alterações no balanço social de poder, consequentes do controle da produção de energia. Nas condições hoje prevalentes de financiamento, na produção de energia em grande escala, encontra-se uma clara tendência à formação de monopólios internacionalizados, substituindo monopólios públicos nacionais.

b. Há um progressivo condicionamento técnico da produção à composição das fontes que são usadas, com perfis de externalidades proporcionais a essa composição. O controle da tecnologia do setor enseja o controle das externalidades, portanto, da lucratividade sobre os novos investimentos.

c. Na sociedade em seu conjunto, há um uso total de energia progressivamente crescente, mesmo quando se reduz o componente energético dos produtos finais. Tal comportamento se atribui ao crescimento demográfico, à urbanização e à industrialização.

Adicionalmente, aceitam-se alguns pressupostos. Primeiro, de que o consumo de energia de determinadas fontes entra em custos crescentes e em crescente escassez, chegando ao esgotamento. Segundo, que a sociedade industrializada gera resíduos de difícil absorção, inclusive com um crescente componente de resíduos, cujo tratamento implica em custos incontrolados. Entram aí a emissão de gases, o lixo atômico, a acumulação de plásticos não degradáveis. Terceiro, que os custos sociais do aproveitamento industrial das fontes convencionais levam a uma pesquisa contínua, visando melhor aproveitamento técnico e menores custos ambientais.

Há, portanto, custos crescentes para sustentar a oferta de energia, em quantidades e preços, para a sociedade em seu conjunto. Tais custos distribuem-se ao longo do tempo, representados pelo esforço realizado pela sociedade para realizar os investimentos necessários. Por exemplo, quando o Brasil já realizou a maior parte das barragens hidrelétricas de baixo custo ambiental, uma ulterior expansão desse sistema significa maior custo social em termos de inundação de terras, portanto, perda de terras agrícolas e de biodiversidade. Por extensão, expandir a oferta de energia além dos recursos nacionalmente disponíveis, implica em custos adicionais de importação, que envolvem crescente incerteza da oferta dos energéticos.²

Além disso, os novos investimentos aproximam-se ou se distanciam das unidades de produção existentes, gerando padrões de concentração e de dispersão, que significam novos elementos de custos. As tendências de concentração ou dispersão traduzem-se em pontos de tensão da operacionalidade do sistema

de produção em seu conjunto, bem como constituem restrições específicas dos retornos dos novos empreendimentos. Daí, ser necessário considerar a evolução de cada sistema de produção levando em conta suas peculiaridades e a tecnologia incorporada pela sociedade, com seus efeitos acumulativos sobre a gestão de recursos.

A partir desses elementos iniciais, a visão da totalidade de produção e consumo deve desenvolver um tratamento do problema de custos, distinguindo as condições em que operam as sociedades plenamente industrializadas das condições de sociedades sub-industrializadas como a brasileira. Pela mesma razão, é preciso levar em conta que países emergentes como o Brasil, passam por intensas transformações, apresentando um quadro geral de dinamismo, que não se compara com a continuidade dos países plenamente industrializados de menor porte. Por isso, é preciso levar em conta os seguintes pontos.

a. Os custos sociais da troca de energia potencial em energia cinética, comparados com os custos de reposição do sistema de recursos. Admite-se que o sistema de recursos físicos tem custos diferenciados de reposição, compreendendo custos desigualmente crescentes para seus diferentes componentes e, ainda, incluindo componentes absolutamente escassos. Isso quer dizer que o sistema de recursos físicos resulta em efeitos diferenciados de acelerador dos investimentos.

b. Os custos sociais das trocas entre energia potencial e cinética realizados no âmbito dos sistemas de produção de energia socialmente organizados, subentendendo-se que esses sistemas têm comportamentos diferenciados, segundo sua magnitude, sua composição e a relação entre as funções de produzir, distribuir e transportar a energia.

c. As trocas entre produção de energia cinética e re-

posição do sistema de recursos. Essa visão do desgaste do sistema de recursos leva a examinar os modos de produção e uso de energia, segundo eles são mais ou menos sensíveis à entropia ao longo do tempo, em cada sistema econômico. Com esse critério, identificam-se as seguintes características da produção de energia nas sociedades industrializadas de hoje:

i. A presença de modos de produzir e usar energia, mais ou menos integrados em sistemas e mais ou menos sensíveis à entropia, portanto, assimiláveis a diferentes noções de duração, ao lado de uma pluralidade de modos de produzir e usar, segundo a heterogeneidade de cada sistema de produção. A coexistência entre as formas integradas e as pulverizadas decorre dos interesses do capital, diretamente ou através dos mecanismos de Estado.

ii. A presença de modos de organização e gestão dos sistemas de produção e uso de energia, segundo os modos específicos como eles alteram o desempenho dos sistemas de produção em sua forma atual e em sua possível trajetória de desenvolvimento, incidindo sobre seu desempenho futuro. Os modos de organização e gestão refletem experiências de cada sociedade e a racionalidade de seus agentes.

Assim, o sistema de produção de energia em seu conjunto tem parâmetros próprios de custos, que se distribuem nos empreendimentos específicos, segundo sua escala, localização e duração, pré-definindo como cada um deles chega ao mer-

1 Na compreensão dos modos de manifestação de interesses, é oportuno referir à classificação de Habermas (1987), de combinação de bens ideais e bens materiais na constituição dos interesses de grupos estruturados, segundo sua manifestação cultural na economia.

2 É preciso rever o modo de estimar a intensidade de uso de energia na produção. Muitos documentos de órgãos internacionais referem-se à densidade de energia nos produtos finais. Nesse sentido, por exemplo, a cerâmica e o alumínio são, praticamente, energia concentrada. No entanto, esse critério é impreciso e distorce a realidade, já que não aprecia os resultados para a sociedade, em termos de devolução de recursos à natureza. A cerâmica devolve recursos não destruídos, enquanto o alumínio líquida a matéria prima, a bauxita. Outros casos, como do desvio do curso de rios e de desmatamento, têm efeitos negativos que excedem por completo o horizonte dos investimentos que os justificam.

cado. Desse modo, leva-se em conta como se desenvolvem os modos de uso de energia para fins produtivos e para consumo.

A consistência material da análise

Para ser relevante, a análise econômica da energia deve ser consistente com a realidade, além de ser logicamente consistente. Para isso, tem que abranger os aspectos de produção, transporte e consumo, com os consequentes problemas de distribuição e conservação. Com essa finalidade, deve tratar de aspectos relativos à integração dos diversos aspectos de custos nos planos macro e micro, cobrindo usos regulares e esporádicos. Destacam-se os seguintes aspectos:

a. A comparação entre custos atuais e futuros, considerando a reversibilidade ou irreversibilidade do desgaste dos recursos e o horizonte móvel³ de conhecimento dos recursos. A noção de horizonte móvel é instrumentalmente necessária nesta abordagem, que leva em conta o melhoramento progressivo do conhecimento, inclusive das tecnologias, bem como um fator de reprodução dos recursos do sistema físico. Por horizonte móvel entende-se a modificação do campo de visão dos problemas que se analisa, que acontece com o deslocamento em tempo e espaço da experiência num determinado campo temático.

b. Os custos sociais da gestão da produção e da distribuição de energia, no que ela gera decisões que afetam os custos futuros e representa custos atuais. A definição dos custos de transporte é relativa à escolha das fontes geradoras, entre as plantas hidrelétricas e as termonucleares, de localização totalmente rígida e aquelas plantas térmicas a gás ou a diesel, de localização flexível em seu momento de instalação.

c. Os custos atuais e futuros da energia para os usuários, considerando seus custos diretos e os custos induzidos pelas distorções de uso, introduzidas na organização social do consumo e na da produção. Presume-se que a composição dos usos

dos consumidores varia de modo mais que proporcional ao seu nível de renda; e que também varia, desigualmente, ao longo do tempo, segundo as inovações tecnológicas são incorporadas pelos diversos grupos de renda.

Com essas referências de custos, coloca-se o relativo à duração das instalações e dos equipamentos e às condições em que eles são usados. Há uma ampla variedade de situações, inclusive de equipamentos de duração indefinida, como as hidrelétricas, bem como de disposição de resíduos, como os nucleares, que comprometem qualquer tentativa de simplificação do problema de custos.

Os problemas de duração colocam-se, primeiro, no relativo a comparação entre unidades de produção de diferente duração, inclusive admitindo que muitas delas não têm duração conhecida, que não podem ser reduzidas aos termos de equipamentos cuja duração é efetivamente conhecida. Em segundo lugar, colocam-se em termos de custos ambientais, como perda de capacidade de reposição dos sistemas de recursos, determinadas por desgaste de um dado recurso, que afeta o aproveitamento dos demais. Ambos os casos podem ser exemplificados com problemas próprios dos usos sociais da água, tanto nas barragens, de duração indefinida, como no manejo dos sistemas hídricos, em que a desorganização equivale à perda da disponibilidade efetiva de água.

A complexidade do conceito de tempo é um problema técnico ainda por resolver pela teoria econômica, que sempre pautou suas noções de duração ou de prazo, pela duração dos bens de capital, ou pelos conjuntos de maquinaria industrial. O tratamento da duração dos bosques, dos sistemas de irrigação e, agora, das usinas hidrelétricas, apresentam dificuldades consequentes de terem duração indefinida. Entretanto, é uma noção fundamental para dar coerência à função reguladora do Estado, que em princípio não pode ficar restrita aos dados de cada investimento tomado por separado.

Essas diferenças de duração resultam em certa complexidade da análise, por obrigarem a estabelecer horizontes de visibilidade da depreciação do capital, que permitam estabelecer a comparabilidade dos investimentos. Essa é uma referência obrigatória da análise econômica de sistemas de produção, nos quais as estimativas correspondem a datações históricas da formação dos componentes do sistema.

Paralelamente, a impossibilidade de delimitar com precisão os períodos de referência do sistema produtor de energia, obriga a reconhecer a entropia restrita dos sistemas de produção de energia⁴, pela qual os recursos físicos estão sujeitos a perdas progressivas durante períodos significativos, apesar de não poderem, em princípio, ser consideradas como perdas permanentes. Subsidiariamente, observa-se que os problemas de duração de fenômenos devem ser colocados em lapsos suficientes para captarem as possibilidades de alteração das tendências predominantes.

Dados iniciais da análise

Na perspectiva da Economia Política, a escassez não é um dado inicial, senão que é socialmente produzida. A sociedade produz energia para seus usos, mediante um sistema de produção e de consumo, que também gera uma escassez controlada. Esta, permite estabelecer preços e reproduzir o capital aplicado. As escalas de produção são planejadas para atender dados de demanda conhecida, o que significa disponibilizar energia para atender o perfil histórico da demanda.

Em princípio, portanto, há diferenças objetivas entre o planejamento micro-econômico e o macro-econômico da energia. Ao nível de empreendimentos específicos, opera-se com uma lógica diferente da que conduz os reordenamentos técnicos do sistema de produção de energia, que implicam em riscos de mudança de composição da demanda⁵. Há uma diferença de objetivos entre o planejamento micro e o macroscópico, em que este último deve começar por

admitir que a produção de energia deve, necessariamente, mudar, refletindo alterações na composição das fontes energéticas e correspondentes alterações no padrão social dos usos de energia. Por exemplo, um crescimento do sistema à base de produção hidrelétrica implica em maior sensibilidade a variações interestacionais de disponibilidade de água, a serem compensadas com as unidades isentas dessa restrição, seja, com usinas térmicas. Tal ajuste reduz os riscos de *peak* do sistema, mas, por isso mesmo, pode induzir a distorções de consumo.

A análise econômica da produção e do uso de energia deve pois responder questões relativas à relação entre os custos de produzir energia e os de preservar o sistema de recursos, levando em conta variações de população, de renda e de complexidade do sistema de produção. Nesse contexto, a entropia do sistema deve ser considerada em dois planos: como uma tendência geral, inerente à produção de energia; e como uma tendência restrita, dada pelas características operacionais do sistema, tecnológicas e de qualificação do sistema de produção. Em princípio, não há porque pressupor que os movimentos de entropia geral e restrita sejam sempre semelhantes, nem que seus resultados sejam simétricos.

Isso significa que essa análise econômica defronta-se com um quadro de fenômenos, governado por uma tendência geral à transformação do sistema, neste caso representada pela progressiva substituição do esforço humano e mecânico direto - de ferramentas - por esforço mecânico indireto, de máquinas; e pelo aumento da capacidade instalada para produzir energia - que não necessariamente é igual a um aumento da produção - junto com uma expansão dos sistemas integrados de consumo.

Surge daí mais uma restrição à análise econômica convencional, já que na análise da energia não se pode supor um sistema invariante⁶, senão se trata de sistemas que mudam de tamanho e composição e variam de comportamento. Daí, ser

preciso estabelecer hipóteses sobre o modo de transformação da produção de energia. Por exemplo, um coeficiente representativo da alteração conjunta de crescimento da oferta real nos lugares de consumo, de energia de sistema e de energia localmente gerada, comparada com a oferta nominal, inferida da capacidade instalada ou do serviço efetivamente ofertado.

Sobre essa base, colocam-se os problemas relativos a uma análise interna de cada um dos sistemas, tomados em seu conjunto e em suas partes; e uma análise externa, voltada para as inter-relações de cada um deles com o sistema de recursos e com outros sistemas de produção. A análise interna dos sistemas deve identificar as regras pelas quais eles se expandem. É preciso explicar os modos como os sistemas se articulam uns com os outros. A primeira ocupa-se do modo de expansão de sistemas térmicos ou de sistemas hidrelétricos. A segunda estuda os modos como eles podem ser combinados.

Os aspectos de análise interna e externa terão que ser, adiante, combinados, para definirem-se as condições objetivas em que se situam os diversos usos individuais, de empresas e de famílias. Segundo sua escala e distribuição no tempo, os usos individuais têm efeitos acumulativos, que atingem a produção de energia, determinando alterações, algumas transitórias, outras irreversíveis.

A relação entre usos individuais e efeitos em cadeia logicamente depende do prolongamento dos efeitos das ações individuais e do modo como a produção de energia responde a esses estímulos, como, finalmente, eles atingem a estruturação de custos da produção de energia, em grandes e em pe-

quenos sistemas.

O pressuposto de que todos os custos são mensuráveis a nível de projetos específicos é um *a priori* da análise econômica marginalista que está sujeito a diversas objeções, como por exemplo, a possibilidade de que investimentos realizados em períodos seculares afetem a produção atual, ou que determinadas obras públicas tenham utilidade quase permanente. A estimativa de vida útil das usinas hidrelétricas é uma questão em aberto à espera de resposta convincente.

Em todo caso, a possibilidade de colocar com precisão os problemas econômicos da energia varia, de fato, ao longo do processo, para os diferentes agentes econômicos, segundo sua visibilidade da produção e do consumo.

Os dados básicos da questão podem ser ordenados nos seguintes parágrafos.

Primeiro, a produção é realizada mediante um conjunto heterogêneo de unidades de produção genericamente denominadas de plantas, com variados graus de mobilidade e desigualmente amortizadas, suscetíveis de serem representadas mediante uma curva integrada de custos. Tal visão globalizada da produção, entretanto, encobre peculiaridades do aproveitamento da capacidade instalada, que não permitem correspondente simplificação no relativo

- 3 Por horizonte móvel entende-se o campo de visibilidade dos fenômenos, que se tem a partir de determinados pontos-momento da experiência relativa à economia. Nesse sentido, pode-se falar de horizontes móveis de mercado, de disponibilidade de recursos, de situação demográfica.
- 4 Trata-se de entropia restrita em relação com a duração dos sistemas específicos de produção, com sua complexidade específica no ponto-momento em que são considerados.
- 5 As mudanças na composição da demanda decorrerão de mudanças tecnológicas e de mudanças na distribuição da renda, havendo sempre uma ligação entre as duas. Mas as mudanças tecnológicas são administradas em função de previsões de mercado e de administração de investimentos operacionais que devem ser amortizados. A linha de defesa da amortização dos investimentos leva as empresas a raciocinarem em função de sua carteira de aplicações, manejando opções de investimento como modo de proteger a rentabilidade da carteira e não de procurar os acréscimos de rentabilidade das novas tecnologias.
- 6 Toda análise econômica que não considera a realimentação dos efeitos dos aumentos de heterogeneidade do capital e de complexidade dos sistemas, de fato, trabalha com sistemas invariantes em tempo-espço, que é uma premissa obviamente sem fundamento na realidade.

ao coeficiente de aproveitamento, obrigando a considerar coeficientes de aproveitamento específicos de cada tipo de planta. Isso significa que a capacidade instalada tem condições restritas e diferenciadas de flexibilidade, para atender alterações da demanda. A rigidez subjacente descreve os umbrais dos sistemas de infra-estrutura frente ao perfil do sistema de produção. Observa-se que, a maior parte das plantas hidrelétricas e termo-elétricas nucleares não pode ser deslocada no espaço, portanto, que *há um problema de não comparabilidade entre a estrutura de custos de plantas que podem ser deslocadas e de plantas que não podem ser deslocadas.*

Segundo, os usos de energia, para produção e para consumo, respondem a condições operacionais das empresas e de consumo das famílias e das pessoas, que por sua vez refletem condições de renda. Uns e outros funcionam sobre perspectivas baseadas em experiência, que não podem ser alteradas bruscamente. Há, portanto, um fator de estabilidade no perfil temporal da demanda, que deve ser tomado como referência para qualquer proposta de política orientada a equilibrar oferta e demanda através de controle da demanda.

Terceiro, as previsões de oferta são discretas, organizadas segundo os tamanhos de planta com que podem ser atendidas; e suas respectivas duração e rentabilidade. Isso quer dizer que os custos de cada novo investimento têm que ser comparados com os dos investimentos anteriores. Comparam-se, também, com os custos sociais de não se realizarem os novos investimentos, ou de diferi-los e realizá-los fora do momento oportuno. Isso significa que os investimentos individuais só podem ser adequadamente avaliados quando reconhecidos como parte de cadeias de investimento em que são incorporados efeitos para diante e para trás das cadeias de investimento.

Assim, segundo são controlados os investimentos, formam-se combinações de decisões centralizadas e

descentralizadas, que resultam em forças tendentes à transformação; e em forças tendentes a estender no tempo os modos atuais de produzir e consumir energia. Isso, aparentemente, pode ser lido como uma regra geral, condicionada por duas variáveis não exógenas, mas que têm pautas próprias de desempenho, que são a renovação tecnológica e a educação, em que esta última significa qualificação para compreender e operar o sistema energético.

Como essas variáveis são mutuamente interdependentes, constituem uma parte do problema a ser tratada como um capítulo especial, em que se comparam as características tecnológicas da produção de energia com a qualificação dos agentes da produção e do consumo, para absorver adequadamente a tecnologia disponível. Tecnologia e qualificação são interdependentes. Mas a educação tem um significado mais amplo, atingindo as condições sociais de absorção de tecnologia.

Heterogeneidade, monopolização, regulação

Os sistemas de produção de energia tendem à heterogeneidade em sua composição técnica, porque incorporam diferentes tecnologias e maior variedade de energéticos. Mas ganham, técnica e economicamente, ao operar de modo cada vez mais integrado, para atender melhor seus demandantes e aproveitar melhor a capacidade disponível. As vantagens técnicas da operação recaem na economicidade do sistema, gerando resultados que podem ser equiparados a diferenciais de capacidade instalada⁷. Os ganhos econômicos da integração dos sistemas de produção estimulam a supor uma correspondente concentração do capital; mas não há nisso argumento algum que demonstre que esses ganhos não podem ser igualmente incorporados com uma estrutura de capital descentralizado.

A racionalidade da integração técnica e econômica não se confunde, entretanto, com a lógica da concentração do capital, que finalmente é

a que responde pela monopolização do setor. A produção de energia - petróleo e energia elétrica - tem sido um objetivo preferencial do grande capital, cuja expansão nessa área é naturalmente facilitada pela grande escala dos investimentos.

A tendência à monopolização, que tem sido característica da produção de energia, resultou numa peculiaridade da produção de energia, qual seja, de operar com preços de monopólio em suas principais transações, que dão resultados em cascata sobre as pequenas quantidades e os pequenos operadores. A grande diferença encontra-se entre o mercado de petróleo, álcool e carvão de um lado, e de hidrelétrica e termonuclear do outro; pelo aspecto de transporte e de armazenagem, que condiciona a formação de estoques, portanto, os custos de espera e a formação de preços especulativos.

A heterogeneidade da produção e do uso de energia significam, respectivamente, que os diversos componentes da produção de energia e os usos de energia têm distintos significados econômicos, para a reprodução do sistema econômico. A produção torna-se, progressivamente, mais complexa, compreendendo maior heterogeneidade do capital e maior variedade e qualificação do trabalho. Tal complexidade é desigualmente visível para seus participantes, segundo eles tenham acesso aos seus componentes tecnologicamente mais complexos ou fiquem restritos aos menos complexos. Por exemplo, os que participam do pequeno comércio, mesmo sendo bem sucedidos, não têm como perceber a complexidade das grandes empresas que combinam comércio, indústria e agricultura.

Independentemente de preços atuais e de variações de preços, não há dúvida de que a produção de energia que garante torres de controle de vôo, transportes urbanos de massa, salas de cirurgia, não pode ser comparada com a que supre salões de beleza ou salas de jogos eletrônicos, mesmo que os capitais envolvidos nessas atividades considerem-

nas prioritárias. Por isso, há diferentes pressões para a renovação e ampliação da produção de energia; e uma luta pelo poder, representada pelo controle da energia.

O desempenho atual do sistema depende de decisões anteriores e de investimentos já em construção. Por isso, ele será, objetivamente, mais sensível a decisões voltadas para resolver problemas imediatos de consumo, apesar de ser igualmente perturbado por decisões que se referem a usos futuros. O desempenho da produção de energia depende de uma cadeia de decisões, em que cada uma depende das anteriores; e em que as alterações de tendência são alcançadas mediante progressões de movimentos.

Por isso, permanece uma questão relativa aos rumos do sistema. Para onde se conduz a produção, é uma questão que atinge os interesses organizados do setor, que finalmente orientam pesquisas e afetam a viabilidade de novos empreendimentos. Por exemplo, o objetivo de aumentar a produção de petróleo é, inevitavelmente, contraditório com o de sustentação da taxa de crescimento do produto por muito tempo; antes que tudo, porque implica em reduzir a disponibilidade desse energético a longo prazo.

Distinguem-se, portanto, o significado estratégico das decisões para a reprodução do sistema e seu significado social, no que são concentradoras ou redistribuidoras de renda; e as decisões que são voltadas para a reprodução dos capitais constitutivos da esfera de interesse privado. Tal significado estratégico está nas conseqüências dessas decisões para a reprodução e aperfeiçoamento da produção de energia, combinando seus aspectos imediatos e mediatos, seus componentes mais escassos e menos escassos e seus custos.

Com essas referências, torna-se necessário examinar quanto pode sustentar-se a tendência reconhecida de entropia e como ela pode ser alterada. Como sempre há entropia, a economia da energia é sempre de

custos diferidos. A renovação tecnológica leva a admitir que a sensibilidade do sistema à entropia seja alterada, tanto de modo progressivo como abrupto; e segundo ele evolua em conjunto com movimentos concentradores ou redistribuidores de renda.

Finalmente, cabe questionar o que significam o controle público e o privado do mercado de energia, ou seja, em que consiste a regulação num mercado monopolizado, cada vez mais concentrado. Subentende-se que a regulação é exercida pelo Estado, que para isso age como facilitador de relações de mercado, travadas entre produtores e consumidores. Haveria regras gerais de mercado, válidas para todos. Mas os cidadãos só são percebidos enquanto consomem. Se não consomem não são registrados, não têm direito a energia. É uma posição ética e tecnicamente contraditória, porque a organização política da sociedade é irreduzível aos termos circunstanciais do consumo; e porque a função reguladora reporta-se a situações concretas e não a situações genéricas de mercado. Na prática, o poder regulador do Estado depende de equações de forças políticas historicamente formadas, representadas nos monopólios e na atomização dos consumidores.

Assim, trata-se de que cada sociedade tem uma capacidade de regular, que a rigor é o poder incorporado no Estado, que se exerce em condições específicas de monopolização e de representação política e poder de compra dos usuários. A regulação envolve um princípio de controle das operações que se realizam em cada mercado específico, com correspondente definição das margens monopólio que são aceitas, por razões técnicas e éticas⁷.

Inferências macro-econômicas

Há peculiaridades da produção e do

consumo de energia, que só podem ser definidas para cada país em seu conjunto, que compreendem peculiaridades setoriais e regionais, dadas pela composição de recursos e de concentração de capital. Para entendê-las, parte-se da relação entre potencial e possibilidades de aproveitamento⁹, seguindo com a relação entre o crescimento da renda e variações dos custos sociais da sustentação do crescimento da renda. A continuidade da produção de energia depende das respostas que se encontram a esses dois pontos, que estão sempre sujeitas a condições locais.

O ponto de partida do tratamento macro é o conceito de potencial, que representa processos em vez de descrever situações. O potencial varia junto com a capacidade de aproveitar recursos. O potencial hidrelétrico se reconhece, quando se adquire capacidade de aproveitar recursos, ou seja, para controlar água. O potencial de petróleo no Brasil aumentou junto com a tecnologia de exploração de águas profundas. Mas não se pode substituir o fato de ter ou não ter rios que ofereçam a possibilidade de aproveitamento hidrelétrico. Além disso, o potencial tem aspectos rígidos de localização, que não podem ser transpostos para uma escala de custos marginais. Justamente, usinas térmicas convencionais podem ser transferidas, mas as térmicas nucleares têm localização tão rígida como as hidrelétricas. Cada sistema de produção convive com um sistema de custos de distribuição, que é rígido em relação com a localização da demanda.

7 No caso da Eletrobrás, a operação integrada chegou à equivalência de uns 20% da capacidade instalada, que significa uma proporção semelhante de diferimento de investimentos novos, portanto, de incremento da rentabilidade dos ativos imobilizados.

8 A explicitação da ética objetivamente incorporada nos relacionamentos é essencial ao fundamento da sociedade contemporânea, no que ela envolve uma comunicabilidade e aceitação mútua. O eixo ética-ação comunicativa é parte da proposta de Habermas (1989) para uma compreensão do modo de viver.

9 Neste ponto considera-se a capacidade da sociedade para concretizar o aproveitamento dos recursos e não só a relação técnica de aproveitamento dos equipamentos. Está claro que há diferenças fundamentais no aproveitamento dos recursos, que devem ser atribuídas à competência e atualização de treinamento, que também têm que ser colocadas em termos de objetivos progressivos.

A atualização da noção de potencial leva a revisar a noção de capacidade instalada, que é a chave desta análise. A capacidade instalada é um indicador técnico, cuja validade depende de uma combinação de elementos que podem variar de modo imprevisível. A capacidade instalada hidrelétrica depende de disponibilidade de água em reservatório, que pode variar estacionalmente, de modo exógeno ao sistema. A capacidade instalada também oculta condições técnicas de uso de equipamento, que regulam o coeficiente de aproveitamento das unidades de produção nas unidades geradoras.

Uma peculiaridade da análise econômica da energia é que a capacidade instalada não pode ser reduzida a um único plano de desconto, do qual se possa inferir um único retorno econômico. As inferências são sempre simplificações que descartam peculiaridades, como as de componentes que não têm duração definida, ou de que a capacidade física dos equipamentos depende da capacitação do trabalho.

A noção de que o crescimento da renda é necessário, decorre da suposição de que o progresso é necessário, que é própria da ideologia ocidental de civilização e da comprovação do aumento da população. Mas o crescimento da renda requer mais produção e, por extensão, requer mais energia. Nesse sentido, é fundamental que o aumento requerido de produção exija mais energia, mesmo tendo baixado o componente energético da produção.

A pressão para produzir mais energia tem sido determinante do perfil de investimentos de cada país, refletindo a formação de grupos de poder que se formam mediante o controle do setor, ou que se reproduzem mediante o controle de sua expansão. A formação de interesses internacionais e locais, bem como de combinações desses interesses na esfera de operações de cada país, define uma lógica de comparação de investimentos imediatos com investimentos diferidos, que finalmente se traduz em demanda de energia adi-

cional. As pressões para obter energia imediatamente, forçam seus custos de produção, alterando a lógica do uso dos recursos, já que de fato os países consumidores de energia desqualificam o significado econômico da escassez futura. Como o cálculo econômico se faz sobre os investimentos operacionalizados, não se consideram os efeitos a longo prazo do esgotamento de reservas sobre a sustentabilidade da capacidade instalada. Assim, o exaurimento dos recursos constitui uma perda a futuro, que requer novo encaminhamento.

No essencial, trata-se de que o valor incorporado na capacidade instalada só se mantém na medida em que essa capacidade é atualizada tecnologicamente, isto é, que a manutenção do equipamento, tanto como o treinamento do pessoal, garante a atualização de sua qualificação. Concretamente, que as unidades de produção podem ser objeto de ajustes técnicos e que o treinamento do pessoal permite adequá-lo ao ajuste do equipamento.

Há, portanto, um problema de avaliação genuinamente econômico do equipamento, não apenas financeiro. Mais que em outros exemplos conhecidos, relativos à composição do capital, aqui se trata de peculiaridades do capital, que predeterminam os modos como ele pode ser usado. Tal raciocínio implica no reconhecimento de situações de escassez absoluta, portanto, de custos irreversíveis, que tendem a alterar as possibilidades de funcionamento do sistema de produção de energia.

Isso determina um critério seletivo, no relativo às fontes de energia escolhidas, segundo seu poder calorífico e seus resíduos. A capacidade instalada em usinas térmicas a carvão foi tecnicamente desvalorizada pelo progresso de formas mais limpas de geração, mas continua sendo usada pelos principais países industriais. No outro extremo, esse critério impugna as centrais term nucleares, cuja expansão passou por profundas revisões. No meio termo, a produção hidrelétrica de pequeno porte foi questionada por suas limi-

tações econômicas. Esses movimentos correspondem a certo momento da industrialização e da urbanização, que fixou uma concentração espacial da demanda, que não mais foi revertido; e que tem determinado sucessivos alinhamentos da produção de energia, em que o essencial é a mudança de usos dos meios energéticos.¹⁰

Esse movimento geral de concentração envolve as decisões específicas de escala e de localização de projetos, situando *parâmetros sistêmicos*, que representam o movimento do sistema de produção em sua evolução, com suas peculiaridades de composição de fontes, de escala de unidades produtivas e de tecnologia em geral.

Nessa qualidade, distinguem-se fatores de sinergia e de perda, que afetam a economicidade do sistema. Dentre os primeiros, as vantagens de um dado sistema atribuíveis às diversas combinações de uso que ele permite. Por exemplo, as combinações que se fazem, sobre determinados conjuntos de usinas hidrelétricas, ou as de um sistema térmico com determinados pontos de aproveitamento de energia das marés. Como fatores de perda, estão perdas típicas do modo de integração de cada sistema, tais como são as distâncias entre os pontos de geração e os centros de consumo de energia, a composição da demanda.

Ao longo da industrialização, as transformações dos sistemas de produção de energia mostram certas características associadas com a configuração de tendências. Esses sistemas evoluem na direção de soluções de melhor aproveitamento dos energéticos, de redução de resíduos e dos custos do manejo de resíduos, finalmente, de substituição de energéticos por outros mais caloríficos: de carvão ao combustível nuclear. Esse movimento geral não descarta os combustíveis antes predominantes, mas substitui suas funções e o modo de usar alguns deles, tal como fez com a troca da energia hidráulica pela hidrelétrica, ou com a troca da queima de petróleo pela petroquí-

mica. Mas não completou mudança alguma, continuando a queimar petróleo e carvão como combustível e mantendo o caráter predatório da queima de energéticos em formas tecnologicamente superadas.

Inferências sobre projetos específicos

Investimentos específicos no campo da energia partem sempre da relação produção/capacidade instalada, que se apoia em pressupostos de fator carga da capacidade, de eficiência operacional no uso da potência disponível e de expectativa de vida útil das unidades de produção. Geralmente tomam, também, como invariantes ou irrelevantes, os interesses e as qualificações subjacentes na produção de energia. No essencial, entretanto, o fator carga é um coeficiente de aproveitamento possível de capacidade, que pressupõe um conhecimento técnico incorporado, suficiente para usar os equipamentos sem reduzir sua vida útil.

A relação produção/capacidade está adicionalmente qualificada pela estruturação dos sistemas de produção, que preestabelecem os efeitos indiretos de cada novo investimento, definindo conjuntos de custos que são incorporados de cada nível operacional ao seguinte, entendendo-se que se tem que realizar seqüências de investimentos interdependentes.

Isto significa trabalhar com *cortes de custos* e com blocos de resultados, cuja incorporação ao patamar seguinte deve ser examinada em cada caso, considerando que a composição de custos muda ao longo do tempo, diferentemente, de um empreendimento a outro, mesmo quando se trate de dois empreendimentos tecnicamente semelhantes.

Assim, no relativo a cada projeto específico há, praticamente, três níveis de custos: o dos custos transferidos desde empreendimentos anteriores, que são sequencialmente necessários aos atuais; o nível dos custos do próprio empreendimento, com seus componentes de custos diretos e indiretos; e o nível de custos decorrentes da realização do empre-

endimento, que por definição são, principalmente, indiretos. Não há como supor que cada empreendimento pode ser delimitado aos custos que gera.

O fio condutor dessas três situações é o uso da capacidade instalada. O uso efetivo da capacidade é, por definição, plurianual. Logicamente, ao ligar cada novo investimento à progressão dos investimentos em cada linha de produção, admite-se que cada novo investimento representa, também, novo momento de reconfiguração da composição da capacidade instalada, portanto, com efeitos totais, diretos e indiretos, que alteram o sistema. Esses efeitos podem ser significativos ou insignificantes, mas terão, em todo caso, que ser computados, para que se defina, adequadamente, o corte de custos correspondentes ao empreendimento específico em causa.

Como simplificação do problema, admitindo que a seqüência de investimentos incorpore efeitos em cadeia, mesmo quando seja constituída de eventos não contínuos - que seria a alternativa mais conservadora - é preciso supor que os investimentos específicos devem ser julgados à luz da seqüência em que se inserem. Assim, qualquer investimento específico em energia tem, inicialmente, que ser situado nas restrições de capacidade e nas progressões de custos em que se insere.

No setor elétrico, essa precondição tem conseqüências decisivas, como de que cada nova planta geradora é decidida em função de dados de demanda que são continuamente alterados pelo desempenho do conjunto do sistema; e que cada novo investimento tem uma configuração de custos, com custos fixos e variáveis, em que seus componentes de rigidez, tais como preços de matérias primas, têm efeitos que se estendem sobre a vida útil do projeto. É preciso levar em conta que os seus resultados finais resultam das condições prevalentes ao longo de sua vida útil e não de suas condições iniciais.

Assim, na avali-

ação de novos projetos, há uma relação entre o fluxo de resultados previstos e a previsão de duração da capacidade instalada, que limita objetivamente o horizonte de retorno do investimento. Em síntese, a análise dos custos e benefícios de cada empreendimento tem uma validade restrita no espaço-tempo dos empreendimentos, de acordo com qual seja o momento de sua realização. Aumenta, progressivamente, o risco de que os resultados das análises custos/benefícios sejam falaciosos, à medida em que eles dependem menos de variáveis mais confiáveis, ou que dependem de menor número de projeções, sujeitas a maiores margens de incerteza. Trata-se da eficiência dos empreendimentos durante sua realização e não em seu momento inicial.

Observações finais

O tratamento sistemático da energia na perspectiva de uma economia social e cientificamente responsável revela aspectos, negligenciados ou minimizados pela análise econômica convencional, que entretanto são fundamentais para um pensamento econômico atualizado. Obriga, também, a um exercício de paciência com as limitações do conhecimento disponível, em terrenos em que sempre se supôs haver clareza e confiança, tais como o controle da natureza e a revisão de progresso contínuo. Finalmente, impõe reconhecer as diferenças de situação dos diversos países em suas respectivas trajetórias de uso de energia, com suas conseqüências na definição de políticas energéticas, com sua racionalidade e seu jogo de poder.

A rigidez do componente energético da produção, sua virtual irreduzibilidade, já que não se pode produzir sem energia, torna-se um argumento insuperável. Aceitá-lo obriga a reconhecer que na análise econômica da energia há situações de insuficiência insuperável de energéticos, que se definem economicamente como de escassez absoluta.

¹⁰ Economicamente, o carvão passa a ser uma reserva de segunda linha, mas tecnologicamente o problema deslocou-se para outro patamar de industrialização, que está representado pela carboquímica como pela petroquímica.

Tal antecedente, por sua vez, leva a registrar algumas observações da ciência hoje. Num quadro geral de tendência entrópica, a escassez relativa torna-se um caso especial, de duração limitada¹¹. Uma abundância circunstancial de petróleo não pode ser tomada como uma referência estrutural do funcionamento do sistema de produção. Assim, também, a disponibilidade de biomassa está subordinada à insolação, que ainda não tem equivalente algum de tecnologia.

Como desdobramento das restrições de composição do sistema de recursos, é necessário levar em conta que há precondições de composição da capacidade instalada, que se projetam na composição da produção, com efeitos nas alterações da composição da produção. Trata-se, portanto, de um conjunto de condicionamentos em cadeia, que atingem a capacidade de cada economia para crescer.

Paralelamente, há peculiaridades da capacidade instalada, decorrentes do modo como ela foi formada ao longo do tempo, que a tornam sensível a fatores externos, tal como pode ser diretamente a chuva, ou indiretamente, os efeitos da chuva na disponibilidade de biomassa.

O conjunto de produção e consumo de energia permite visualizar o sistema econômico em sua totalidade, com seu modo próprio de recuperação, bem como mostra seus limites de escala e suas regras próprias de expansão. As restrições do uso de energia mostram que o sistema de produção não pode expandir-se interminavelmente, senão que se transforma dentro de restrições materiais que não podem ser superadas apenas por tecnologia. O modo energético de produzir permite classificar as mais diversas atividades pelo modo como elas são concretamente realizadas.

Na explicação econômica dos problemas sociais e técnicos da energia, destacam-se alguns aspectos que podem ser considerados inevitáveis e inadiáveis. Dentre eles, sobressaem as restrições de sustentação da

capacidade instalada e de acumulação de custos sobre os sistemas de produção, que precondicionam os novos investimentos. A consideração de grandes sistemas integrados, que se expandem a custos crescentes, leva a hierarquizar a eficiência dos investimentos por esses custos e resultados acumulados, tal como se propôs na década de 1950, quando se puseram em circulação as idéias sobre efeitos em cadeia e sobre causalidade circular acumulativa.¹²

Estas observações levam, naturalmente, a uma crítica à opção por um estilo de análise de custos/benefícios - supostamente social - que toma os investimentos por separado uns dos outros, mesmo quando considera as externalidades de cada projeto. A principal contribuição do estudo teórico desse campo da economia aplicada está, justamente, em ajudar a substituir falsas certezas por indicações confiáveis; e em expor os vínculos de interesse que sustentam o corpo de análise de investimentos no campo da energia.

Referências bibliográficas

AHUMADA, Jorge, *Efectos hacia delante y hacia atrás en proyectos de inversión*, em El Trimestre Económico, Mexico, junho, 1956.

BARROW, John, *Teorias de Tudo*, Jorge Zahar, Rio, 1994

BECK, Ulrich, *Ecological Politics in an Age of Risk*, Blackwell, Cambridge, 1995.

BECKER, B., MIRANDA, M., *A Geografia Política do Desenvolvimento Sustentável*, URFJ, Rio de Janeiro, 1997, 494 pp..

BOULDING, Kenneth, *A Reconstruction of Economics*, McGraw Hill, Nova York, 1954.

CARNAP, Rudolf, *Fundamentación Lógica de la Física*, Ed. Sudamericana, Buenos Aires, 1969, 395 pp.

ELETOBRÁS TERMONUCLEAR S.A. *A Situação da Energia Nucleoelétrica no Mundo*, 1997

HABERMAS, Jurgen, *Teoría de la Acción Comunicativa*, Taurus, Madrid, 1987, 2 vols.

_____. *Consciência Moral e Agir Comunicativo*, Tempo Brasileiro, Rio de Janeiro, 1989.

HIRSCHMAN, Albert, *Strategy for Economic Development*, McGraw Hill, N.York 1961

LEITE, Antonio, Dias, *A Energia do Brasil*, Nova Fronteira, Rio de Janeiro, 1997

LACEY, Hugh, *A Linguagem do Espaço e do Tempo*, Ed. Perspectiva, São Paulo, 1972.

LA ROVERE, Emilio, *Energia e Meio Ambiente*, em Meio Ambiente, aspectos técnicos e econômicos, Sergio Margulis ed.. IPEA, Brasília, 1996, pp. 11 a 32.

LEITE, Rogerio Cesar Cerqueira, *O Fim do Petróleo*, em Folha de São Paulo, 9.5.1998.

MARGULIS, Sergio, *Introdução à Economia dos Recursos Naturais*, em Meio Ambiente, aspectos técnicos e econômicos, Sergio Margulis, ed. IPEA, Brasília, 1996, pp.157 a 177

MAY, P., SEROADA MOTTA, R., *Valorando a Natureza, análise econômica para o desenvolvimento sustentável*, Editora Campus, Rio de Janeiro, 1994, 195 pp..

MYRDAL, Gunnar, *Asian Drama*, Random House, New York, 1968, 2120 pp.

NAÇÕES UNIDAS, *Sources Nouvelles d'Energie*, Actes Officiels de la Conference, Roma, 1961, vols 4 e 7.

PEDRÃO, Fernando, *Reversibilidade e Irreversibilidade nos Processos Distributivos*, em Caderno CRH, Salvador, jan./dez. 1996, pp. 253 268.

PRIGOGINE Ilya, *Tan Sólo una Ilusión ?* Trusquets Ed., Barcelona, 1993, 332 pp.

PRIGOGINE, I.; STENGERS, I., *Entre o Tempo e a Eternidade*, Companhia das Letras, Rio, 1992, 226 pp.

RUELLE, David, *Acaso e Caos*, UNESP, São Paulo, 1993, 224 pp.

SANTOS, Boaventura Souza, *Pela Mão de Alice*, Cortez Editora, São Paulo, 1997, 348 pp.

THE NEW ENCYCLOPAEDIA BRITANNICA, The University of Chicago, Chicago, 1978, 30 vols.

11 Cabe introduzir aqui o argumento de Prigogine (1992), sobre os problemas de irreversibilidade e de causalidade, suscitados pela obra de Boltzmann. A irreversibilidade - que nos energéticos aparece sobre um quadro dado de recursos, identificado num ponto-momento - explica-se pela causa suficiente. A suposta causa plena envolveria uma visão inatingível dos recursos, em que o quadro atual e o futuro dos recursos seriam idênticos. Apesar das restrições lógicas, que podem ser aduzidas ao uso na ciência dessa qualificação escolástica, é preciso admitir que o condicionamento estabelecido por Prigogine da irreversibilidade, revela-se essencial na análise econômica no campo da energia.

12 Em ordem cronológica, essas idéias foram apresentadas por Jorge Ahumada (1956), Albert Hirschman (1961), Gunnar Myrdal (1968).