

O PAPEL DAS FONTES RENOVÁVEIS DE ENERGIA NO DESENVOLVIMENTO DO SETOR ENERGÉTICO E BARREIRAS À SUA PENETRAÇÃO NO MERCADO*

Ricardo Cunha da Costa
Cláudia Pimentel T. Prates**

* Fevereiro de 2005.

** Respectivamente, engenheiro do BNDES e chefe do Departamento de Gás, Petróleo, Co-Geração e Outras Fontes de Energia, do BNDES.

SETOR ENERGÉTICO

Resumo

O artigo trata do papel estratégico, de longo prazo, das fontes renováveis não somente no contexto mundial, mas sobretudo no contexto nacional, pois o Brasil apresenta vantagens comparativas na produção dessas fontes. Faz-se, inicialmente, uma crítica ao peso relativo da energia dominante na oferta de energia e apresentam-se as estratégias adotadas por diversos países para atravessar as crises do petróleo, bem como os reflexos dessas estratégias nas matrizes energéticas dos países.

Quando se analisa o longo prazo, é importante observar a evolução dos custos das diversas fontes, verificando se as curvas de custos se cruzam em algum momento. Os custos são função da capacidade instalada e são menores para tecnologias maduras (fontes tradicionais), embora os custos de tecnologias infantis se reduzam muito mais rapidamente do que os das tecnologias maduras.

A análise não se restringe apenas à comparação de custos. Apontam-se, ainda, alguns benefícios socioeconômicos gerados pelas fontes renováveis. Apesar desses benefícios, há uma série de barreiras à entrada de novas tecnologias no mercado. Foram destacados os programas governamentais desenvolvidos na Europa e no Brasil para promover as fontes renováveis. A atuação do BNDES no financiamento dessas fontes é também enfatizada.

Em conclusão, são levantados alguns pontos que deveriam ser observados atentamente na fase de elaboração de programas de governo, no intuito de que o financiamento contribua de forma mais efetiva à promoção de fontes renováveis no país.

Introdução

Energia renovável é uma expressão usada para descrever uma ampla gama de fontes de energia que são disponibilizadas na natureza de forma cíclica. As fontes renováveis podem ser utilizadas para gerar eletricidade, para gerar calor ou para produzir combustíveis líquidos para o setor de transportes. Atualmente, é imprescindível que elas estejam inseridas nas políticas energéticas dos países, já que exercem um papel importante para a sustentabilidade do sistema energético.

Vários países têm investido na ampliação da participação das fontes renováveis de energia na matriz energética. O crescimento observado nos últimos anos é notável. Entretanto, sua contribuição à geração de energia é ainda muito reduzida. Hoje em dia, os países industrializados, maiores consumidores, contam fundamentalmente com fontes não-renováveis de energia. O esgotamento desses recursos ao longo do tempo implica custos crescentes de produção. Desse modo, alternativas às fontes tradicionais ou novos métodos de produção são necessários para o atendimento da demanda crescente por energia.

As novas fontes renováveis de energia – biomassa, eólica, solar, de marés, pequenas centrais hidroelétricas (PCHs) – têm se constituído em alternativas às fontes tradicionais. Além de serem classificadas como opções ambientalmente corretas, permitem, em vários casos, a geração distribuída de energia. Assim, as geradoras que utilizam essas fontes alternativas costumam se localizar próximas aos centros de consumo, para atender às demandas de localidades isoladas.

No caso do Brasil, em particular, a presença de fontes renováveis na matriz energética é significativa, principalmente a hidroeletricidade e a biomassa. Apesar da predominância de fontes renováveis, o governo brasileiro tem defendido, em negociações internacionais, a ampliação de novas fontes renováveis nas matrizes energéticas dos diversos países, de forma que os impactos futuros ao meio ambiente sejam minorados.

O desenvolvimento de novas fontes renováveis não se limita ao atendimento a compromissos ou obrigações ambientais, mas também visa ao desenvolvimento de tecnologias no país, reduzindo, assim, uma possível dependência de tecnologias de ponta para a produção de energia. Além disso, as novas fontes renováveis têm sido utilizadas como forma de reduzir as diferenças regionais no

que diz respeito ao acesso à energia.¹ Apesar de seus elevados custos, se comparados com os das fontes tradicionais, as novas fontes renováveis podem se tornar competitivas em comunidades isoladas.

No presente texto, faz-se uma breve apresentação sobre o papel central que o petróleo tem exercido atualmente, apontando a necessidade de se encontrar um substituto ou substitutos a essa fonte de energia. Em seguida, apresentam-se alguns movimentos internacionais para a promoção de fontes renováveis de energia. Também são apresentadas, ainda, as matrizes energéticas, de forma a mostrar como os diferentes países enfrentaram o problema da crise do petróleo, ou seja, quais foram as alternativas energéticas utilizadas. Além disso, faz-se uma exposição da penetração das fontes renováveis nos últimos anos. A partir daí, é discutida a questão da inovação tecnológica, com base nas curvas de aprendizado das tecnologias de produção de energia renovável, e são mostrados alguns benefícios proporcionados pelas fontes renováveis. Dando seqüência, são enumeradas as principais barreiras à penetração das tecnologias apontadas na literatura, bem como os mecanismos adotados para superar as barreiras impostas. Por fim, faz-se uma descrição de programas de governo para a promoção de energias renováveis e dos principais programas de apoio do BNDES para esse segmento energético.

Necessidade de Redução do Papel ou Substituição da Energia Dominante

A história mostra que há sempre uma energia de referência ou dominante que orienta as trajetórias do setor energético, podendo ter reflexos significativos na economia como um todo. Qualquer perturbação no mercado da energia dominante impacta os mercados de outros energéticos, o que poderia ser traduzido, à primeira vista, como um elevado grau de substituição entre energéticos. No entanto, se o peso relativo da energia dominante é muito grande, uma pequena perturbação pode afetar consideravelmente outros mercados energéticos.

A posição de dominante tem sido ocupada por diferentes energéticos ao longo do tempo. Na verdade, o desenvolvimento tecnológico e as mudanças estruturais da economia fazem com que as energias dominantes passem por um ciclo. No período pré-industrial, a biomassa, notadamente a lenha e o carvão vegetal, eram praticamente os únicos energéticos utilizados pela humanidade. Com a revolução industrial, o carvão mineral passou a exercer papel preponderante na economia. Mais tarde, no final do século XIX, os derivados de petróleo começaram a substituir o carvão mineral. O petróleo se tornou a energia dominante no século passado, principalmente com o *boom* da indústria automobilística, que passa a exercer uma função central no desenvolvimento e na *modernização* das economias.

¹ *Pode-se afirmar que quase a totalidade da população urbana brasileira tem acesso à eletricidade. Entretanto, no meio rural, principalmente no Norte e Nordeste, uma parcela significativa da população não tem acesso a essa fonte de energia. Segundo dados do Censo 2000 do IBGE, 2,5 milhões de domicílios, ou cerca de 11 milhões de habitantes, não têm acesso à eletricidade.*

Na segunda metade do século passado, já eram notáveis as ações no sentido de se encontrar uma energia que pudesse substituir o petróleo. A energia nuclear despontava como estratégica não só para fins militares, mas também para fins energéticos. Vultosos investimentos foram realizados no pós-guerra, com o Brasil tendo criado seu programa nuclear no final da década de 60. Problemas relacionados ao desenvolvimento tecnológico, à transferência de tecnologia, à larga escala de produção e ao risco de acidentes inviabilizaram a idéia de ter a energia nuclear como a alternativa energética mundial.

Em um contexto de consumo acelerado e de oferta limitada de recursos, as perspectivas, no início da década de 70, eram de declínio acentuado das reservas mundiais de petróleo, o que acabou por provocar duas grandes crises de fornecimento de petróleo nessa década. Em 1973, o preço do petróleo salta de US\$ 3 para US\$ 12 por barril e, em 1979, atinge US\$ 32 (em valores correntes da época). Os países adotaram estratégias diferenciadas para superar as crises. As principais medidas podem ser assim resumidas:

- substituição do petróleo por outras fontes, notadamente a energia nuclear nos países industrializados e, no caso do Brasil, a energia hidráulica e o álcool;
- “desmaterialização” das economias, de forma a reduzir o seu conteúdo material (e energético), o que fez com que o setor de serviços assumisse a posição de vetor de crescimento nas economias mais adiantadas;
- mudança de hábitos e comportamento dos consumidores;
- transferência de indústrias intensivas em energia para regiões com abundância de fontes energéticas, sobretudo em economias menos desenvolvidas;
- progresso técnico do lado da demanda, com a melhoria da eficiência energética dos equipamentos e aparelhos; e
- inovação tecnológica do lado da oferta de energia, o que permitiu, no caso do petróleo, por exemplo, aumentar as reservas, com a possibilidade de exploração e produção em mar (*offshore*) e em águas profundas.

O grave erro apontado no relatório “Limites do Crescimento”, encomendado pelo Clube de Roma,² refere-se ao fato de que a metodologia empregada negligenciava a importância da inovação tecnológica. Adotava-se a hipótese de continuísmo do consumismo desenfreado e, conseqüentemente, de exaustão dos recursos naturais. Os preços não exerciam nenhuma influência sobre a descoberta de novas tecnologias, no aprimoramento das tecnologias existentes ou no comportamento dos consumidores. Todos esses fatos fizeram reverter a tendência de alta dos preços do petróleo. Em meados da

²O Clube de Roma é uma organização não-governamental que reúne cientistas, economistas, empresários, funcionários de alto nível de instituições internacionais, chefes de Estado e ex-chefes de Estado dos cinco continentes. Seu objetivo centra-se na identificação de problemas enfrentados pela humanidade, na análise desses problemas no contexto global, na pesquisa de soluções alternativas futuras e na elaboração de cenários para o futuro.

década de 80, houve o contrachoque do petróleo. Em 1999, o preço do barril atingiu o patamar de US\$ 10.

As inovações no setor de petróleo têm tido grande influência no sentido de alongar a permanência de sua posição dominante no mercado, mas isso não quer dizer que ele continuará a ocupar essa posição eternamente. Especialistas da Aspo (Association for the Study of Peak Oil and Gas) alertam que as descobertas vêm declinando há bastante tempo. A última grande descoberta no Oriente Médio ocorreu nos anos 70. Grandes empresas vêm revisando as estimativas de suas reservas e há um grande questionamento sobre a contabilização das reservas na Arábia Saudita.

Urge, portanto, a necessidade de se encontrar, a médio e longo prazos, um substituto (ou alguns substitutos) para a energia dominante atual. A substituição do petróleo por outro energético não é algo tão simples, dado que o petróleo é uma fonte bastante flexível, com conteúdo energético elevado, podendo ser transportado sem dificuldades e produzir combustíveis diversos para múltiplas aplicações. As energias renováveis nem sempre oferecem essas facilidades, de modo que não conseguirão substituir o petróleo em sua plenitude no atual estágio do desenvolvimento tecnológico. Mas, se o petróleo pode ser substituído paulatinamente por diversas fontes renováveis, isso deve ser interpretado como uma vantagem, pois minimiza os riscos de abastecimento e os impactos perversos de choques de oferta da energia dominante sobre a economia como um todo.

Movimentos Internacionais para a Promoção de Energias Renováveis

³Os dois critérios são a ratificação, aceitação, aprovação ou adesão de pelo menos 55 países da UNFCCC e por países do Anexo I que contabilizem juntos pelo menos 55% da quantidade total de gases de efeito-estufa por esses países em 1990.

⁴Nessa data, 141 países haviam ratificado o Protocolo de Quioto, inclusive o Brasil, desde julho de 2002.

Há uma série de eventos internacionais de cunho ambiental acontecendo com bastante frequência nos últimos anos e que provavelmente trarão reflexos para as fontes renováveis. Recentemente, grande atenção tem sido destinada à questão do aquecimento global e às emissões de gases de efeito-estufa. Desde a Conferência Rio-92, quando foi criada a Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança Climática (UNFCCC – United Nations Framework Convention on Climate Change), principalmente após a ratificação da convenção dois anos mais tarde, esse tema tem sido discutido enfaticamente. Países industrializados e economias em transição da antiga União Soviética (países do Anexo I da UNFCCC) assumiram compromissos de redução e limitação de emissões de gases de efeito-estufa para o período 2008-2012 na Conferência de Quioto de dezembro de 1997. Com a ratificação da Rússia em novembro de 2004, atenderam-se aos dois critérios para a entrada em vigor do Protocolo de Quioto.³ A entrada em vigor desse protocolo foi estabelecida em 16 de fevereiro de 2005.⁴ Os países do Anexo I terão de reduzir em média 5,2% de suas emissões em relação a 1990, sendo que pelo menos 50% dos esforços terão de ser realizados internamente e o restante através da aquisição de certificados de redução

de emissões de outros países, inclusive dos países não-pertencentes ao Anexo I, através do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo. Note-se que os países do Anexo I poderão importar energias renováveis, notadamente biocombustíveis, de outros países para cumprir suas metas de ações internas.

Na Conferência Mundial sobre Desenvolvimento Sustentável, realizada em 2002 em Joanesburgo, houve uma ênfase especial para as fontes renováveis. A delegação brasileira levou a proposta de participação, em 2010, de 10% de fontes renováveis nas matrizes energéticas dos países. As fontes renováveis foram restritas à biomassa moderna, a pequenas centrais hidroelétricas, à geotérmica, à eólica, à solar e à energia de marés. A proposta não foi aceita na conferência, sendo rejeitada por países da Opep (Organização dos Países Exportadores de Petróleo) e pelos Estados Unidos. A União Européia admitia um percentual maior, mas teriam de ser incluídas como renováveis as grandes usinas hidroelétricas. O governo alemão se propôs organizar uma conferência específica dois anos mais tarde para aprofundar os debates.

A Conferência Internacional sobre Energias Renováveis, reunindo 154 delegações de diferentes países, foi realizada no período de 1º a 4 de junho de 2004, em Bonn. A conferência foi estruturada de forma a discutir assuntos relacionados com políticas para o desenvolvimento de fontes renováveis de energia, com opções de financiamento para essas fontes e com o reforço da capacitação humana e institucional dos países. Anunciou-se a expectativa de investimentos globais na infra-estrutura de oferta de energia, para os próximos 30 anos, de US\$ 16 trilhões. Esse volume permitiria que houvesse a possibilidade de orientar uma parcela maior de investimentos para fontes renováveis de energia, no sentido de acelerar a transição do sistema energético mundial para o desenvolvimento sustentável. Essa foi uma reivindicação direcionada não somente aos governos, mas também aos órgãos multilaterais de financiamento.

Para enfrentar a alta dos preços do petróleo durante os anos 70, os países adotaram estratégias diferenciadas, procurando identificar suas potencialidades. Apostaram em muitas inovações, como as de explorar petróleo em águas profundas; desenvolver tecnologia alternativa, como a nuclear; melhorar o aproveitamento do gás natural; ou promover o uso eficiente da energia.

Com base nos dados da Agência Internacional de Energia (AIE), a oferta de energia primária mundial passou de 6 bilhões para 10,2 bilhões de teps (toneladas equivalentes de petróleo) entre 1973 e 2002. A participação dos derivados de petróleo caiu de 45,5% para 34,9% nesse período. Essa diferença foi basicamente preenchida pelo gás natural (de 16,2% para 21,2%) e pela energia nuclear (de

Reflexos das Estratégias Adotadas no Setor Energético para a Substituição do Petróleo

0,9% para 6,8%). A hidroeletricidade teve ligeiro aumento (de 1,8% para 2,2%), os combustíveis renováveis e os resíduos permaneceram praticamente estáveis (de 11,2% para 10,9%) e o carvão mineral sofreu pequena redução (de 24,8% para 23,5%).

No âmbito dos países da OCDE (Organização para a Cooperação e o Desenvolvimento Econômico), a oferta de energia primária passou de 3,8 bilhões para 5,3 bilhões de teps entre 1973 e 2002. Os derivados de petróleo e o carvão mineral sofreram redução parecida com o que ocorreu mundialmente. Detinham juntos 75,4% da matriz energética em 1973 e passaram a ter uma participação de 61,3% em 2002. O gás natural teve crescimento relativamente tímido no período, de 18,8% para 21,9%. A queda da participação dos combustíveis fósseis foi compensada pelo crescimento notável da energia nuclear, que passou de 1,3% para 11,1% nesse período. Outras fontes permaneceram praticamente estáveis.

No caso do Brasil, havia uma necessidade premente de substituir o petróleo, pois o país dependia pesadamente do petróleo importado. No início da década de 70, cerca de 80% do petróleo processado internamente eram importados, representando quase a metade da pauta de importações brasileiras. O Brasil teve, portanto, que contar com seus recursos energéticos domésticos, notadamente os recursos hídricos e a biomassa, bem como investir em inovação tecnológica na área de exploração de petróleo no mar.

O desenvolvimento do parque gerador de energia hidroeétrica vinha sendo implementado desde a década de 50. Posteriormente, na década de 70, houve aceleração desse desenvolvimento, com a construção de grandes usinas hidroeétricas, como Itaipu e Tucuruí. O consumo de eletricidade industrial teve crescimento acelerado devido à transferência, para o país, de indústrias eletrointensivas e ao programa Eletrotermia, que promoveu a substituição de óleo combustível por eletricidade.

O álcool foi o combustível utilizado para substituir o petróleo no transporte individual. A produção, que não passava de 700 mil m³ entre 1970 e 1975, saltou para 12,6 milhões de m³ em 2002, sendo que o pico foi alcançado em 1997, com a produção de 15,5 milhões de m³. Durante os anos 80, as vendas de carro a álcool chegaram a representar mais de 90% das vendas totais de veículos leves. Nessa época, a produção de álcool era equivalente à de gasolina.

A produção nacional de petróleo teve crescimento notável nos últimos 25 anos, graças às inovações tecnológicas desenvolvidas nos campos de exploração e produção. As reservas nacionais aumentaram de 283 milhões de m³ em 1979 para 2,1 bilhões de m³ em 2002. A produção passou de 170 mil barris por dia para 1,5 milhão de barris nesse mesmo período. Hoje o país importa cerca de 10%

das suas necessidades, podendo atingir a auto-suficiência em um futuro próximo.

Em conclusão, com base nesses números, pode-se inferir que, em termos mundiais e principalmente nos países industrializados, o processo de substituição do petróleo baseou-se no desenvolvimento de fontes não-renováveis, em particular a energia nuclear. Essa opção oferece risco de contaminação radioativa e produz quantidades não-desprezíveis de lixo, que pode levar a altos custos na disposição final. Atualmente, tem sido muito criticada por ambientalistas e tem sido abandonada, paulatinamente, por muitos países, entre os quais a Alemanha. Contrariamente ao que ocorreu no mundo, o Brasil adotou o caminho da promoção de fontes renováveis, uma vez que há abundância desses recursos em território nacional.

Segundo a Agência Internacional de Energia, do total de 10,2 bilhões de teps consumidos mundialmente em 2002, 13,6% são de origem renovável.⁵ Devido à utilização preponderante, em países em desenvolvimento, de fontes energéticas não-comercializadas, a biomassa sólida foi responsável por quase toda a participação de renováveis, representando 10,9% da oferta total de energia primária. A hidroeletricidade vem em segundo lugar, com 2,2% do total. A contribuição de novas fontes renováveis (solar, eólica e de marés) ainda é quase desprezível, com apenas 0,5% da oferta total. Entretanto, o crescimento anual dessas fontes entre 1990 e 2001 foi expressivo (19,1%), bem superior ao segundo colocado, gases e líquidos de biomassa, com 7,6% de crescimento. A oferta total de energia cresceu 1,4% a.a., ao passo que as renováveis cresceram em média 1,7% a.a. Na geração elétrica, as renováveis representaram 18,1% em 2001, sendo de 16,6% a participação hídrica.

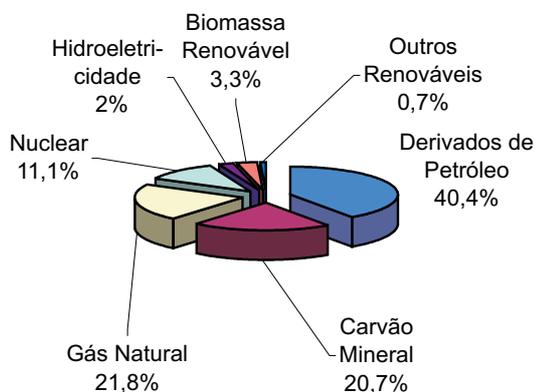
No caso dos países da OCDE, as fontes renováveis representavam 6% da oferta total de energia primária de 5,3 bilhões de teps (Gráfico 1), praticamente o mesmo percentual registrado em 1990 (5,9%). É importante destacar que a biomassa sólida, inclusive carvão vegetal, teve a liderança absoluta na produção de fontes renováveis de países industrializados em 2001, com participação de 44,8%, seguida da hidroeletricidade (34,8%), da geotérmica (9,6%) e de resíduos sólidos municipais renováveis (5,6%). A participação da energia eólica (1%) e da energia solar e de marés (1%) é ainda insignificante no conjunto dos países. A capacidade instalada se concentra em poucos países, como Dinamarca, Alemanha, Espanha e Japão. O crescimento anual dessas fontes foi significativo no período de 1990 a 2001 (21,9%), seguido de gases e líquidos de biomassa (10,2%).

No caso do Brasil, há uma fração da produção de biomassa, estimada em cerca de 5%, que é de origem não-renovável. De

Participação das Fontes Renováveis na Matriz Energética

⁵ A AIE classifica como renováveis: a biomassa sólida, o carvão vegetal, os resíduos sólidos municipais, os gases e líquidos de biomassa, a hidroeletricidade, a energia solar, a eólica e a de marés.

Gráfico 1
Oferta Total de Energia Primária nos Países da OCDE em 2002

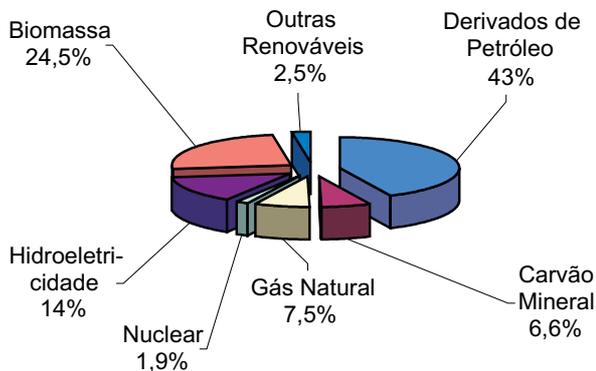


Fonte: AIE (2004).

fato, excluindo essa parcela da biomassa de origem não-renovável, a contribuição de fontes renováveis é de pelo menos 36% para a oferta total de energia primária. Se excluirmos toda a hidroeletricidade e a eletricidade importada do cômputo das energias renováveis pelo fato de a produção ser quase totalmente em larga escala, ainda assim teríamos uma participação expressiva de renováveis, graças à produção de biomassa moderna. Dessa forma, o país não teria dificuldades de se enquadrar nas condições propostas em Joanesburgo (Gráfico 2).

Entretanto, a pouca importância dedicada às fontes renováveis pela maior parte dos países industrializados mostra que dificilmente eles conseguiriam atender aos objetivos lançados pelo Brasil em Joanesburgo para 2010, ou seja, a meta de 10% de participação de fontes renováveis. Se a hidroeletricidade fosse excluída

Gráfico 2
Oferta Total de Energia Primária no Brasil em 2002



Fonte: MME (2003).

do cômputo de renováveis, a participação cairia de 6% para 4%. O fosso entre esse patamar e as metas propostas poderia ser reduzido se os países industrializados adquirissem energias renováveis de países em desenvolvimento, seja fisicamente, seja através de certificados de comercialização, isto é, incentivando o consumo de renováveis em outros países e obtendo, assim, o direito (através de certificados) de utilizar energias não-renováveis além de sua cota.

Os custos de investimento das fontes renováveis são, em geral, mais elevados do que os das tecnologias convencionais. Essas últimas já atingiram um nível tal de maturidade que os pesados investimentos em desenvolvimento tecnológico já foram recuperados e os custos se reduziram com a experiência e a escala adquiridas ao longo do tempo. Embora as diferenças entre custos de produção sejam ainda expressivas, é importante observar que o tempo de maturação de uma tecnologia é longo, mas os ganhos com a experiência podem ser expressivos.

Especialistas em energia costumam analisar as reduções de custos de novas tecnologias procurando verificar como essas tecnologias podem afetar a dinâmica da competição dos energéticos no longo prazo. Essa análise pode ser feita através de curvas de experiências, que fornecem uma relação simples entre custo de investimento (em valor/kw) ou de produção (em valor/kwh) e capacidade instalada acumulada de uma determinada tecnologia.

Usualmente, utiliza-se uma função logarítmica para estabelecer uma relação entre o custo da nova tecnologia e a capacidade instalada, sendo esta multiplicada por um parâmetro (custo inicial de referência) e elevada a um expoente da equação chamado de *parâmetro de experiência*. Para cada duplicação da capacidade instalada, o custo se reduz para um determinado nível do custo inicial de referência. A relação entre o custo inicial e o custo após a duplicação da capacidade é denominada *taxa de progresso*. Encontra-se também na literatura o termo *taxa de aprendizado*, que representa o quanto o custo se reduz em um determinado período. Em outras palavras, seria 1 menos a taxa de progresso.

A utilização desse tipo de função, com taxa de progresso ou taxa de aprendizado constante, implica dizer que as tecnologias mais novas aprendem mais rapidamente que as tecnologias mais maduras. Por exemplo, a expansão da capacidade de 1 mW para 2 mW reduz os custos em x%. Todavia, para um volume inicial de 100 mW, o mercado teria de expandir em 100 mW para ter uma redução de custos de x%.

Outro aspecto importante da análise é confrontar as curvas de custo de novas tecnologias com as curvas de tecnologias conven-

Inovação Tecnológica e Investimentos Públicos em Renováveis

cionais, de forma a identificar futuros pontos de equilíbrio. Note-se que os pontos de equilíbrio podem ser antecipados se a taxa de aprendizado for acelerada ou se os custos das tecnologias convencionais inflacionarem. Em geral, os custos marginais de produção dos energéticos tradicionais são crescentes devido à escassez dos recursos. À medida que eles vão sendo utilizados, mais difícil se torna sua obtenção.⁶

Por esse raciocínio, pode-se concluir que qualquer variação nos preços relativos dos energéticos pode antecipar ou retardar investimentos em fontes alternativas à energia dominante. Isso explicaria a queda no volume de investimentos públicos em pesquisa e desenvolvimento tecnológico na área de energia em 23 países-membros da Agência Internacional de Energia (AIE). Luther (2004) ressalta que, no período 1974-1998, 70% dos recursos foram alocados em fusão e fissão nuclear e somente 10% em energias renováveis. O pico dos investimentos foi alcançado em 1980 e hoje se encontra a um terço desse nível. As energias renováveis sofreram do mesmo movimento de redução, sendo que foram alocados proporcionalmente mais recursos em biomassa e painéis fotovoltaicos, enquanto as outras tecnologias permaneceram constantes (eólica e geotérmica) ou se reduziram (marés e solar para climatização).

Apesar da desaceleração no ritmo de investimentos públicos em P&D, o crescimento das fontes renováveis foi bem superior ao das fontes convencionais (ver seção anterior). Segundo AIE (2000), as tecnologias eólicas de maior eficiência já conseguiram ser competitivas, em termos de custo por kWh, com as usinas termelétricas a gás natural em ciclo combinado ou usinas a carvão mineral. Enquanto a primeira apresentou taxa de progresso técnico de 82% entre 1980 e 1995, as usinas a gás natural e a carvão apresentam taxas de 96% e 97%, respectivamente. Ou seja, conseguem reduzir apenas 3% e 4% de seus custos se duplicarem suas capacidades instaladas, o que não pode ser feito com facilidade em países industrializados com elevada capacidade instalada e crescimento econômico moderado.

Dentre as fontes renováveis, os painéis fotovoltaicos são os que apresentam a maior redução de custos. Entre 1985 e 1995, a taxa de progresso dos painéis fotovoltaicos foi de aproximadamente 65%, enquanto a da biomassa para eletricidade aproximou-se dos 85%. Com base nos dados históricos e mantendo o nível de preços dos combustíveis fósseis, os módulos fotovoltaicos alcançariam o ponto de equilíbrio em 2025. Dobrando a taxa de crescimento de penetração do fotovoltaico, o ponto de equilíbrio poderia ser antecipado em dez anos, ou seja, para 2015 [AIE (2000)].

A conclusão que se tira dessa análise é que as fontes renováveis de energia necessitam obrigatoriamente de recursos públicos, seja para pesquisa e desenvolvimento, seja para subsidiar os

⁶O petróleo começou a ser explorado em terra e passou a ser explorado em mar, a profundidades cada vez maiores, por exemplo, e a hidroeletricidade começou próxima aos grandes centros consumidores e passou a necessitar de transporte de longas distâncias, o que implica maiores custos e perdas na transmissão.

custos iniciais de produção. Na etapa inicial de desenvolvimento, procura-se identificar nichos de mercado nos quais as fontes renováveis apresentem maior potencial de penetração e, por conseguinte, maiores perspectivas de competição com fontes convencionais. Além da questão econômica, é de fundamental importância identificar as principais barreiras que têm dificultado a penetração das energias renováveis no mercado.

Em um contexto de custo elevado das fontes renováveis em relação aos combustíveis fósseis, a justificativa para a antecipação da penetração das fontes renováveis no mercado baseia-se em benefícios ou externalidades positivas proporcionados por essas fontes. Em primeiro lugar, uma penetração maior das fontes renováveis no mercado implica a diversificação da matriz energética e, por conseguinte, reduz o risco de abastecimento, aumentando, assim, a segurança energética dos países. Isso é particularmente importante em um contexto de alta volatilidade de preço do petróleo.

Em segundo lugar, a maior participação das fontes renováveis garante melhor condição ambiental e de saúde à população. Há uma participação significativa das emissões de enxofre (85%), dióxido de carbono (75%) e particulados (35%) nas disfunções humanas, devido à queima de combustíveis fósseis [Goldemberg 2004]. O custo dos tratamentos hospitalares não é internalizado no custo dos combustíveis fósseis. Além disso, as fontes renováveis contribuem para o cumprimento de metas do meio ambiente global, como a redução das emissões do efeito-estufa.

No caso dos países industrializados, a comercialização de tecnologias e serviços pode ser um benefício adicional proporcionado pelo desenvolvimento de tecnologias ligadas às fontes renováveis. Um exemplo bastante citado é o caso da promissora indústria de turbinas eólicas da Dinamarca, que se tornou um modelo de líder mundial de exportações de tecnologia e serviços [AIE (2002)]. A Dinamarca detém mais de 40% do mercado mundial de turbinas.⁷

Em países em desenvolvimento, as fontes renováveis contribuem para a diversificação da matriz energética e auxilia o desenvolvimento local. Em áreas rurais, as fontes renováveis apropriadas a esse contexto podem contribuir de forma mais incisiva para o desenvolvimento econômico, melhorando a produtividade na agricultura, reduzindo as desigualdades regionais, contribuindo para a melhoria da qualidade de vida da população, notadamente nos campos da saúde e educação, permitindo a melhoria dos meios de comunicação e reforçando a capacidade de produção na região com melhor infra-estrutura. Nesse sentido, o desafio imediato é assegurar que a matriz energética considere a segurança ambiental e os valores sociais [AIE (2002)].

Caráter Estratégico das Energias Renováveis

⁷Esse exemplo poderia ser seguido pelo Brasil no caso de tecnologias de produção de biocombustíveis (etanol e biodiesel) para países em desenvolvimento.

No caso do Brasil, em particular, como a hidroeletricidade responde por mais de 90% da geração de eletricidade no país e a produção é sazonal, dependendo do regime de chuvas, torna-se importante identificar fontes energéticas que sejam complementares à hidroeletricidade. Na Região Sudeste, por exemplo, o período de colheita da cana-de-açúcar – portanto, um período propício para a geração elétrica a partir do bagaço – coincide com o período de estiagem, tal como, na Região Nordeste, a época de maior intensidade dos ventos coincide com a época de estiagem.

Outra questão de grande interesse dos países em desenvolvimento refere-se à geração de empregos. Goldemberg (2004) fez um levantamento sobre a criação de empregos na produção de combustíveis e na geração de eletricidade e constatou que as fontes renováveis, exceto a hidroeletricidade, geram muito mais empregos diretos que os combustíveis fósseis (Tabela 1).

Em um contexto em que as fontes renováveis não são competitivas, com baixa participação no mercado, a justificativa para o desenvolvimento de energias renováveis se baseia no seu caráter estratégico, pois há ainda muita desigualdade entre as nações. Além disso, os recursos hoje utilizados são concentrados em poucas regiões, são insuficientes para atender à demanda futura e o consumo dos recursos não-renováveis pode trazer conseqüências desastrosas ao meio ambiente no longo prazo. A questão se coloca no sentido de saber para quais tipos de fontes devem ser dirigidos os maiores esforços. A lição da fonte nuclear mostra que essa opção não é viável em locais de baixo consumo (países pobres, comunidades isoladas ou meio rural), além de apresentar alto grau de rigidez, de difícil mudança para outra rota tecnológica, pois os países que trilharam esse caminho tiveram de estruturar um parque industrial denso e estimular o consumo de eletricidade para a viabilização dessa tecnologia.

Tabela 1

Geração de Empregos Diretos por Ano por tWh

FONTE DE ENERGIA	NÚMERO DE EMPREGOS DIRETOS
Petróleo <i>Offshore</i>	265
Gás Natural	250
Carvão Mineral	370
Nuclear	75
Lenha	733-1.067
Hidroeletricidade	250
Pequena Central Hidroelétrica	120
Eólica	918-2.400
Fotovoltaico	29.580-107.000
Biomassa de Bagaço da Cana	3.711-5.392

É importante observar, ainda, se as escolhas tecnológicas são apropriadas para o contexto em que elas se inserem e se apresentam baixo grau de rigidez, de forma a permitir a entrada de outras tecnologias potencialmente competitivas, ou seja, que os efeitos de *lock in* não sejam tão fortes, podendo ser quebrados sem dificuldades. Além disso, deve-se observar se as escolhas tecnológicas demandam um volume de investimento excessivo em relação à capacidade de poupança do país, procurando-se evitar os ditos efeitos “*crowding out*” em outros setores da economia. Em outras palavras, o direcionamento de recursos em excesso para o setor energético pode contribuir para a redução de investimento em outros setores, provocando, assim, a queda de produtividade desses setores e, por conseguinte, a redução do crescimento econômico.

Há uma gama de fatores observados na literatura que têm influenciado o grau de sucesso na implementação de energias renováveis. Os principais fatores apontados são relacionados a problemas de motivação política, de cunho legal, financeiro, fiscal, de capacitação tecnológica e de informação, educação e treinamento [EEA (2001)].

Principais Barreiras para a Penetração das Renováveis

A falta de motivação política para apoiar novas idéias no campo energético é um dos pontos que podem bloquear o desenvolvimento das renováveis. A União Européia, por exemplo, tem formulado políticas em favor da promoção das renováveis há algum tempo. Em 1997, a União Européia estipulou o objetivo de aumentar a participação das fontes renováveis em 12% do consumo energético até 2010 (*1997 EU White Paper*). Em 1999, uma campanha identificou três energéticos-chave, que deveriam ser incentivados entre 1999 e 2003 (*1999 Campaign to Take-Off*), de modo que fontes renováveis pudessem *decolar* no mercado. A campanha foi focada nas fontes solar (fotovoltaico e térmico), eólica e biomassa (calor de processo, geração elétrica, aquecimento, biogás e biocombustíveis). Em 2001, a diretiva da União Européia (*2001 Directive on Renewable Energy*) apresentava uma estratégia de aumento de participação da “eletricidade verde”. Nessa diretiva, foram estabelecidas duas metas para 2010: as fontes renováveis deveriam participar com 12% da oferta primária dos países-membros e 22,1% do consumo de eletricidade deveriam ser produzidos a partir de fontes renováveis.

Aspectos Políticos

Em relação aos biocombustíveis, a União Européia lançou em 2003 duas diretivas. A primeira diretiva sugere aos países-membros um percentual mínimo de 2% até dezembro de 2005 e de 5,75% até 2010 na mistura com diesel. Essas metas são de caráter volun-

tário. A segunda diretiva autoriza a desoneração fiscal total ou parcial sobre os biocombustíveis.

Aspectos Legais

A falta de uma apropriada estrutura legal para apoiar o desenvolvimento das fontes renováveis é um dos pontos mais citados na literatura. Refere-se à garantia de acesso à rede de distribuição, pois os custos de logística e conexão são mais elevados para pequenos produtores independentes, além do fato de o fornecimento ser, em muitos casos, interruptível.

Há uma série de mecanismos legais de apoio às fontes renováveis de energia sendo utilizados por diversos países. Os mais comuns são:

- *Fixação de Preços (Feed-in Arrangements)* – Os geradores são garantidos por contratos que fixam os preços das energias com fluxo contínuo de recebimentos, graças a uma obrigação estipulada para o comercializador da energia. A Califórnia foi um dos precursores a utilizar esse mecanismo nos anos 80 para a geração qualificada através do PURPA (Public Utilities Regulatory Act), de 1978 [Sawin (2004)]. Foi o sistema escolhido pela Alemanha e Espanha para incentivar a energia eólica e pelo Brasil para o Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica (Proinfa).
- *Leilões de Energia (Tendering Arrangements)* – É um processo competitivo com base em chamadas públicas periódicas de apoio a uma quantidade predefinida de energia renovável. A França e a Inglaterra utilizaram essa opção para promover as renováveis. Não tiveram muito sucesso com esse sistema, pois as participações das fontes renováveis nos seus mercados eram muito incipientes. No caso do Brasil, o Ministério de Minas e Energia vislumbra a utilização desse sistema em uma próxima fase do Proinfa, caso a primeira fase tenha tido êxito. Com um parque gerador já instalado, com indústrias nacionais produzindo equipamentos, os leilões podem proporcionar maior competitividade entre as fontes e entre os produtores.
- *Participação Voluntária (Green Pricing Scheme)* – Permite a participação voluntária de consumidores dispostos a pagar um prêmio para apoiar a geração elétrica proveniente de fontes renováveis.
- *Certificados Verdes (Tradable Renewable Energy Certificate – TREC)* – A comercialização de certificados pode ocorrer se houver uma demanda voluntária de energia renovável ou se houver alguma imposição legal de governo. Os certificados apresentam a vantagem de se poder produzir energia renovável em locais onde ela é menos custosa, sem necessidade de transferência física de energia.

A falta de financiamentos de longo prazo apropriados é um outro ponto de entrave apontado. A aversão dos financiadores ao risco é grande, pois as renováveis apresentam alto custo de produção, o mercado ainda não está bem consolidado, a tecnologia muitas vezes não está difundida e a escala de produção é reduzida. Por isso, torna-se importante superar algumas barreiras políticas e legais, de forma que o financiador se sinta mais confortável em apoiar as fontes renováveis de energia. Do ponto de vista do setor público, há pelo menos três modalidades de apoio: recursos não-reembolsáveis, financiamentos a baixo custo e prestação de garantias. O setor privado pode participar com capital de risco (*venture capital*), podendo se consorciar com o capital público.

Aspectos Financeiros

As tecnologias renováveis sofrem competição distorcida das tecnologias convencionais em termos de preços dos usos finais. Muitas das plantas movidas a combustíveis fósseis e nuclear foram construídas com subsídios e a maior parte das plantas usando tecnologia convencional já foi amortizada. Há também a distorção da não-apropriação de custos externos e das externalidades negativas de algumas tecnologias. Plantas movidas por combustíveis fósseis provocam emissão de gases poluentes, como o dióxido de carbono, o dióxido de enxofre, óxidos de nitrogênio, entre outros contaminantes. Plantas nucleares geram lixo nuclear e oferecem risco de contaminação por radioatividade. Há várias formas de corrigir essas distorções. Alguns países já impuseram taxas sobre o consumo de energia ou taxas sobre emissões de carbono e outros poluentes. Outros preferiram isentar ou reduzir as taxas sobre os renováveis, podendo essa ser uma boa alternativa para o incentivo dessas fontes. Há também aqueles que procuram incentivar essas fontes com a depreciação acelerada dos investimentos nesses energéticos.

Aspectos Fiscais

Os obstáculos nas etapas de pesquisa, desenvolvimento e demonstração são numerosos. Para se chegar à fase de plena comercialização da nova tecnologia, é necessário que o aparato industrial esteja preparado para dar suporte e esteja em consonância com os objetivos traçados para fontes renováveis. Na União Européia, foram implementados os programas Joule (pesquisa e desenvolvimento), Thermie (demonstração) e Altener, esse último desenhado para eliminar qualquer barreira não-técnica. Algumas tecnologias já apresentam o retorno do investimento desejado pelos investidores. Por exemplo, a Dinamarca consolidou a indústria de geração eólica, assumindo a liderança mundial; a Finlândia e a Suécia apresentam forte capacitação em tecnologias de biomassa; e a Alemanha e a Holanda são especializadas em fabricação de células fotovoltaicas [EEA (2001)].

Capacitação Tecnológica

Informação, Educação e Treinamento

Falta de conhecimento e confiança no potencial e nas possibilidades de desenvolvimento das renováveis é também um dos pontos fundamentais. Para que uma tecnologia tenha sucesso e possa ser difundida, é necessário que ela seja aceita no nível local. A associação de benefícios não-energéticos, tal como o incremento da renda ou a geração de empregos locais, pode ajudar a aceitação e a difusão da nova tecnologia. A participação cooperativa pode ser um instrumento para envolver comunidades locais no desenvolvimento de renováveis. Agências de energia em níveis local e regional são também meios de se promover as fontes renováveis, no sentido de informar, educar e treinar comunidades locais, procurando melhorar sua aceitação.

Programas Governamentais na Europa

Vários países industrializados lançaram programas de governo promovendo as fontes renováveis. As principais fontes incentivadas são: energia eólica, solar fotovoltaico, solar térmico, biomassa para geração elétrica, biomassa para geração de calor e biocombustíveis. A Agência Ambiental Européia apresenta um número considerável de tecnologias que foram incentivadas e tiveram sucesso nos países-membros. A Tabela 2 apresenta os principais programas desenvolvidos em países da União Européia.

Tabela 2

Principais Programas Energéticos da União Européia

PAÍS	TECNOLOGIA DE ENERGIA RENOVÁVEL	APLICAÇÕES
Áustria	Biomassa Solar Térmico	Geração de Calor Coletores Solares
Alemanha	Fotovoltaico Solar Térmico Eólica Biomassa	Fotovoltaico em Áreas Urbanas Aquecimento Fazendas Eólicas Biodiesel, Geração de Calor e Eletricidade
Dinamarca	Biomassa Eólica	Geração Elétrica Cooperativas Eólicas
Espanha	Fotovoltaico Eólica Biomassa	Fotovoltaico Conectado à Rede Fazendas Eólicas Geração Elétrica
Finlândia	Biomassa	Ciclo Combinado Calor-Eletricidade
França	Biomassa Eólica	Biodiesel e Geração de Calor Iniciativas de Desenvolvimento
Grécia	Solar Térmico	Sistemas Solares de Aquecimento de Água
Irlanda	Eólica	Fazendas Eólicas
Itália	Eólica	Fazendas Eólicas
Holanda	Fotovoltaico	Instalados em Telhados Integrados
Portugal	Eólica	Projetos Eólicos
Suécia	Biomassa Eólica	Geração de Calor e de Eletricidade Fazendas Eólicas

Graças a esses programas, países como Dinamarca, Suécia, Finlândia e Áustria conseguiram alcançar níveis importantes de participação de fontes renováveis em suas matrizes energéticas. Atualmente, Dinamarca, Alemanha e Espanha detêm os maiores parques eólicos instalados. No que se refere às energias solar e de marés, dentre os países da OCDE, destacaram-se em 2001 Japão, Alemanha e Turquia. O México lidera a produção de energia geotérmica, seguido da Itália e do Japão. Combustíveis renováveis de biomassa são produzidos em escala na Alemanha, na França, no Canadá, no México e na Suécia.

No caso do Brasil, as fontes renováveis foram incentivadas por iniciativas do governo desde meados do século passado. Os recursos hídricos eram abundantes, mas as imperfeições do mercado eram tantas que as fontes renováveis não poderiam se desenvolver sem incentivo. Durante um longo período, formou-se uma capacitação nacional extraordinária. O crescimento da participação da energia hidroelétrica foi impulsionado durante a década de 70, com a construção de usinas de porte como Itaipu e Tucuruí.

Combustíveis sólidos e líquidos de biomassa foram outra saída encontrada pelo Brasil para enfrentar a crise energética dos anos 70. O principal programa naquela época foi o Proálcool. Seu objetivo era substituir a gasolina utilizada em automóveis, empregando tecnologia desenvolvida em território nacional. O crescimento do mercado foi bastante significativo, principalmente após o segundo choque do petróleo. Em 1985, as vendas de automóveis a álcool representaram 96% do mercado, mas, com a elevação do preço do açúcar no mercado internacional, houve uma queda acentuada da produção de álcool no fim dos anos 90, o que contribuiu para a redução da produção de veículos a álcool, além do fato de os preços do petróleo estarem em queda a partir da segunda metade dos anos 80.

Atualmente, o álcool é competitivo com a gasolina em vários estados, mas ainda é necessário quebrar algumas barreiras surgidas ao longo do tempo, como a confiança do consumidor na segurança de abastecimento do combustível. Isso tem sido um ponto-chave para tornar o álcool combustível uma mercadoria que possa ser comercializada internacionalmente. O automóvel flexível é opção bastante interessante, permitindo que o consumidor possa decidir sobre o combustível economicamente mais vantajoso para ele, não ficando à mercê de decisões dos produtores de álcool e açúcar.

O governo brasileiro tem incentivado outras fontes renováveis de energia que não são, em sua maioria, competitivas nas atuais condições do mercado. Os exemplos mais recentes de ações de promoção de aumento das fontes de energia renováveis na matriz

Programas Governamentais no Brasil

energética brasileira referem-se ao Programa de Produção e Uso do Biodiesel e ao Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica (Proinfa).

O Programa do Biodiesel tem como meta a adição de 2% de biodiesel ao diesel. Isso representa uma produção de cerca de 800 milhões de litros de biodiesel. Durante os três primeiros anos, a adição é voluntária, pois a agroindústria não está preparada para produzir tal volume de biodiesel no curto prazo. A partir de 2008, a adição de 2% será obrigatória. Em oito anos, a obrigatoriedade passará para 5%.

O Proinfa é coordenado pelo Ministério de Minas e Energia e estabelece a contratação de 3.300 MW de energia no Sistema Interligado Nacional (SIN), produzidos pelas fontes eólica, de biomassa e de pequenas centrais hidrelétricas (PCHs), sendo 1.100 MW de cada fonte. Os objetivos principais do programa são: (i) a diversificação da matriz energética nacional, garantindo maior confiabilidade e segurança ao abastecimento; e (ii) o incentivo à indústria nacional, pois uma das exigências do programa é a obrigatoriedade de um índice mínimo de nacionalização de 60% do custo total de construção dos projetos. O Brasil detém as tecnologias de produção de maquinário para uso em PCHs e usinas de biomassa e está avançando na tecnologia eólica, com duas plantas instaladas, uma no Sudeste e outra no Nordeste, além da grande expectativa de um ou dois fabricantes se instalarem em território nacional.

O ministério também coordena o Programa de Desenvolvimento Energético dos Estados e Municípios (Prodeem), instituído em dezembro de 1994. O programa tem por objetivo atender às localidades isoladas, não-supridas de energia elétrica pela rede convencional, obtendo essa energia de fontes renováveis locais, notadamente painéis fotovoltaicos, de modo a promover o desenvolvimento auto-sustentável, social e econômico dessas localidades. Para a consecução de seus objetivos, o programa pode contar com recursos orçamentários a ele destinados; com apoio técnico dos órgãos setoriais envolvidos com as questões energéticas; e com apoio voluntário dos estados, do Distrito Federal, dos municípios e de organizações públicas e privadas nacionais e internacionais.

A Agência Nacional de Energia Elétrica (Aneel) recebeu a incumbência, através da Lei nº 10.438, de preparar um plano de universalização do acesso à eletricidade, fixando um prazo para o cumprimento de metas de atendimento de serviço de energia elétrica. No Programa Luz para Todos, a Eletrobrás é encarregada de gerir os recursos financeiros do programa de universalização de acesso à energia elétrica do ministério, cujo objetivo é levar energia elétrica a 12 milhões de pessoas até 2008. O programa está orçado em R\$ 7 bilhões, sendo R\$ 5,3 bilhões provenientes da Conta de Desenvolvimento Energético (CDE) e da Reserva Global de Reversão (RGR)

e o restante dos governos estaduais e de agentes do setor. Além da gestão dos recursos, a Eletrobrás é responsável por dar apoio técnico às concessionárias estaduais de energia para a execução do Luz para Todos. Em sua primeira fase, o programa pretende levar energia elétrica a 1,4 milhão de famílias – 90% delas em áreas rurais – até o ano 2006. Em sistemas isolados, há um potencial não-desprezível de penetração de fontes renováveis.

O BNDES contribuiu com vários programas de governo para a promoção de fontes renováveis, para a substituição de petróleo e para a eficiência energética. Além dos programas tradicionais citados, o BNDES contribuiu no processo de substituição de óleo combustível por eletricidade em indústrias através do programa Eletrotermia. Na década de 80, instituiu o Programa de Conservação do Meio Ambiente (Conserve), em parceria com agências multilaterais de crédito, cujo objetivo era estimular o controle da poluição em áreas urbanas, industriais e rurais. Tornaram-se emblemáticos os casos de despoluição de Cubatão (SP) e o tratamento de efluentes na suinocultura da Região Sul [BNDES (2002)]. Mais recentemente, em 2001, foram lançados os programas para pequenas centrais hidroelétricas (PCH-COM), de apoio à co-geração de energia elétrica a partir de resíduos de biomassa, e para investimentos em fontes alternativas e em eficiência energética.

A experiência do BNDES se voltou basicamente para projetos em hidroeletricidade e biomassa de bagaço da cana-de-açúcar e, em menor proporção, de resíduos de madeira. A Tabela 3 apresenta o volume total aproximado de investimentos e de financiamentos da carteira do BNDES relativa a operações ativas utilizadas e ainda não totalmente utilizadas no período de 2001 a 2003 para co-geração com base em biomassa e PCH.

No caso do Proinfa, o BNDES participou das discussões sobre as condições do programa pouco antes de seu lançamento. Vários riscos foram reduzidos com a estrutura contratual montada. O Ministério de Minas e Energia escolheu um mecanismo interessante para os produtores de energia, com a fixação de tarifas (*feed-in*

Atuação do BNDES

Tabela 3

Investimentos e Financiamento do BNDES para Co-Geração com Base em Biomassa e PCH

FORTE DE ENERGIA	CAPACIDADE INSTALADA (MW)	INVESTIMENTO (R\$ Milhões)	FINANCIAMENTO (R\$ Milhões)
Biomassa	490	837,2	556,8
PCH	501	1.049,1	737,8
Total	991	1.886,3	1.294,6

tariffs) por um prazo de 20 anos. Dentro de um contexto institucional mais estável, no qual algumas barreiras políticas e legais já foram superadas, o BNDES pôde oferecer recursos em condições bastante favoráveis em relação aos financiamentos tradicionais.

Com relação ao Programa de Biodiesel, o BNDES participou de etapas preliminares, como o planejamento e a concepção do programa. O Banco foi convidado pelo ministério a integrar o Grupo Gestor no início de 2004. O Programa de Produção e Uso do Biodiesel foi lançado em dezembro de 2004, juntamente com uma linha de financiamento do BNDES que pode chegar a 90% do investimento em projetos com selo social e a 80% em projetos sem selo. O BNDES também incentiva a aquisição de máquinas e equipamentos homologados pelos fabricantes, para utilizar no mínimo 20% de biodiesel, aumentando em até 25% o prazo do financiamento.

Conclusões

A análise sobre o desenvolvimento de fontes renováveis mostra que elas são fundamentais para o crescimento sustentável não só por questões ambientais, mas também por motivos econômicos (dependência de importação, impacto na balança comercial, risco de abastecimento, escassez de recursos não-renováveis etc.), sociais (geração de empregos, aumento da renda, acesso a energia) e tecnológicos (desenvolvimento do parque industrial).

Diferentemente da maioria dos outros países, o Brasil tem tradição e vantagens comparativas para produzir energias renováveis, notadamente hidroeletricidade e biomassa. Possui potencial para produção de energia eólica (principalmente no Nordeste) e solar (em particular em regiões isoladas), mas essas tecnologias apresentam custos de geração ainda muito elevados. Esses custos têm tendência declinante e a sua redução é função da capacidade instalada.

Em um contexto de custos marginais decrescentes das novas fontes renováveis e de custos marginais crescentes das fontes tradicionais, é provável que a produção de fontes renováveis seja competitiva no futuro. Cabe ao governo decidir se o país deve incentivar as fontes renováveis e selecionar aquelas que se adaptem melhor ao seu contexto.

Para atrair interessados em investir na produção de fontes renováveis, não basta oferecer incentivos fiscais e financeiros. É necessário, em primeiro lugar, desenvolver um arcabouço institucional no Brasil no sentido de remover algumas barreiras apontadas neste trabalho. As lições tiradas dos programas de incentivo às fontes renováveis mostram que:

- 1) O BNDES atualmente é a principal instituição de financiamento de longo prazo no país. Uma parte significa-

tiva dos investimentos em energia contou e conta com recursos do Banco. Por isso, o BNDES exerce um papel importante no direcionamento da trajetória de desenvolvimento do setor energético brasileiro.

- 2) O financiamento a baixo custo não é suficiente, às vezes, para promover fontes renováveis. Há a necessidade de inserir outras formas de incentivos, como a desoneração fiscal ou a depreciação acelerada dos investimentos. A recém-criada Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial (ABDI), que tem o objetivo de desenhar as políticas industriais, de incentivar setores estratégicos e de estimular a inovação tecnológica, inclusive com a participação da iniciativa privada com *venture capital*, seria o fórum adequado para estudar a questão tributária para as fontes renováveis, já que essas fontes são um tema prioritário da ABDI.
- 3) O financiamento do BNDES em energia tem de estar em consonância com as políticas energéticas nacionais. Não basta oferecer financiamento a uma determinada tecnologia se há muitos obstáculos em outras esferas. Enquanto as tecnologias se encontrarem em um estágio infante de desenvolvimento, com custos elevados e pequena participação no mercado, é necessário que se tenha um aparato legal, regulatório e institucional sólido, de forma a reduzir os riscos para os financiadores.
- 4) O BNDES tem participado de programas governamentais de promoção de fontes renováveis, de substituição do petróleo importado e de eficiência energética (Proálcool, Conserve, PCH-COM, Proinfa, Biodiesel etc.). É importante dar atenção à análise da capacidade financeira e empresarial dos potenciais tomadores de financiamento, para o êxito desses programas.
- 5) Para que haja uma real consolidação das renováveis, é preciso que o BNDES continue apoiando não apenas o setor energético, mas também a malha industrial, notadamente a indústria de bens de capital, que dá suporte a uma tecnologia potencialmente promissora.
- 6) Os formuladores de políticas devem identificar nichos de mercado para o desenvolvimento de energias renováveis. As políticas operacionais do BNDES já oferecem incentivos para algumas regiões e setores. Entretanto, não há ainda diferenciação entre tecnologias mais ou menos sustentáveis ou apropriadas a determinados locais. Também, não há incentivo para tecnologias que oferecem grande potencial de ganhos de eficiência e, conseqüentemente, de redução de custo de produção.

O incentivo a tecnologias apropriadas com potencial de redução de custos deveria ser um tema de estudo de grupos de trabalho no BNDES. O desperdício na produção de biomassa energética é um exemplo clássico no caso do Brasil. Os equipamentos empregados na indústria sucroalcooleira são de baixa eficiência, a tecnologia é dominada no território nacional, mas os empresários não se sentem estimulados a investir na melhoria da eficiência e, conseqüentemente, na redução do custo de produção.

7) O fato de muitas dessas fontes serem para pequena escala e esses produtores ou consumidores finais não terem acesso direto aos recursos do BNDES exige que se identifiquem outros agentes financiadores que atuem de forma complementar ao Banco. A Eletrobrás, por exemplo, tem atuado no financiamento da eletrificação rural a localidades isoladas utilizando fontes renováveis, como os painéis solares. Os bancos de varejo, os bancos de desenvolvimento regionais e as agências de fomento devem estar bem articulados no sentido de promover as renováveis, pois são eles que estão mais próximos do consumidor final, podendo identificar mais facilmente os nichos de mercado e remover barreiras de informação.

Além desses pontos levantados, deve-se ter em mente uma mudança no contexto internacional, com o aumento do preço do petróleo e a ratificação do Protocolo de Quioto. Em 2004, o álcool brasileiro conseguiu entrar diretamente nos Estados Unidos sem precisar passar pelo Caribe, região que possui cota de até 7% do mercado norte-americano e que não sofre a taxaço prevista para o álcool. Apesar de o mercado mundial de biocombustíveis ser ainda muito pequeno, ele deve apresentar crescimento rápido até 2008, quando se inicia o primeiro período de obrigaçoões de reduçoões de gases de efeito-estufa, conforme o Protocolo de Quioto. Entretanto, o Brasil não tem a infra-estrutura de logística adequada para a exportação de biocombustíveis em grandes volumes.

Outro ponto que merece reflexão refere-se à forma de atuação do BNDES na promoçoão de fontes renováveis: se vai financiar apenas projetos que visem ao aumento da oferta de energias renováveis e ou à reduçoão de gases de efeito-estufa ou se vai ter uma participaçao mais ativa no mercado.

Outras formas de atuação seriam (i) a participaçao acionária de empresas descapitalizadas, mas com potencial de crescimento no mercado; (ii) a oferta de crédito diferenciado para projetos de reduçoão de gases de efeito-estufa; e (iii) a participaçao em fundos de compra de créditos de carbono ou a retençoão de parte das receitas provenientes da venda de carbono de beneficiários do BNDES, para a formaçoão de um fundo.

Esse fundo poderia ter o objetivo de prestar garantias a projetos de pequeno porte ou em estágio de desenvolvimento tecno-

lógico inicial, ou seja, que tenham dificuldade de obter financiamento pelos caminhos tradicionais. Tendo uma participação mais ativa nesses mercados, o BNDES estaria promovendo, direta ou indiretamente, a penetração de fontes renováveis na matriz energética brasileira, assim como as exportações de biocombustíveis para países com obrigações internas.

AIE – Agência Internacional de Energia. Experience curves for energy technology policy. Paris, 2000.

_____. Renewable energy into the mainstream, renewable energy working party. Holanda, 2002.

_____. Renewables information. Paris, 2003.

_____. Key world energy statistics. Paris, 2004.

_____. Renewable energy: market & policy trends in IEA countries. Paris, 2004.

BNDES. *50 anos de desenvolvimento*. São Paulo, Câmara Brasileira do Livro, 2002.

COSTA, Ricardo C. Contraintes d'environnement global et impératifs de développement à court terme: étude des conditions d'une harmonisation dans le cas du Brésil. Tese de doutorado, École des Hautes Études en Sciences Sociales, CIRED. Paris, 1999.

COVIELLO, Manilio F. Entorno internacional y oportunidades para el desarrollo de las fuentes renovables de energía en los países de América Latina y el Caribe. *Serie Recursos Naturales e Infraestructura*, n. 63. Santiago do Chile, Cepal, outubro, 2003.

EEA – European Environment Agency. Renewable energies: success stories. *Environmental Issue Report*, n. 27, 2001.

GOLDEMBERG, José. The case for renewable energies. Relatório Temático, Secretaria da Conferência Internacional para Energias Renováveis, janeiro, 2004.

LUTHER, Joachim. Research and development: the basis for widespread employment of renewable energies. Relatório Temático, Secretaria da Conferência Internacional para Energias Renováveis, janeiro de 2004.

MME – Ministério de Minas e Energia. Balanço energético nacional. Brasília, 2003.

SAWIN, Janet L. National policy instruments: policy lessons for the advancement & diffusion of renewable energy technologies around the world. Relatório Temático, Secretaria da Conferência Internacional para Energias Renováveis, janeiro, 2004.

Referências Bibliográficas

SONNTAG-OBRIEN, Virginia e USHER, Eric. Mobilising finance for renewable energies. Relatório Temático, Secretaria da Conferência Internacional para Energias Renováveis, janeiro, 2004.