



Sumário para Tomadores de Decisão

Além de grandes hidrelétricas

**Políticas para fontes renováveis de
energia elétrica no Brasil**

Missão

O WWF-Brasil é uma organização não governamental brasileira dedicada à conservação da natureza com os objetivos de harmonizar a atividade humana com a conservação da biodiversidade e de promover o uso racional dos recursos naturais em benefício dos cidadãos de hoje e das futuras gerações. O WWF-Brasil, criado em 1996 e sediado em Brasília, desenvolve projetos em todo o país e integra a Rede WWF, a maior rede independente de conservação da natureza, com atuação em mais de 100 países e o apoio de cerca de 5 milhões de pessoas, incluindo associados e voluntários.

GRUPO DE PESQUISA

Supervisão

Prof. Dr. Gilberto de Martino Jannuzzi
Universidade Estadual de Campinas (Unicamp)
International Energy Initiative para a América Latina (IEI-LA)

Coordenação

Prof. Dr. Paulo Henrique de Mello Sant'Ana
Universidade Federal do ABC (UFABC)
International Energy Initiative para a América Latina (IEI-LA)

Equipe

MSc. Rodolfo Dourado Maia Gomes (IEI-LA)
Engº Eduardo Pereira Raposo (UFABC)
Rafael Shibuya (UFABC)

COMITÊ REVISOR

Prof. José Goldemberg (IEE/USP)
Ricardo Baitelo (Greenpeace Brasil)
Prof. Roberto Schaeffer (COPPE/UFRJ)
Prof. Sérgio Bajay (FEM/UNICAMP)

EQUIPE DO WWF-BRASIL

Maria Cecília Wey de Brito – Secretária-Geral

Mauro Armelin – Superintendente de Conservação

Carlos Rittl – Coordenador do Programa de Mudanças Climáticas e Energia

Ligia Pitta Ribeiro – Analista de Conservação do Programa de Mudanças Climáticas e Energia

Pedro Bara Neto – Coordenador de Infraestrutura da Iniciativa Amazônia Viva

Glauco Kimura de Freitas – Coordenador do Programa Água para a Vida

Edição e Revisão

Isadora de Afrodite Richwin Ferreira

Projeto gráfico

Talita Ferreira

Colaboração

André de Meira Penna Neiva Tavares



© Martin Harvey / WWF-Canon

CONTEÚDO

Introdução	7
1. Custos de produção de energia	11
2. Potencial de geração de eletricidade por fontes renováveis alternativas	14
Energia eólica	15
Biomassa	16
Energia solar fotovoltaica	17
Pequenas Centrais Hidrelétricas	18
Complementaridade do sistema elétrico	18
Incentivos à geração distribuída	19
3. Produtividade, escala e desempenho	20
4. Novos mercados para fontes renováveis alternativas	22
5. Financiamento e incentivos a fontes renováveis alternativas	23
Experiência brasileira	24
Incentivos fiscais e políticas de crédito	25
Experiências de outros países	26
6. Novas abordagens de políticas energéticas	28
Propostas de políticas energéticas	29
Impactos das políticas de controle de emissões	32
Conclusões e recomendações	34
Conclusões	34
Recomendações	36
Referências	39

Introdução

Fontes renováveis alternativas para produção de energia elétrica.

As grandes usinas hidrelétricas são as principais geradoras de eletricidade no Brasil. A maior parte de nossa matriz está concentrada nessa fonte e os planos de expansão da geração de energia também privilegiam a construção de grandes usinas. Apesar de ser conhecida como uma fonte de energia limpa com baixos níveis de emissão de gases de efeito estufa, as usinas hidrelétricas de grande porte, como as que estão sendo construídas na Amazônia, causam grandes impactos ambientais e sociais. Outras fontes renováveis de menor impacto ambiental podem e devem ter um papel mais relevante na matriz energética brasileira. É possível pensar na expansão da produção de energia elétrica no Brasil sem se limitar à construção de grandes centrais hidrelétricas.

No atual contexto em que países de todo o mundo buscam caminhos para diminuir as emissões de gases de efeito estufa, ampliar a oferta de energia elétrica para atender a uma demanda crescente e, simultaneamente, diminuir o impacto ambiental da produção de energia é um desafio para o Brasil. A chamada economia de baixo carbono pode gerar conhecimento, novas tecnologias, empregos e oportunidades de negócios, e um dos setores mais promissores é o de geração de energia elétrica.

O texto aprovado pelos chefes de Estado e representantes de governos presentes à Rio+20, “O futuro que nós queremos” (*The future we want*, no original em inglês), reconhece a necessidade de se melhorar a eficiência energética, aumentar o percentual de fontes renováveis e desenvolver tecnologias mais limpas e eficientes. O documento tem como foco o acesso à energia, a eficiência energética e o uso de fontes alternativas de energia e prevê, ainda, a implementação de políticas nacionais e locais nesse sentido.

Em todo o país, de acordo com o Banco de Informações de Geração (BIG) da Agência Nacional de Energia Elétrica (Aneel), apenas cerca de 5% da capacidade total instalada de geração de eletricidade utiliza fontes renováveis alternativas, como eólica, biomassa, solar e pequenas centrais hidrelétricas (PCHs). Os outros 95% correspondem às fontes tradicionais, como grandes e médias usinas hidrelétricas, energia nuclear e termelétricas a gás natural, óleo diesel ou carvão mineral.

Apenas cerca de
5%
da capacidade
total instalada
de geração de
eletricidade utilizam
fontes renováveis
alternativas



© Anton Vorauer / WWF-Canon

O estudo Agenda Elétrica Sustentável, realizado pelo WWF-Brasil em 2008, demonstrou que é possível dobrar a participação de fontes renováveis alternativas na matriz energética brasileira, com relação ao cenário tendencial previsto pelo Plano Decenal de Expansão de Energia 2006-2015¹, reduzindo os gastos energéticos dos consumidores brasileiros em até 38% até 2020. Isso seria alcançado por meio de ações de eficiência energética, tanto no consumo quanto na distribuição de energia, e na estabilização das emissões provenientes da geração de eletricidade. Os planos decenais são elaborados pela Empresa de Pesquisa Energética do Ministério de Minas e Energia para orientar, a partir da análise das tendências de demanda e oferta, as decisões relacionadas à produção de energia e assegurar a expansão equilibrada da oferta energética.

Quatro principais fontes renováveis alternativas:

- Eólica
- Biomassa
- Solar fotovoltaica
- Pequenas Centrais Hidrelétricas

O presente trabalho aprofunda as avaliações feitas na Agenda Elétrica Sustentável, demonstra as vantagens das fontes renováveis alternativas e mostra como é possível introduzir novos mecanismos de incentivos ou adaptar os mecanismos existentes para fomentar a maior participação dessas fontes em relação às fontes tradicionais, sem que isso acrescente novos custos para a sociedade.

Para isso, considera quatro principais fontes renováveis alternativas: **eólica, biomassa, solar fotovoltaica e pequenas centrais hidrelétricas**. Apesar de ser renovável, a energia gerada por médias e grandes usinas hidrelétricas não é considerada neste trabalho devido ao seu significativo impacto ambiental, principalmente na região amazônica, onde se concentram os atuais projetos de expansão da matriz hidrelétrica brasileira.

Políticas e projetos que promovam a utilização de fontes renováveis alternativas podem integrar a política tecnológica, ambiental e energética do país.

¹ O cenário tendencial descrito foi baseado nos planos de expansão de energia elétrica do Brasil na época do estudo, que foi o Plano Decenal de Expansão de Energia 2006-2015, publicado pela Empresa de Pesquisa Energética (EPE) em 2007.



© Carlos G. Vallejo / WWF-International



© Adriano Gambarini / WWF-Brasil

O Brasil dispõe de recursos significativos para a exploração das fontes eólica, biomassa, PCHs e solar fotovoltaica, incluindo grandes reservas de silício, matéria prima indispensável para a produção de energia solar. A ampliação da capacidade de produção de eletricidade a partir dessas fontes requer a realização de pesquisas e o desenvolvimento do parque tecnológico existente.

O investimento nessa ampliação beneficiaria o país com a redução dos custos de produção de eletricidade, geraria conhecimento e empregos e contribuiria para a expansão da oferta de energia elétrica com menores impactos ambientais e sociais e poderia reduzir as emissões de gases de efeito estufa. As oportunidades de se desenvolver tecnologias e inseri-las no mercado podem levar o país a uma posição de destaque na economia de baixo carbono. Áreas isoladas do sistema de fornecimento de energia elétrica poderiam contar com fontes de eletricidade confiáveis e de baixo impacto, e o sistema nacional teria maior estabilidade nos momentos em que a produção por fontes tradicionais é menor, já que os períodos de estiagem que prejudicam a produção das grandes usinas hidrelétricas coincidem com os períodos de maior produção de energia eólica, solar e de biomassa.

Na seção 1 deste resumo executivo são apresentadas estimativas dos custos de produção de energia, informação fundamental para a proposição de novas abordagens para o fomento às fontes renováveis alternativas. Na seção 2, é detalhado o potencial de geração de energia elétrica por meio de cada uma das fontes alternativas no Brasil. Para viabilizar a exploração desse potencial, é preciso implementar ações que promovam economia de escala e aprendizado tecnológico, aliadas a inovações técnicas e institucionais, detalhadas na seção 3. A seção 4 apresenta alguns novos mercados para fontes alternativas de energia que estão emergindo no Brasil, principalmente no meio rural e em áreas isoladas.

Na seção 5, são apresentados os mecanismos existentes de incentivo à ampliação da matriz elétrica brasileira e são propostos caminhos para direcionar esses incentivos para as fontes alternativas. A seção traz ainda as experiências brasileiras e internacionais de fomento a essas fontes. Na sexta e última seção, são propostas novas abordagens de políticas energéticas que privilegiem as fontes alternativas. O trabalho traz ainda uma seção de conclusões e recomendações para auxiliar a tomada de decisões.



© Kevin Schäfer / WWF-Canon



© Paul Nicklen/National Geographic Stock / WWF-Canada

1. Custos de produção de energia

Conhecer os custos de geração é fundamental para a proposição de novas abordagens para o fomento às fontes renováveis de geração de eletricidade no país.

A produção de energia por fontes renováveis alternativas tem custos menores do que a energia nuclear e do que as termelétricas

Apesar do grande potencial brasileiro de geração de eletricidade por fontes alternativas, a implementação comercial dessas tecnologias ainda encontra algumas barreiras de mercado. Essas barreiras dizem respeito principalmente à escala de produção de tecnologias de geração de energia por fontes alternativas: com um parque industrial ainda modesto e um mercado restrito, os custos de instalação permanecem altos.

Diversos estudos elaborados pelo governo e pela academia no Brasil publicam os valores do custo de produção de energia no país; contudo, normalmente não se tem acesso à memória de cálculo e às premissas utilizadas. O que se sabe é que o cálculo é feito com base na percepção do empreendedor sobre os valores futuros de combustíveis, valores atuais e futuros de financiamentos, custos de produção, encargos e impostos, entre outros. No entanto, é possível fazer estimativas e comparar os custos de geração de energia a partir de diferentes fontes.

Comparação feita a partir de estimativas da *International Energy Agency* e dos valores negociados no leilão de energia nova realizado no Brasil em 2010 indica que a produção de energia por fontes renováveis alternativas tem custos menores do que a energia nuclear e do que as termelétricas à gás natural e carvão mineral, que atualmente são as principais geradoras de energia complementar para o Sistema Interligado Nacional (SIN). Os valores calculados a partir dessa comparação, bem como os valores encontrados na literatura nacional e internacional, são resumidos na Tabela 1, que apresenta valores mínimos e máximos e os custos de implantação dos empreendimentos.

Os custos de geração apresentados são nivelados, ou seja, levam em consideração a quantidade de eletricidade produzida por ano, o investimento inicial, custos de operação e manutenção, preço dos combustíveis, entre outros fatores.

Tabela 1: Comparação de custos de geração de eletricidade no Brasil

Fonte	Custo de instalação (R\$/kW)	Custo nivelado aproximado (taxa de desconto de 10%)		Tendência da evolução dos custos nos próximos 10-15 anos
		Mínimo	Máximo	
UHEs (1)	R\$ 3.450,00	R\$ 60,63	R\$ 101,35	↑
PCHs (2)	R\$ 5.000,00	R\$ 112,47	R\$ 161,96	→
Eólica (3)	R\$ 3.350,00	R\$ 89,00	R\$ 118,00	↓
Biomassa (cana-de-açúcar) (4)	R\$ 3.000,00	R\$ 91,00	R\$ 131,00	↓
Nuclear (5)	R\$ 3.000,00	R\$ 155,00	R\$ 192,68	↑
Gás natural em Ciclo Combinado (6)	R\$ 3.000,00	R\$ 173,58		↓
Carvão pulverizado nacional (7)	R\$ 2.750,00	R\$ 133,55		→

1 Adaptação de IEA (2010) e cálculos efetuados com base nos leilões de energia nova A-5 de 2010. Custos tendem a aumentar devido à localização dos empreendimentos, que estão em locais mais distantes do centro de consumo e menos acessíveis.

2 Associação Brasileira de Energia Limpa (APMPE) e cálculos efetuados com base nos leilões de energia nova A-5 de 2010. Custos tendem a se estabilizar, pois a tecnologia já está madura e os locais ainda estão acessíveis.

3 Cálculos baseados no leilão de fontes alternativas A-3 de 2010 e dos dois leilões A-3 de 2011. Custos tendem a diminuir com o desenvolvimento e a inserção dessas tecnologias no mercado (efeito aprendizado tecnológico e ganhos de capacidade de geração por unidade).

4 Associação da Indústria de Cogeração de Energia (COGEN) e cálculos baseados no leilão de fontes alternativas A-3 de agosto de 2010 e dos 2 leilões A-3 de 2011. Custos tendem a diminuir, com o desenvolvimento e a inserção de novas tecnologias de combustão de bagaço no mercado (efeito aprendizado tecnológico).

5 Adaptação de IEA (2010) e Molinari (2009). Custos tendem a se estabilizar, tecnologia de geração II já madura e as de geração IV são ainda caras; custo do combustível e das tecnologias são uma incerteza, principalmente após o acidente de Fukushima, no Japão. Os custos tendem a subir devido a mais restrições e a menor venda de sistemas nucleares.

6 Adaptação de IEA (2010). Custos tendem a diminuir no Brasil, tecnologia madura; custo do combustível tende a cair devido ao início de fornecimento de 22 milhões de metros cúbicos pela Petrobras e às grandes reservas existentes no país.

7 Adaptação de IEA (2010). Custos tendem a se estabilizar, tecnologia madura; custo do combustível é uma incerteza.

As barreiras de mercado e os custos de produção de eletricidade por fontes renováveis alternativas podem ser derrubados por meio de políticas públicas de investimento no setor

Convém ressaltar que os custos de geração das termelétricas movidas a gás natural e carvão pulverizado no Brasil podem ultrapassar R\$ 500,00/MWh quando estão em operação, porque essas usinas possuem contratos de disponibilidade. Esse tipo de contrato garante um preço fixo para que a termelétrica esteja disponível para fornecer energia ao sistema e estabelece que as despesas relativas aos custos variáveis, que incluem manutenção, operação e combustível, sejam pagas à parte, caso a usina seja acionada pelo sistema.

As barreiras de mercado e os custos de produção de eletricidade por fontes renováveis alternativas podem ser derrubados por meio de políticas públicas de investimento no setor. O estabelecimento de metas de ampliação da participação dessas fontes na matriz energética do país e incentivos fiscais e de crédito podem expandir o mercado e estimular os investimentos privados no setor.

O Brasil já tem experiência acumulada na geração e comercialização de energia proveniente de fontes de baixo impacto. O Programa de Incentivo às Fontes Renováveis no Brasil (Proinfa) tem como meta fazer com que 10% do consumo anual de energia elétrica do país sejam supridos por meio de fontes renováveis alternativas e, em sua primeira fase, já conseguiu avançar na implementação comercial dessas tecnologias no país. Como é detalhado adiante, o Proinfa contribuiu significativamente para aumentar a competitividade dessas fontes de energia, principalmente porque conseguiu criar um mercado para elas, o que fez com que investidores aumentassem o parque fabril ligado ao setor.



© Kevin Schafter / WWF/Canon

2. Potencial de geração de eletricidade por fontes renováveis alternativas

O Banco de Informações de Geração da Agência Nacional de Energia Elétrica (Aneel) informa que em abril de 2011 o Brasil contava com 2.400 empreendimentos de geração de energia elétrica em operação.

Dos **2.400** empreendimentos em operação, **777** utilizam fontes renováveis alternativas

Esses empreendimentos geravam um total de pouco mais de 114 milhões de kW de potência. Para os próximos anos está previsto o acréscimo de 47,6 milhões de kW na capacidade de geração do país, provenientes de 119 empreendimentos em construção e de 506 empreendimentos já outorgados, ou seja, com autorização de funcionamento concedida pela Aneel.

Dos 2.400 empreendimentos em operação, 777 utilizam fontes renováveis alternativas. São 398 pequenas centrais hidrelétricas, 51 centrais eólicas e 328 centrais de biomassa que utilizam bagaço de cana. Juntas elas podem produzir 12,3 milhões de kW ou 9,03% do total outorgado no país. Outros 70 empreendimentos que utilizam fontes alternativas foram outorgados, sendo 18 para centrais eólicas e 52 para pequenas centrais hidrelétricas, que juntos podem vir a gerar quase 1,2 milhão de kW. A capacidade instalada e outorgada, no entanto, ainda não exploram todo o potencial de geração de eletricidade das fontes alternativas.



©Tanya Petersen / WWF-Canon



© Corbis (RF)/Latinstock

Energia eólica

O Brasil tem grande potencial de geração de energia eólica por ter um volume de ventos duas vezes maior do que a média mundial e por ter baixa oscilação da velocidade o que garante maior previsibilidade à geração de eletricidade. O último estudo completo sobre o potencial eólico do país é o Atlas do potencial eólico brasileiro. Apesar de desatualizado, o atlas aponta que o potencial de geração de energia elétrica por meio dessa fonte é de 143 milhões de kW, valor superior à capacidade total instalada no Brasil atualmente, que é de 114 milhões de kW, considerando todas as fontes. As regiões com maior potencial são o Nordeste, principalmente no litoral, com 75 milhões de kW, o Sudeste, com 29,7 milhões de kW, e o Sul, com 22,8 milhões de kW. Esse potencial pode ser ainda maior se considerarmos os novos sistemas *offshore*, ou seja, de captação de vento com turbinas instaladas no mar.

Biomassa

O potencial de geração de eletricidade com biomassa normalmente é calculado a partir da disponibilidade de bagaço de cana-de-açúcar, principal fonte de biomassa do país. Há atualmente 440 usinas em atividade no Brasil, mas a maioria delas produz energia somente para suprir as necessidades energéticas das próprias unidades de processamento do setor sucroalcooleiro. Apenas 100 usinas produzem eletricidade para o sistema elétrico nacional.

No entanto, com a renovação das unidades de processamento e com a valorização dos resíduos agrícolas, a tendência é que diminua o consumo energético no processo produtivo de açúcar e álcool e que haja mais energia elétrica excedente. Caso a palha e a ponta da cana sejam adicionadas ao bagaço, o potencial é ainda maior. De acordo com a União da Indústria de Cana-de-açúcar (UNICA), o potencial de geração de eletricidade com essa fonte é de 1,5 milhão de kW por ano, para alimentar o sistema elétrico. Segundo o Instituto Acende Brasil, os canaviais existentes no Brasil poderiam gerar cerca de 14 milhões de kW.

O potencial de geração de eletricidade por meio da biomassa é de 1,5 milhão de kW por ano

Além da cana-de-açúcar, os resíduos sólidos também têm grande potencial de geração de energia elétrica, por meio do biogás. Salomon e Lora (2005) mostram que no Brasil seria possível gerar cerca de 1,2 milhão de kW a partir dos resíduos sólidos urbanos, esgotos domésticos, vinhaça e resíduos animais provenientes da criação de bovinos e suínos. Se não aproveitado, esse gás pode contribuir para o agravamento das mudanças climáticas. O aproveitamento energético desse material, no entanto, enfrenta barreiras técnicas, regulatórias e institucionais, principalmente com relação aos sistemas de coleta, separação e estocagem dos resíduos sólidos.

A previsão é que as tecnologias de gaseificação de biomassa tornem-se competitivas apenas em 2018-2020, e o Plano Nacional de Energia 2030 elaborado pelo Conselho Nacional de Política Energética prevê a entrada em operação de sistemas de gaseificação de biomassa no setor sucroalcooleiro em 2020 com participação de 5% da geração setorial de eletricidade. Até 2030 essa participação deve crescer para 13%.



© Adriano Gambarini / WWF-Brasil



© Adam Oswell / WWF-Canon

Energia solar fotovoltaica

Para se ter uma dimensão do potencial de geração da energia solar fotovoltaica, caso o lago de Itaipu fosse coberto com painéis fotovoltaicos (com 8% de eficiência global de conversão e assumindo a radiação solar da região do lago), a geração seria de 183 TWh/ano, o que representaria aproximadamente 45% do total consumido pelo Brasil em 2008 (Ruther, 2010). O Brasil recebe boa incidência de radiação solar diária durante a maior parte do ano em todo o seu território. Além de boa incidência de radiação solar, o Brasil possui também grandes reservas de silício, matéria prima indispensável para a produção dos painéis solares. Essa conjunção de fatores representa uma boa oportunidade para o investimento em pesquisa, desenvolvimento e implantação comercial de toda a cadeia tecnológica da energia solar.

Como forma de incentivar a geração solar fotovoltaica, em abril de 2012 a Aneel elevou o desconto de 50% para 80% na Tarifa de Uso dos Sistemas Elétricos de Transmissão (TUST) e na Tarifa de Uso dos Sistemas Elétricos de Distribuição (TUSD), para empreendimentos de geração por fonte solar que injetem até 30 MW na rede de transmissão e distribuição. Esse desconto será dado para as usinas que entrarem em operação até 31 de dezembro de 2017 e valerá durante os seus primeiros 10 anos de operação. Depois desse período, o desconto volta a ser de 50%. As usinas que entrarem em operação após 31 de dezembro de 2017 terão o desconto de 50%.

Estima-se que
25,9 milhões
de kW poderiam ser gerados,
o que corresponde a cerca de
10%
do potencial hidrelétrico total

Pequenas Centrais Hidrelétricas

O Brasil é o país com o maior potencial hidrelétrico do mundo. Um total de 260 milhões de kW poderiam ser produzidos, mas de acordo com o Plano Nacional de Energia 2030, o potencial técnico-econômico é de cerca de 126 milhões de kW, dos quais 70% estão na bacia do rio Amazonas. De acordo com o Centro Nacional de Referência em Pequenas Centrais Hidrelétricas (CERPCH) estima-se que 25,9 milhões de kW poderiam ser gerados com pequenas centrais hidrelétricas o que corresponde a cerca de 10% do potencial hidrelétrico total.

Complementaridade do sistema elétrico

As hidrelétricas são a principal fonte de eletricidade do país. Para complementar o Sistema Interligado Nacional nos momentos em que a oferta de energia produzida é menor do que a demanda, o Brasil utiliza principalmente as termelétricas movidas a gás natural e carvão mineral. Por exercerem esse papel complementar no sistema elétrico, as termelétricas recebem subsídios por parte do governo, que serão detalhados mais adiante.

No entanto, fontes renováveis alternativas podem exercer o mesmo papel, com custos mais baixos e com menores impactos sobre o meio ambiente. Essas fontes representam complementaridade sazonal com relação às hidrelétricas. O período de seca, quando as hidrelétricas produzem menos, coincide justamente com a safra da cana-de-açúcar e com o período de maior incidência de ventos.

O planejamento da expansão do Sistema Interligado Nacional deve considerar que a predominância da geração hidrelétrica deixa o país dependente das vazões fluviais, que são sujeitas a variações significativas. Também deve levar em conta princípios básicos que já estão previstos nos planos decenais de energia elétrica, como a sustentabilidade, menores custos e diversificação da matriz elétrica.

Contudo, a falta de metas de longo prazo de inserção das fontes renováveis alternativas faz com que o uso dessas fontes não seja devidamente contemplado nos planos de expansão da oferta de eletricidade. A expansão da produção está baseada nas fontes hidrelétricas e termelétricas, principalmente em três grandes projetos, que são as usinas de Belo Monte e do rio Madeira (Santo Antônio e Jirau) e a termelétrica nuclear de Angra 3. A busca pela eficiência energética e a adoção de fontes alternativas ficaram mais uma vez em segundo plano.

Fontes renováveis
alternativas podem exercer o papel
de complementaridade, com
custos mais baixos e
menores impactos
sobre o meio ambiente

Vários fatores concorrem para colocar em dúvida essa concentração de investimentos. Além das consequências ambientais desse tipo de empreendimento, questões técnicas sobre os custos de integração da energia gerada na Amazônia ao Sistema Interligado Nacional, as perdas energéticas em torno de 17% e a similaridade do padrão hidrológico sazonal com as hidrelétricas já existentes no país diminuem consideravelmente os benefícios desses empreendimentos. A previsão é que mesmo com os grandes investimentos feitos no setor, o SIN ainda precisará ser complementado por energia gerada a partir de termelétricas.

O investimento em fontes renováveis alternativas, por outro lado, poderia ampliar a produção de eletricidade, aumentar a segurança e a complementaridade do sistema e diminuir impactos ambientais e sociais da expansão do sistema de geração e de distribuição de energia.

Incentivos à geração distribuída

Net-metering:
Mecanismo de compensação que permite que consumidores possam gerar energia em suas próprias edificações e injetar o excedente gerado na rede de distribuição

Outra medida recente adotada no país foi o estabelecimento de incentivos à geração em pequena escala. Em abril de 2012 a Aneel publicou resolução que estabelece regras para o *net-metering*, mecanismo de compensação que permite que consumidores possam gerar energia em suas próprias edificações e injetar o excedente gerado na rede de distribuição. A energia injetada na rede gerará créditos de eletricidade que serão deduzidos das faturas dos consumidores, com prazo de validade de 36 meses.

As fontes elegíveis para esse tipo de geração são energia hidráulica, solar, eólica, biomassa ou cogeração qualificada, com potência máxima de 1 MW. A partir de janeiro de 2013 as distribuidoras de energia elétrica devem começar a atender as solicitações dos consumidores de acesso à rede de distribuição. O consumidor deverá arcar com os custos de instalação do sistema, inclusive com a diferença entre o custo dos componentes do sistema de medição requerido para o sistema de compensação de energia elétrica e o custo do medidor convencional utilizado em unidades consumidoras do mesmo nível de tensão.

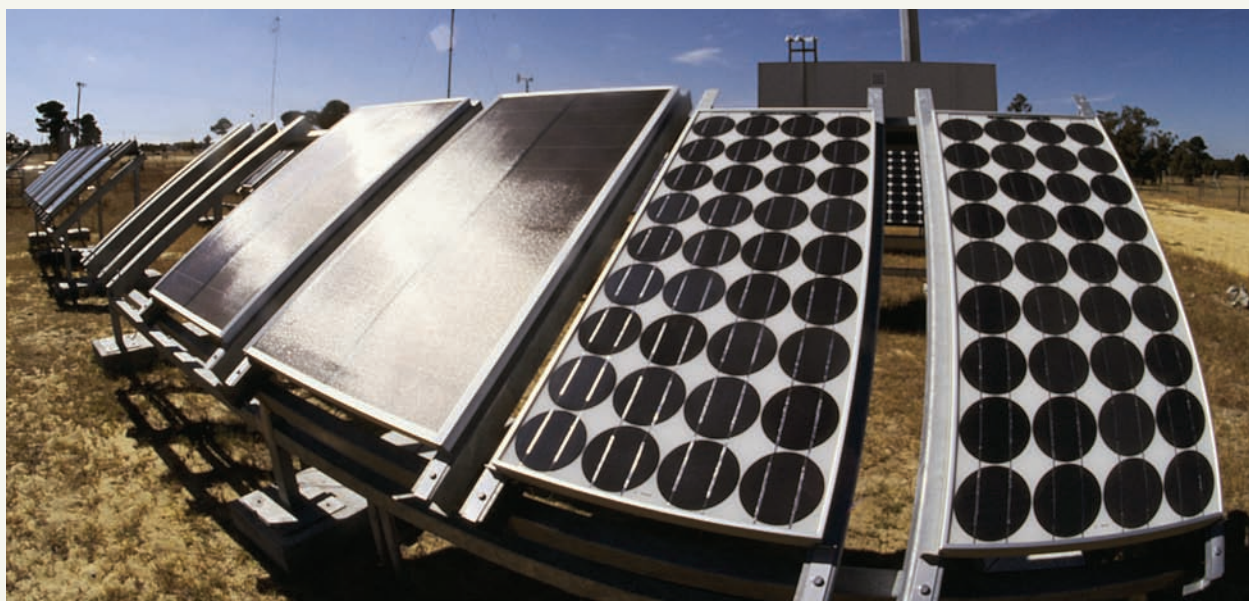
3. Produtividade, escala e desempenho

As fontes renováveis alternativas de energia elétrica ainda enfrentam desafios econômicos que dificultam a expansão de sua participação na matriz elétrica brasileira. Ações que promovam economia de escala e aprendizado tecnológico, aliadas a inovações técnicas e institucionais, podem ajudar o país a superar esses desafios.

Objetivo:
reduzir custos por meio do aumento da produção e da consequente redução do custo médio de produção

A economia de escala é obtida quando o processo produtivo é organizado de modo a que se alcance o máximo aproveitamento dos fatores envolvidos na produção. O objetivo é reduzir custos por meio do aumento da produção e da consequente redução do custo médio de produção. Dessa forma, com o aumento da produção de painéis fotovoltaicos ou de equipamentos de geração de energia eólica, espera-se que se obtenha um ganho de escala e a consequente diminuição do custo médio de produção de energia por meio dessas fontes. Da mesma forma, a instalação de plantas maiores de geração de energia por fontes renováveis alternativas deve provocar a redução dos custos de produção, já que os custos de sistemas pequenos e médios são maiores do que os de grandes sistemas.

Outro fator que influencia os custos de produção é a curva de experiência, utilizada para explicar a redução de custo da aplicação de novas tecnologias. À medida que se acumula experiência na produção de determinado bem, os custos médios decrescem. O mesmo pode ser aplicado para novas tecnologias de produção de energia. Na fase de pesquisa e desenvolvimento, as tecnologias de geração de energia por fontes renováveis alternativas são caras, mas sua utilização reduz os custos gradativamente. Quanto mais plantas forem instaladas, mais experiência será acumulada e menores serão os custos médios de produção.



© Richard McLellan / WWF-Canon

O poder público
pode criar as condições para
o desenvolvimento comercial
de novas tecnologias, com
base no interesse público de
geração de eletricidade por
meio das fontes renováveis
alternativas

Para se avaliar a dimensão do impacto da curva de experiência nos custos de produção de energia elétrica por fontes renováveis alternativas, na Holanda, entre 1993 e 2001, a cada vez que a produção de sistemas fotovoltaicos dobrou os custos de produção foram reduzidos em 85%. Da mesma forma, na Espanha e no Reino Unido, entre 1990 e 1998, a cada vez que a produção de geradores eólicos dobrou o custo de produção caiu cerca de 80%.

Inovações técnicas, organizacionais e institucionais, abrangidas no conceito de paradigma tecno-econômico, também alteram o comportamento da economia. Segundo esse conceito, inovações tecnológicas passam por três estágios de implantação. No primeiro estágio de difusão inicial ocorrem inovações radicais em produtos e processos e o conhecimento é de livre acesso. A segunda fase é marcada pela privatização do conhecimento por meio de patentes e segredos industriais. Na terceira fase, conhecida como fase madura, ocorrem apenas inovações incrementais, e o conhecimento torna-se novamente acessível.

Algumas das fontes alternativas de geração de energia ainda estão no estágio inicial, com altos custos, ou em transição para o estágio intermediário. Nessas etapas iniciais, políticas públicas da área de ciência e tecnologia são extremamente relevantes, porque funcionam como indutores para o desenvolvimento tecnológico e para a posterior implantação das novas tecnologias. O poder público pode criar as condições para o desenvolvimento comercial dessas tecnologias, com base no interesse público de geração de eletricidade por meio das fontes renováveis alternativas.

4. Novos mercados para fontes renováveis alternativas

Alguns novos mercados para fontes alternativas de energia estão emergindo no Brasil nos últimos anos, principalmente no meio rural e em áreas isoladas.

Os sistemas isolados de geração de energia já são vistos pela Aneel como a solução para a universalização do acesso à eletricidade

Esses novos mercados compreendem basicamente a produção de energia por meio de sistemas fotovoltaicos conectados à rede elétrica e a autoprodução de eletricidade.

No meio rural e em áreas isoladas, a geração local de energia costuma ser mais vantajosa em termos econômicos e logísticos, em comparação com a extensão da rede elétrica. Adicionalmente, soluções locais de geração de energia ainda trazem benefícios como geração local de empregos e diminuição de impactos ambientais. Os sistemas isolados de geração de energia já são vistos pela Aneel como uma solução para a universalização do acesso à eletricidade. Sistemas individuais de geração de energia elétrica e minirredes de distribuição já são soluções para fornecimento de energia elétrica em comunidades da Amazônia, e utilizam fontes renováveis e combustíveis fósseis. O Programa Luz para Todos do governo federal financia 85% dos custos desses sistemas.

Outra modalidade que vem ganhando espaço é o uso de sistemas fotovoltaicos conectados à rede elétrica, já regulamentados pela Aneel. Os consumidores de eletricidade instalam painéis fotovoltaicos, utilizam a eletricidade gerada e o excedente é injetado na rede elétrica. Outra opção é que toda a eletricidade gerada seja injetada na rede e comprada pela concessionária por meio de tarifa-prêmio (também conhecida como *feed-in*²).

Grandes grupos industriais brasileiros estão começando a investir na produção de energia para suprir suas unidades fabris. A autoprodução, como é conhecido o sistema, é estimulada pelo amadurecimento do mercado de energias renováveis alternativas e por um maior nível de consciência sobre as questões ambientais e as mudanças climáticas. A autoprodução de energia dobrou de 2001 a 2009. Essa modalidade não está restrita a grandes indústrias e pode ser aplicada também nos setores residencial e comercial.

² A tarifa *feed-in* é uma tarifa utilizada por diversos países como mecanismo de implementação de políticas públicas do setor elétrico. A tarifa é mais vantajosa e assegurada para as centrais geradoras, e o custo total é normalmente rateado por todos os consumidores, embutidos na tarifa na forma de encargos.

5. Financiamento e incentivos a fontes renováveis alternativas

A tarifa de energia elétrica tem aumentado na última década, principalmente devido aos crescentes custos marginais de geração, aos encargos e aos impostos.

Dois encargos destacam-se no cálculo da tarifa de eletricidade, a Conta de Consumo de Combustíveis (CCC) e a Conta de Desenvolvimento Energético (CDE).

A CCC é um fundo setorial administrado pela Eletrobras. No passado foi utilizado para fomentar o sistema interligado, mas atualmente é aplicado somente no sistema isolado. Sua finalidade é reembolsar os custos de geração de eletricidade, incluindo encargos, impostos e investimentos. Em 2009, a CCC subsidiou R\$ 344,79 por MWh gerado no sistema isolado. Em 2010, a CCC gerou R\$ 3,6 bilhões em subsídios.

A Conta de Consumo de Combustíveis acaba subsidiando a produção de energia por meio de fontes não renováveis e prejudiciais para o meio ambiente

A fonte de energia mais comumente utilizada pelo sistema isolado são os combustíveis fósseis, principalmente óleo diesel e óleo combustível. Isso significa que a CCC está subsidiando a produção de energia por meio de fontes não-renováveis e prejudiciais para o meio ambiente. De acordo com as normas da Aneel para a CCC, o subsídio deve ser aplicado na geração de energia, independentemente da fonte utilizada. Há um mecanismo previsto na CCC de subvencionar (a fundo perdido) fontes renováveis nos sistemas isolados, portanto, a CCC poderia ser utilizada para subsidiar sistemas isolados de produção de eletricidade por fontes renováveis alternativas.

A CDE é destinada a promover o desenvolvimento elétrico dos estados, a universalização dos serviços de energia elétrica, o programa de subvenção para consumidores de baixa renda, a expansão da malha de gás natural canalizado e o custo do carvão mineral nacional utilizado em termelétricas. Além disso, o pagamento da eletricidade contratada pelo Proinfa é feito com recursos da CDE. Atualmente, cinco usinas termelétricas movidas a carvão mineral estão incluídas na CDE. O subsídio recebido por elas vem crescendo a cada ano e, em 2009, chegou a R\$ 127,54 por MWh. No mesmo ano, o valor total dos subsídios para essas cinco termelétricas foi de R\$ 664,95 milhões. Se subsídios de R\$ 127,50 por MWh fossem destinados às fontes renováveis alternativas, uma revolução energética aconteceria no país, obviamente dependendo do montante total a ser utilizado.

É imperativo
que o governo federal
crie outros
mecanismos de
incentivo
às fontes alternativas no
Sistema Interligado Nacional

Em julho de 2012, a Aneel aprovou resolução que estabelece que o subsídio pago às usinas termelétricas a carvão mineral com recursos da Conta de Desenvolvimento Energético será calculado com base no grau de eficiência dessas centrais geradoras a partir de 2016, de modo a incentivar os ganhos de eficiência e, conseqüentemente, a redução no uso de combustíveis fósseis e de recursos da CDE.

A Reserva Global de Reversão (RGR) também prevê a alocação de recursos para o financiamento de empreendimentos de geração de eletricidade proveniente de fontes eólica, solar, biomassa e de pequenas centrais hidrelétricas.

Em julho de 2012, o Ministro das Minas e Energia, Edison Lobão, declarou que serão extintas a RGR, a CDE e a CCC para reduzir a tarifa final de eletricidade. Até a publicação do presente trabalho, o MME não havia apresentado o plano de mudança para tais incentivos. Caso sejam extintos, é imperativo que o governo federal crie outros mecanismos de incentivo às fontes renováveis e à universalização do acesso e eficiência energética, como outros encargos ou metas de expansão por meio de leilões de energia nova. Ainda de acordo com o Ministro, o programa Luz para Todos será financiado pelo Tesouro Nacional e o Proinfa será totalmente revisto.

Experiência brasileira

O Brasil já possui algumas experiências de incentivo às fontes renováveis de energia. A mais importante foi o Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica, conhecido como Proinfa. Criado em 2002, o Proinfa passou a funcionar em 2004 com o objetivo de aumentar a participação das fontes alternativas no Sistema Interligado Nacional. Em sua primeira fase, o programa fomentou as fontes eólica, biomassa, e PCHs, de modo a gerar ganhos de escala e aprendizagem tecnológica, ampliar a competitividade industrial do setor e, sobretudo, identificar e apropriar-se dos benefícios técnicos, ambientais e socioeconômicos de projetos de geração a partir dessas fontes.

A energia produzida com apoio do Proinfa é comprada pela Eletrobras com contratos de 20 anos e valores pré-fixados. Os custos são repassados aos consumidores finais por meio das revisões tarifárias, num mecanismo semelhante ao das tarifas *feed-in*. O Proinfa exige a nacionalização de 60% dos custos de construção dos projetos e possibilita maior inserção de pequenos produtores de energia, o que contribui para a diversificação dos agentes do setor.

O programa prevê a implantação de 144 usinas, com capacidade instalada total de 3,29 milhões de kW. São 63 PCHs, 54 usinas eólicas e 27 usinas de biomassa. Linhas de crédito do Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES) cobririam até 70% dos investimentos. Não há dados disponíveis sobre o montante investido pelo BNDES no Proinfa, no entanto, no primeiro trimestre de 2011 o banco investiu R\$ 2,1 bilhões no setor energético, dos quais R\$ 928 milhões destinaram-se a fontes alternativas. Esse valor representa um aumento de 61% em relação ao mesmo período de 2010.

A ideia original do Proinfa era que a segunda fase do programa fizesse com que, em 20 anos, as fontes eólica, biomassa e PCHs suprissem 10% da energia total consumida no país. A segunda fase seria iniciada quando os 3,29 milhões de kW da primeira fase estivessem instalados, mas o cronograma de execução está atrasado e não há previsão para o início da fase 2. Caso venha de fato a acontecer, a segunda fase do Proinfa depende de recursos da CDE para subsidiar os empreendimentos.

Incentivos fiscais e políticas de crédito

Apesar de alguns problemas na primeira fase do programa, o Proinfa foi um marco importante para o fomento às fontes renováveis alternativas. Outras iniciativas foram implementadas no mesmo período, como o desconto de pelo menos 50% nas tarifas de uso dos sistemas de transmissão e distribuição para empreendimentos hidrelétricos, solares, eólicos, de biomassa e de cogeração que forneçam potência máxima de 30 MW ao sistema interligado. Há também destinação de recursos da CDE para aumentar a competitividade da energia gerada a partir de fontes alternativas, mas os valores não são divulgados pela Eletrobras.

A Reserva Global de Reversão (RGR) é um encargo do setor elétrico criado em 1957, cujas finalidades foram sendo alteradas ao longo do tempo. A RGR prevê a concessão de financiamentos para empreendimentos que utilizam as fontes eólica, solar, biomassa e PCH. Também prevê que recursos da RGR seriam utilizados em programa de fomento específico que deveria ser instituído pela Eletrobras para a utilização de equipamentos de uso individual e coletivo destinados à transformação de energia solar em energia elétrica. Além disso, a RGR prevê o financiamento de atividades de pesquisa e planejamento da expansão do sistema energético, de expansão dos serviços de distribuição para áreas urbanas e rurais de baixa renda e de combate ao desperdício e promoção do uso eficiente de energia elétrica.

Políticas de crédito e incentivos fiscais

podem ser eficazes para diminuir custos e aumentar a competitividade dessas fontes energéticas

O BNDES possui uma linha de crédito para empreendimentos de geração de energia por fontes renováveis alternativas, além dos recursos destinados pelo banco ao Proinfa. O valor máximo financiável é de 80% do total do investimento, com taxas de juros de 4% ao ano, e os prazos de pagamento costumam variar de 10 a 14 anos. Outro incentivo a esses empreendimentos é a agilização da concessão da outorga do empreendimento.

Como discutido anteriormente, o principal componente do custo dos empreendimentos de geração de eletricidade a partir de fontes renováveis alternativas é o investimento inicial. Portanto, políticas de crédito e incentivos fiscais podem ser eficazes para diminuir custos e aumentar a competitividade dessas fontes energéticas. Para isso, não é necessário criar novos encargos, basta apenas redirecionar e fortalecer os mecanismos existentes.

Experiências de outros países

Diversos países têm adotado políticas para auxiliar o desenvolvimento de mercados para tecnologias renováveis alternativas de geração de energia, por meio de incentivos governamentais para o mercado. Esses incentivos podem ser tributações específicas, subsídios fiscais ou tarifas-prêmio, por exemplo, e podem ser destinados tanto a consumidores quanto a produtores de energia. As experiências da Alemanha, da Espanha e do Japão ajudam a demonstrar o potencial desses mecanismos.

A Alemanha possui uma série de políticas e instrumentos de fomento às energias renováveis alternativas, mas o mais importante no país são as tarifas *feed-in*. Com esse mecanismo, o governo alemão buscou garantir o acesso dos geradores de energia elétrica por fontes renováveis às redes de transmissão e definir uma tarifa atrativa e competitiva para a energia gerada.

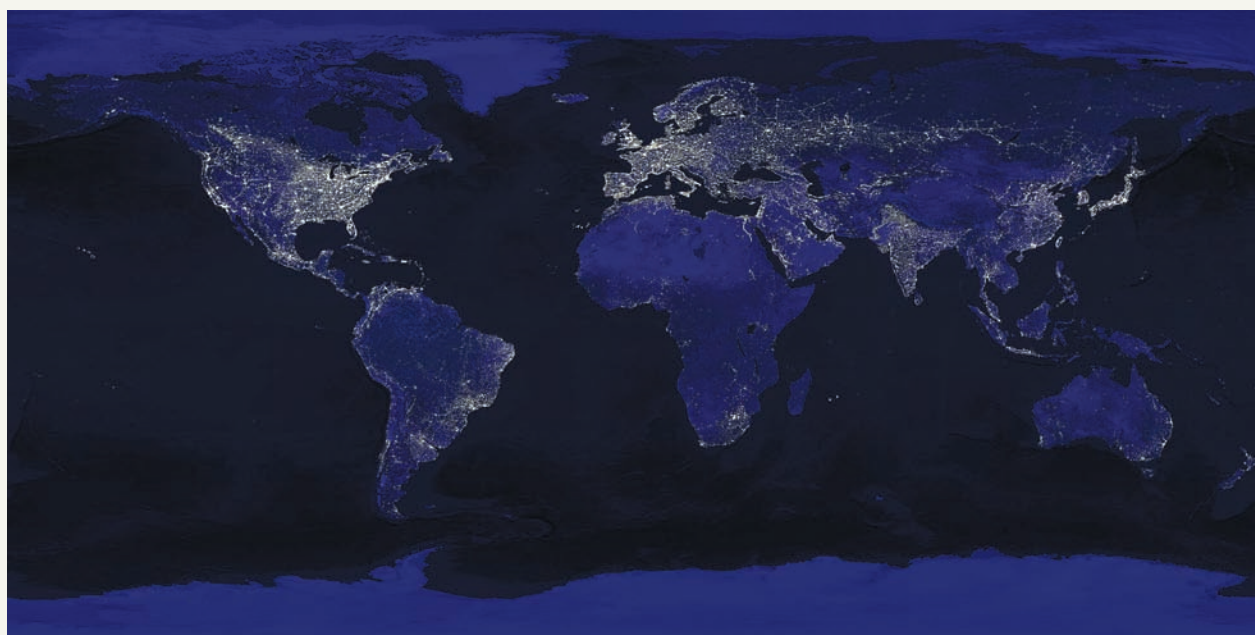
No início do programa, indústrias podiam comprar energia solar ou eólica por um valor 10% abaixo do preço regular. Para tecnologias de biomassa e hidroeletricidade, a diferença de preço era de 65% e 80%, respectivamente. Para se ter uma ideia dos resultados obtidos, na década de 1990, o programa conseguiu ampliar em 4,4 milhões de kW a energia gerada a partir do vento. Na década de 2000, o programa foi reestruturado para se adequar às novas realidades de mercado e hoje é considerado um dos modelos mais eficazes de fomento à energia renovável.

Além das tarifas *feed-in*, a Espanha adota o financiamento público direto, empréstimos subsidiados e créditos fiscais para incentivar a geração eólica,

solar fotovoltaica, biomassa, biocombustíveis e PCHs. As principais garantias oferecidas pelo governo espanhol são a conexão dos empreendimentos à rede elétrica, os contratos de compra da energia e a garantia de preços. O sistema espanhol, no entanto, desestimula os investimentos privados ao privilegiar os investimentos diretos do governo, o que pode criar dependência do mercado com relação ao Estado.

No Japão, os desafios de geração de energia são imensos. Cerca de 80% da demanda energética do país são supridos com energia importada, porque a geografia local dificulta o desenvolvimento de uma matriz hidrelétrica, o pouco espaço terrestre dificulta a produção de biomassa e instalações *offshore* são difíceis e caras devido à grande profundidade dos mares japoneses.

Apesar das adversidades, o país implementou políticas e mecanismos de incentivos à geração de energia por fontes renováveis alternativas, dentre os quais destacam-se os acordos voluntários, os subsídios à indústria de equipamentos, os investimentos públicos diretos e o portfólio padrão, que consiste na exigência de que um percentual da expansão da matriz energética seja feita a partir de fontes renováveis alternativas. Devido às limitações de recursos naturais, no entanto, o aumento da participação de fontes renováveis na matriz energética japonesa não acompanhou o crescimento da demanda por energia elétrica no país.



6. Novas abordagens de políticas energéticas

Políticas públicas para fontes renováveis alternativas devem ser concebidas como elemento integrante da política tecnológica, ambiental e energética do país.

As experiências de outros países mostram que políticas bem estruturadas trazem resultados positivos não só do ponto de vista ambiental, mas também econômico e social

O aproveitamento do potencial dessas fontes pode contribuir para o desenvolvimento do parque tecnológico brasileiro, para os esforços de diminuição de impactos ambientais e para a redução de emissões de gases de efeito estufa, além da ampliação da oferta de eletricidade.

A aplicação de recursos públicos é essencial nesse processo. As experiências de outros países mostram que políticas bem estruturadas trazem resultados positivos não só do ponto de vista ambiental, mas também econômico e social. No Brasil é possível destinar recursos que hoje financiam a geração de energia por fontes não renováveis para a consolidação das fontes renováveis alternativas, tanto no sistema interligado quanto no sistema isolado. Com isso o país avançaria na política de desenvolvimento tecnológico e industrial e alinharia o setor elétrico aos objetivos da Política Nacional sobre Mudanças do Clima.

A redução dos custos das tecnologias contempladas pelo Proinfa tornou possível a realização do leilão de fontes alternativas de energia em 2010. O leilão, por sua vez, gerou competição entre as diferentes fontes alternativas, o que fez com que o preço médio final da energia contratada tenha sido baixo (R\$ 133,56/MWh). Essa competição entre fontes pode ser benéfica no curto prazo, porque as tecnologias com menores custos são contempladas, mas pode prejudicar a inserção das fontes alternativas que ainda têm preços mais altos devido à baixa estruturação da cadeia produtiva. Nesse ponto, as políticas públicas podem fazer a diferença.

Três aspectos justificam a implementação de políticas públicas de fomento a tecnologias de geração de eletricidade por fontes renováveis alternativas. O primeiro é o interesse público na diminuição das emissões de gases de efeito estufa. A mitigação das mudanças climáticas é essencial para o bem estar da população, e a maior inserção do Brasil na economia de baixo carbono pode gerar conhecimento, tecnologias e oportunidades de negócio para o país.

O segundo aspecto é a necessidade de o Brasil ampliar, diversificar e tornar mais limpa a matriz energética nacional do futuro. O terceiro é a necessidade de investimentos para diminuir os custos de produção das fontes alternativas, que ainda estão nos estágios iniciais de implementação comercial. A partir dessas três justificativas, é possível propor outros mecanismos de fomento às fontes alternativas, que vão além da realização de leilões.

Propostas de políticas energéticas

Das quatro fontes alternativas contempladas neste trabalho, a solar fotovoltaica é a mais cara. Para ampliar o uso dessa fonte, o ideal é que se estabeleçam políticas de pesquisa e desenvolvimento para que o Brasil possa dominar toda a cadeia produtiva da energia solar e passe a incluir a geração fotovoltaica em sistemas isolados ou de autoprodução.

A ampliação da participação das fontes eólica, biomassa e PCHs no SIN é viável e, para isso, recomenda-se o estabelecimento de metas de inclusão dessas fontes e a destinação de incentivos fiscais e de crédito.

Apesar do sucesso dos últimos leilões de fontes alternativas em 2010 e 2011, não há na prática um compromisso do MME e da EPE com a continuidade desses leilões. O estabelecimento de metas de expansão dessas fontes nos leilões de energia nova seria um avanço.

A Empresa de Pesquisa Energética poderia conduzir análises sobre o potencial de geração que embasassem os estudos de planejamento da expansão do setor elétrico de modo a incluir metas para as fontes renováveis alternativas. Essas metas seriam um compromisso do Ministério de Minas e Energia de ampliar gradativamente a participação dessas fontes na matriz energética brasileira e de dar continuidade aos leilões.

Os leilões poderiam ser feitos separadamente para PCHs, centrais eólicas e biomassa, para evitar a competição entre as três fontes. De acordo com os estudos de potencial dessas fontes, inicialmente seria possível um incremento de ao menos 40% das fontes PCH, eólica e biomassa nos leilões de energia nova para o SIN. Cada uma delas poderia representar no mínimo 10% desse valor. Isso criaria um mercado e também deixaria uma banda de flexibilização para a EPE conduzir os leilões, o que evitaria eventuais manipulações dos agentes de mercado. Essa meta poderia ser contabilizada a cada três anos, o que daria ainda mais flexibilidade à operacionalização dos leilões.

Como os empreendimentos de energia eólica, biomassa e PCHs são mais intensivos em capitais, políticas de crédito poderiam aumentar sua competitividade

A possibilidade de realizar leilões específicos para a geração de energia solar também deve ser considerada. Apesar de o Ministério de Minas e Energia ter declarado recentemente que ainda não é o momento de realizar uma concorrência desse tipo por causa do custo - que segundo o MME está entre R\$300,00/MWh e R\$400,00/MWh - é importante lembrar que o Proinfa remunerava os empreendimentos eólicos com valores que variavam entre R\$280,00/MWh e R\$290,00/MWh. A associação representante do setor eólico credita ao Proinfa os valores próximos de R\$ 100/MWh obtidos nos leilões subsequentes ao programa em decorrência do aprendizado e da criação de mercado. Nada impediria, portanto, que a realização de leilão específico surtisse os mesmos efeitos sobre a produção da energia solar.

O estabelecimento de metas e a realização de leilões separados aumentariam a segurança dos investidores e os estimulariam a instalar ou expandir fábricas para a produção de equipamentos ligados ao setor elétrico. A ampliação da produção de maquinário, aliada à geração de energia por fontes alternativas, faria com que os custos de produção diminuíssem ao longo do tempo.

Como os empreendimentos de energia eólica, biomassa e PCHs são mais intensivos em capitais, políticas de crédito poderiam aumentar sua competitividade. A maior parte dos custos de geração por essas fontes vem dos custos de instalação, e políticas de crédito a juros baixos podem fazer com que esses custos sejam diluídos ao longo da vida útil do empreendimento, o que contribui para a diminuição do custo nivelado da energia gerada. O BNDES já possui linha de crédito para esses tipos de empreendimentos, mas é preciso ampliar essa política, o que poderia ser feito com recursos da Conta de Desenvolvimento Energético.

Incentivos fiscais para a aquisição de máquinas e equipamentos também podem ser eficazes para estimular maior inserção das fontes renováveis alternativas na matriz elétrica brasileira, já que o Brasil tem uma das maiores cargas tributárias do mundo. A isenção parcial ou total de impostos, em conjunto com a ampliação do mercado para fontes alternativas provocada pelo estabelecimento de metas, estimularia os investimentos na cadeia produtiva de maquinário ligado ao setor elétrico renovável.

Para alcançar os resultados almejados é indispensável um esforço conjunto de vários órgãos do governo. O Ministério de Minas e Energia poderia coordenar esse processo por meio do Conselho Nacional de Política Energética (CNPE), em conjunto com o Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior (MDIC), que também é membro do conselho. O Ministério do Meio

É preciso
reorientar os
subsídios
das termelétricas para
as fontes renováveis
alternativas

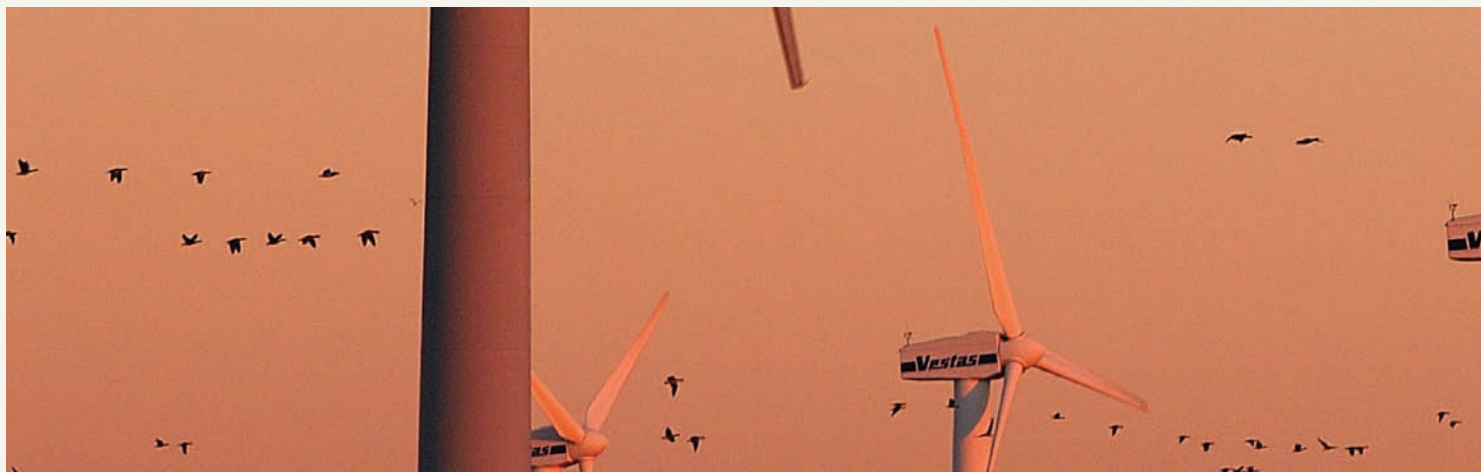
Ambiente, o Ministério da Fazenda, e o Ministério da Ciência e Tecnologia também são membros do CNPE e são necessários nesse processo.

A geração de energia por termelétricas é cara, poluidora e depende de contratos *take-or-pay* para sobreviver. Esse tipo de contrato prevê a aquisição de uma quantidade mínima de energia por um preço fixo, que deverá ser pago mesmo que a energia não seja utilizada. Ainda assim as termelétricas recebem subsídios para funcionar que chegam a R\$ 127,54 por MWh. É preciso traçar uma estratégia de transição para fontes mais sustentáveis e reorientar os subsídios das termelétricas para as fontes renováveis alternativas.

Uma solução para a geração termelétrica seria fomentar a geração de energia por meio de gás natural sem contratos do tipo *take-or-pay*. A Empresa de Pesquisa Energética poderia realizar um estudo de planejamento para substituir a geração a carvão por gás natural, e um leilão específico poderia ser realizado com essa finalidade.

Da mesma forma, os subsídios para o sistema isolado, que utiliza basicamente óleo diesel e óleo combustível, deveriam ser destinados a fontes alternativas. Com o subsídio de R\$ 344,79 por MWh provido pela Conta de Consumo de Combustíveis para o sistema isolado seria possível fomentar a implantação de sistemas híbridos (que combinem diferentes fontes de geração de eletricidade) e até mesmo a instalação de sistemas eólicos de pequeno porte.

Outra opção de fomento às fontes renováveis alternativas é a criação de uma linha de crédito para pequenos consumidores interessados em instalar sistemas de geração que possam prover energia para seus prédios ou casas e injetar a energia excedente na rede elétrica. Seria indispensável uma regulação eficaz que obrigue as distribuidoras a comprar a energia excedente para tornar esse tipo de sistema economicamente viável.



O Brasil assumiu o compromisso voluntário de reduzir suas emissões de gases de efeito estufa entre 36,1% e 38,9% até 2020

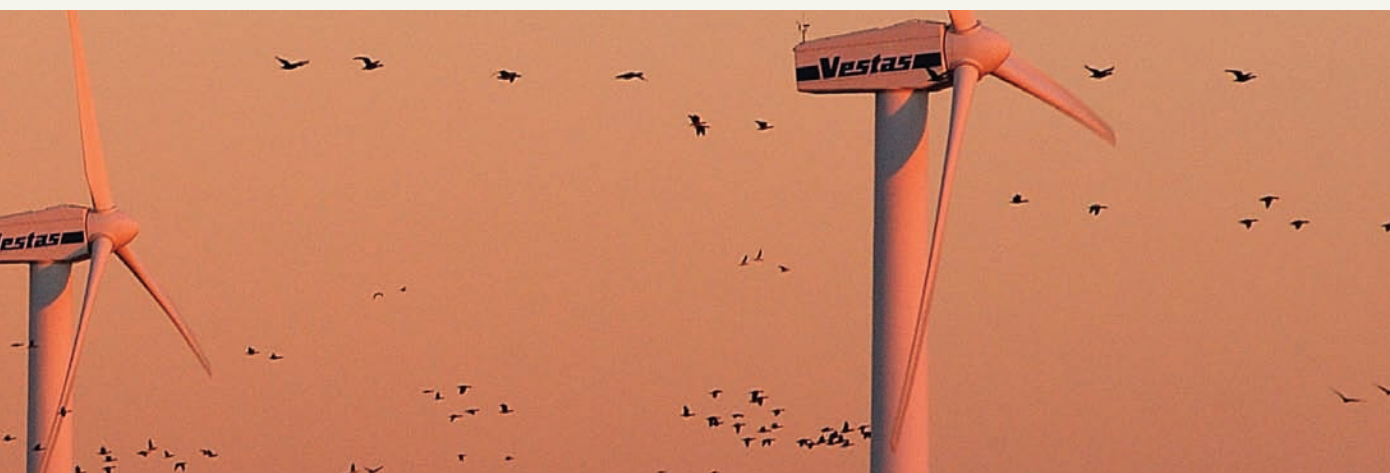
Impactos das políticas de controle de emissões

O Brasil assumiu o compromisso voluntário de reduzir suas emissões de gases de efeito estufa entre 36,1% e 38,9%, até 2020. Esse compromisso foi divulgado durante a 15ª Conferência das Partes da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudanças do Clima em 2009, e foi reafirmado na Política Nacional sobre Mudança do Clima (PNMC). A ampliação da oferta de energia no país deve levar em consideração as diretrizes dessa política para que o país possa cumprir seus compromissos.

Alguns instrumentos vêm sendo adotados por diversos países para conter a emissão de gases de efeito estufa. O *cap-and-trade* e a taxaço de carbono se destacam, porque podem viabilizar o desenvolvimento de mercados para tecnologias de geração de energia por fontes renováveis alternativas tanto no sistema interligado quanto no isolado.

As políticas de *cap-and-trade* têm início com o estabelecimento de metas de emissões para cada setor da economia. Com as reduções obtidas geram-se créditos de carbono que podem ser negociados no mercado internacional. Atualmente, o esquema de negociação de créditos de carbono mais antigo é o da União Europeia, em que o preço da tonelada de carbono é regulado pelo mercado.

No caso do Brasil, de acordo com a PNMC, 12 setores devem estabelecer metas de redução de emissões, inclusive o elétrico. Para alcançar essas metas os empreendimentos de cada setor devem buscar alternativas tecnológicas. Caso algum empreendimento não consiga alcançá-las deve comprar permissões geradas por empreendimentos que superaram suas metas de redução, por



© Michel Gunther / WWF-Canon

O setor de geração de
eletricidade contribui com
9,2% das
emissões
brasileiras

meio do Mercado Brasileiro de Redução de Emissões. Dessa forma as emissões evitadas por empreendimentos de geração de eletricidade aumentariam suas receitas e tornariam as tecnologias limpas mais competitivas.

O setor de geração de eletricidade contribui com 9,2% das emissões brasileiras, e o potencial de redução de emissões do setor elétrico no Brasil é de 11% até 2020. Caso políticas de comercialização de certificados de redução fossem adotadas, as receitas geradas por projetos de eficiência energética e de geração por fontes renováveis chegariam a R\$ 341,7 bilhões por ano até 2020 (com cotação de R\$ 1,70 por dólar).

A taxaço de carbono é um instrumento de internalização dos custos ambientais, ou seja, os empreendimentos que são prejudiciais ao meio ambiente devem arcar com os custos dos danos provocados. A taxaço de carbono é um imposto que incide sobre combustíveis fósseis de acordo com a quantidade de carbono emitida em sua queima. Isso tornaria os empreendimentos de geração por fontes renováveis mais competitivos. Para funcionar, no entanto, esse instrumento depende de fiscalização intensa.

Em um cenário em que o carbono emitido pelo setor elétrico brasileiro fosse taxado a US\$ 30,00 por tonelada, ou R\$ 51,00 com o dólar a R\$ 1,70, a renda gerada pela taxaço do carbono alcançaria, em 2013, R\$ 2,38 bilhões. Experiências de países europeus mostram que essa estratégia perde força quando são adotadas políticas de *cap-and-trade*, em que o preço do carbono é regulado pelo mercado. Ainda assim, a coexistência de políticas de *cap-and-trade* e taxaço de carbono é possível e desejável, já que a taxaço poderia ser uma política específica do setor elétrico para dificultar a inserção de fontes poluentes na matriz energética.

Vale ressaltar que a aceitação do público sobre uma nova taxa sobre a eletricidade depende de como o dinheiro gerado é aplicado. Destinar as receitas da taxaço de carbono para pesquisa e desenvolvimento de tecnologias de baixa emissão e iniciativas de eficiência energética poderia ampliar a percepção do público de que as receitas geradas estão sendo aplicadas na solução do problema.

Conclusões e recomendações

Este trabalho mostrou as vantagens de investir na ampliação da participação das fontes renováveis alternativas na matriz energética brasileira e apontou caminhos para adaptar os mecanismos existentes para fomentar o uso dessas fontes. A partir dos dados analisados são apresentadas a seguir algumas conclusões e recomendações.

Conclusões

1

O Brasil já tem experiência acumulada na execução de grandes programas de incentivos a fontes renováveis alternativas como é o caso do Proinfa, e na realização de leilões de energia nova gerada a partir dessas fontes. O país conta também com diversos dispositivos legislativos e regulatórios que ampliam a vantagem da geração de eletricidade a partir de fontes renováveis, mas na prática isso ainda não tem se mostrado suficiente para sinalizar uma clara preferência por essas tecnologias.

2

O principal componente do custo das tecnologias de energia renovável é o custo inicial do investimento. Assim, políticas creditícias podem ser eficazes para reduzir o custo nivelado da energia gerada a partir de fontes renováveis alternativas, pois o valor inicial pode ser diluído ao longo da vida útil do empreendimento.

3

O custo das tecnologias de fontes renováveis alternativas vem diminuindo nas últimas décadas, tornando-as mais competitivas com relação às tecnologias baseadas em combustíveis fósseis. Tem havido um continuado interesse no desenvolvimento de algumas tecnologias como a eólica, biomassa e, mais recentemente, a solar fotovoltaica. Essa tendência deve ser mantida e para isso é importante que o planejamento da evolução do setor elétrico acomode uma expressiva participação dessas fontes.

4

O potencial técnico de geração das fontes alternativas é grande no Brasil. O potencial econômico é evidentemente menor, mas pode ser melhorado por meio de políticas e ações governamentais que visem à ampliação da competitividade dessas fontes por meio da redução dos custos de geração e da mitigação de barreiras de mercado.

5

As três fontes contempladas no leilão de fontes alternativas de 2010 (as plantas eólicas, PCHs e de biomassa de cana-de-açúcar) vêm se tornando competitivas nos leilões de energia nova, o que demonstra que é possível uma inserção mais rápida dessas fontes de geração de eletricidade na matriz elétrica brasileira. O estágio de desenvolvimento atual destas tecnologias ainda permite ganhos de produtividade e escala e melhorias no seu desempenho técnico-econômico no Brasil.

6

A energia solar fotovoltaica, apesar de ainda cara se comparada às outras fontes, possui um alto potencial de utilização em sistemas conectados à rede em edificações urbanas residenciais e comerciais. Além disso, o país poderia aproveitar o desenvolvimento de sua cadeia produtiva, com geração de empregos e desenvolvimento tecnológico.

7

Não é necessário criar novos encargos para o setor elétrico; basta redirecionar e reforçar os mecanismos existentes para fomentar a indústria de baixo carbono no Brasil. O desenvolvimento tecnológico, de mercado e a integração de políticas para as fontes renováveis podem auxiliar o Brasil a ter uma posição de destaque na economia de baixo carbono.

Recomendações

1

Para o sistema isolado, os subsídios da Conta de Consumo de Combustíveis, hoje destinados à geração por combustíveis fósseis, deveriam ser redirecionados inicialmente para sistemas híbridos variados e, em seguida, para sistemas que utilizam fontes renováveis alternativas. Embora já esteja contemplada a possibilidade de uso desses subsídios para fontes renováveis, medidas legais e regulatórias mais explícitas são ainda necessárias para que isso ocorra. A obrigatoriedade da aplicação exclusiva desses subsídios em empreendimentos de fontes renováveis alternativas deve ser buscada dentro de um prazo determinado.

2

A Conta de Desenvolvimento Energético é utilizada para garantir a competitividade da energia produzida a partir de fontes alternativas no sistema interligado, mas também subsidia empreendimentos que utilizam combustíveis fósseis. A destinação de recursos da CDE para empreendimentos de fontes renováveis deveria ser intensificada, e sua utilização como incentivo para a geração termelétrica a carvão no sistema interligado deveria ser gradualmente reduzida.

3

A aplicação dos recursos da Reserva Global de Reversão para o fomento de fontes renováveis complementares de energia deve ser feita de forma mais clara.

4

Os recursos da CCC, CDE e RGR não deveriam ser extintos, mas apenas redirecionados para fomento das fontes renováveis, universalização do acesso e eficiência energética.

5

Caso a CDE, a CCC e a RGR sejam extintas, como afirma o MME, é necessário um compromisso do governo para incentivar fontes alternativas e eficiência energética, seja por meio da criação de outros encargos direcionados para tal finalidade, seja por meio de metas de expansão de fontes alternativas com a realização de leilões de energia.

6

Para o Sistema Interligado Nacional, o Brasil deveria estabelecer metas de expansão das fontes renováveis nos leilões de energia nova. Inicialmente seria possível aumentar em 40% a participação das fontes eólica, biomassa, PCHs e solar fotovoltaica nos leilões de energia nova. Separadamente, a participação de cada uma das fontes poderia crescer no mínimo 10%, e a contabilização poderia ser feita a cada três anos. Esses leilões deveriam ser regionais, para contemplar as vocações de diferentes partes do país.

7

Uma política mais agressiva de crédito a juros baixos para fontes renováveis, que possuem maiores custos iniciais, poderia ser fomentada a partir de recursos do BNDES, da CDE e da RGR. Isso teria grande impacto no custo final da eletricidade gerada a partir das fontes renováveis alternativas, seja para aplicações em edificações conectadas à rede, seja para centrais geradoras.

Devem ser instituídas isenções fiscais para investimentos em máquinas e equipamentos ligados ao setor de geração de eletricidade por fontes renováveis alternativas. Com as metas de expansão da participação dessas fontes na matriz elétrica, investidores seriam estimulados a instalar ou expandir o parque fabril e de serviços ligados ao setor.

8

A geração termelétrica a carvão é cara, poluente e depende de subsídios e contratos do tipo *take-or-pay* para sobreviver. Uma solução para a geração termelétrica seria fomentar a geração de energia por meio de gás natural sem contratos do tipo *take-or-pay*. A Empresa de Pesquisa Energética poderia realizar um estudo de planejamento para substituir a geração a carvão por gás natural. Um leilão específico poderia ser realizado com essa finalidade.

9

Para tecnologias ainda em estágio inicial de difusão tecnológica, como é o caso da energia solar fotovoltaica, recursos adicionais poderiam ser empregados na geração, desenvolvimento e inovação tecnológica. Programas específicos integrados a uma política de desenvolvimento industrial, científico e tecnológico são recomendados.

A geração solar fotovoltaica está possivelmente no mesmo estágio da energia eólica antes do Proinfa. Um programa de implantação comercial que incluísse um componente de fomento industrial para nacionalizar parte da cadeia de produção dessa tecnologia seria importante para a inserção dessa fonte no mercado.



Referências

- ANEEL (Agência Nacional de Energia Elétrica). *Atlas de Energia Elétrica do Brasil*. 3ª edição, Brasília, 2008.
- APMPE (Associação Brasileira dos pequenos e médios produtores de energia elétrica). *Potencial e Perspectivas para Expansão de Fontes Alternativas*.
- BAJAY, S.V. et al. *Análise e Desenvolvimento de Metodologia Visando a Implementação de Projetos de Eficiência Energética na Indústria. Potenciais de conservação de energia na indústria encontrados na literatura técnica*. Confederação Nacional da Indústria (CNI), 2009.
- BRASIL. Política Nacional sobre Mudança do Clima (PNMC), Lei Federal nº 12.187/2009.
- MINISTÉRIO de Minas e Energia. *BEN - Balanço Energético Nacional 2010 - ano base 2009*. Brasília, 2010.
- CARBONTAX Center, <http://www.carbontax.org/progress/where-carbon-is-taxed/>, acessado em 23/10/2010.
- CGEE (Centro de Gestão e Estudos Estratégicos). *Integração de agenda-mudanças climáticas: Energia e desenvolvimento*. Relatório técnico, 2009.
- DOSI, G. *Technological paradigms and technological trajectories: the determinants and directions of technical change and the transformation of the economy*. In: FREEMAN, C. (ed.). *The long waves in world economics*. 1984.
- ELETOBRAS. Disponível em: <http://www.eletobras.gov.br/ELB/data/Pages/LUMIS293E16C4PTBRIE.htm> Acessado em agosto de 2010.
- EMMERIK, E. L.; STEINBERGER, J. M.; AREDES, M. *Um Estudo para Resolver a Variabilidade da Geração Eólica Através da Integração em Larga Escala com Geração Hidráulica*. Anais do VII Congresso Brasileiro de Planejamento Energético (CBPE), São Paulo, 2010.
- EUETS. *Emissions trading: 2007 verified emissions from EUETS businesses*, IP/08/787, Brussels, 2008. Disponível em: <http://europa.eu/rapid/pressReleasesAction.do?reference=IP/08/787&format=PDF&aged=1&language=EN&guiLanguage=en>
- EPA (United States Environmental Protection Agency). Disponível em: <http://www.epa.gov/capandtrade/documents/ctessentials.pdf> Acessado em novembro de 2010.
- EPE (Empresa de Pesquisa Energética). *Plano Decenal de Energia 2019*. Brasília, 2010.
- FIGUEIREDO, N. J. V. *Utilização do biogás de aterro sanitário para geração de energia elétrica e iluminação a gás - estudo de caso*. Trabalho de graduação de curso. São Paulo: Universidade Presbiteriana Mackenzie, Escola de Engenharia Mecânica, 2007.

GANDOLFI, S. *Indicadores de avaliação e monitoramento de áreas em recuperação*. In: Anais do workshop sobre recuperação de áreas degradadas em matas ciliares: modelos alternativos para recuperação de áreas degradadas em matas ciliares no estado de São Paulo. São Paulo, 2006, p.44-52.

HELM, D. *Government failure, rent-seeking, and capture: the design of climate change policy*. Oxford Review of Economic Policies, V. 26, n°. 02, 2010.

HOELLER, P.; WALLIN, M. *Energy Prices, Taxes and Carbon Dioxide Emissions*. OECD (Organization for Economic Co-operation and Development), 1991.

IEA (International Energy Agency). *Projected Costs of Generating Electricity*. France, 2010, 230p.

IEA (International Energy Agency). *Renewable Energy, Market and Policy Trends in IEA Countries*. França, 2004.

IEA (International Energy Agency). *Energy Technology Perspectives 2008 - Scenarios & Strategies to 2050*. Paris: OECD/IEA, 2008.

JUNGINGER, M.; FAAIJ, A.P.C. *A global experience curve for wind energy*. In: Anais de 2003 da European Wind Energy Conference & Exhibition, Bruxelas: EWEA, 2003.

LESS, S. *Greener and Cheaper*. Police Exchange, 2010.

MARQUES, S. *As reais possibilidades de utilização da energia eólica no Brasil*. São Paulo: Canal Executivo, apresentação em 25/08/2008.

MCT (Ministério da Ciência e Tecnologia). *Segundo Inventário Brasileiro de Emissões e Remoções Antrópicas de Gases de Efeito Estufa não Controlados pelo Protocolo de Montreal*. Brasília, 2010. Disponível em: http://www.mct.gov.br/upd_blob/0214/214061.pdf

MMA (Ministério do Meio Ambiente). Adaptado de http://www.mma.gov.br/estruturas/182/_arquivos/cenarioemissoes_182.pdf

MME (Ministério das Minas e Energia). Atlas do potencial eólico Brasileiro. Brasília, 2001

MME (Ministério de Minas e Energia). Disponível em <http://www.mme.gov.br/programas/proinfra/> Acessado em agosto de 2010.

MOLINARI, R. et al. *A energia nuclear e sua atratividade para a iniciativa privada*. XX Seminário nacional de produção e transmissão de energia elétrica - SNPTEE. Recife, 2009

MOLINARI, R. Análise dos mecanismos de incentivo às fontes alternativas no setor elétrico brasileiro: um estudo de caso para projetos de cogeração a biomassa de cana-de-açúcar. Qualificação (Mestrado). Campinas: Faculdade de Engenharia Civil, Universidade Estadual de Campinas, 2010.

NEA (Nuclear Energy Agency). *Projected Costs of Generating Electricity: 2010 Edition*. France, 2010.

NOVAES, W. *Energia esquentando o meio ambiente*. Editorial, O Estado de São Paulo, 05/06/2009.

- PEQUENA Central Hidrelétrica. Apresentação no Fórum Canal Energia. Rio de Janeiro, 2008.
- PEREIRA, R. *Conta de luz deve subir 19% para as empresas e 8% para o consumidor até 2015*. O Estado de São Paulo, 07/03/2011.
- PEW. *Who's Winning the Clean Energy Race? Growth, Competition and Opportunity in the World's largest Economies*. The PEW Charitable Thrust. G-20 clean energy factbook, 2010.
- PROCOBRE. *Avaliação dos Sistemas Individuais de Geração de Energia Elétrica com Fontes Intermitentes - SIGFIs*. Relatório Técnico, 2009.
- REN21. *Renewables 2010 Global Status Report*. Paris: REN21 Secretariat, 2010.
- RÜTHER, R. *Potencial da energia solar fotovoltaica no Brasil e projetos vitrine Estádios Solares e Aeroportos Solares*. Apresentação. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, 2010.
- RÜTHER, R. *O Potencial da Energia Solar Fotovoltaica no Brasil*. Apresentação. Solar Energy Latin America 2011. Rio de Janeiro, 2011.
- SALOMON, K, R.; LORA, E. E. S. *Estimativa do potencial de geração de energia elétrica para diferentes fontes de biogás no Brasil*. Revista Biomassa & Energia, V. 2, N. 1, 2005.
- SIQUEIRA, L.P. Monitoramento de áreas restauradas no interior do Estado de São Paulo, Brasil. Dissertação de Mestrado. Piracicaba: Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz/ESALQ, 2002.
- STERN, N. *The Economics of Climate Change*. Cambridge: Cambridge University Press, 2006.
- TIBA, C. *Atlas Solarimétrico do Brasil: banco de dados solarimétricos*. Recife: Ed. Universitária da UFPE, 2000.
- UNICA. *Etanol e Bioeletricidade: A cana-de-açúcar no futuro da matriz energética*. Projeto AGORA – Agroenergia e Meio Ambiente, 2010.
- VARELLA, F. K. O. M.; GOMES, R. D. M.; JANNUZZI, G. M. *Sistemas Fotovoltaicos Conectados à Rede Elétrica no Brasil: Panorama da Atual Legislação*. In: VII Congresso Brasileiro de Planejamento Energético. Energia 2030 - Desafios para uma Nova Matriz Energética. São Paulo, 2010.
- ZILLES, R. *Geração Distribuída com Sistemas Fotovoltaicos Conectados à Rede: o Prédio da Administração do IEE-USP*. Apresentação. Solar Energy Latin America 2011. Rio de Janeiro, 2011.
- WRI (World Resources Institute). *Bottom Line on Cap-and-Trade*. 2008.

ALÉM DE GRANDES HIDRELÉTRICAS POLÍTICAS PARA FONTES RENOVÁVEIS DE ENERGIA ELÉTRICA NO BRASIL



100%
RECICLADO



POTENCIAL RENOVÁVEL

O Brasil pode se transformar em uma potência em energia eólica, solar e de biomassa. A eletricidade gerada a partir dessas fontes é complementar ao sistema hidrelétrico nacional, sendo tão ou mais competitiva do que aquela gerada com combustível fóssil.

FIM DO CARVÃO E DA ENERGIA NUCLEAR

O Brasil não precisa de termelétricas movidas a carvão e nem de novas centrais term nucleares em razão dos seus altos custos, riscos e impactos ambientais.



POLÍTICAS NOVAS

É possível incluir ao menos 40% de energia de fontes de PCH, eólica e biomassa nos leilões de energia nova do Sistema Interligado Nacional. O forte fomento à geração distribuída é outra opção com grande potencial.

UM NOVO OLHAR SOBRE INCENTIVOS

É preciso reorientar os subsídios das fontes de energia a base de combustíveis fósseis para as fontes renováveis alternativas de baixo impacto.



Por que estamos aqui

Parar a degradação do meio ambiente no Planeta e construir um futuro no qual os seres humanos vivam em harmonia com a natureza.

www.wwf.org.br