

Lucca Vichr Lopes

Universidade Estadual de Campinas

(Unicamp, Brasil)

luccavl@gmail.com

POLÍTICA ENERGÉTICA E FONTES ALTERNATIVAS NO BRASIL

ENERGY POLICY AND ALTERNATIVE SOURCES IN BRAZIL

RESUMO

O debate acerca da construção de grandes usinas hidrelétricas tem se intensificado com o notório caso de Belo Monte. A despeito dos impactos socioambientais causados por essas usinas, o atual modelo de expansão do setor baseado na hidreletricidade – que responde por três quartos da capacidade instalada – pode incorrer em sérios agravantes à economia (a exemplo do apagão ocorrido em 2001). Nesse sentido, as fontes alternativas de energia elétrica surgem como uma opção benéfica para o caso brasileiro, uma vez que promovem a “limpeza” da matriz elétrica, diversificam o leque das fontes energéticas e expandem a base tecnológica nacional. Contudo, o caráter incipiente dessas tecnologias pode constituir sérios entraves para o investimento privado. Nesse caso, como uma questão de segurança energética, a intervenção governamental deve ocorrer no sentido de alavancar as bases de uma indústria independente. No Brasil, as fontes alternativas tiveram um significativo avanço em sua capacidade instalada na década de 2000. Assim, este trabalho busca trazer à tona algumas das principais possibilidades de atuação em política energética e o modo como estas amparam as fontes alternativas no país.

Palavras-chave: Fontes alternativas; Planejamento energético; Segurança energética; Economia da energia.

ABSTRACT

The debate about the construction of large hydroelectric plants has intensified with the notorious case of Belo Monte. Regarding the environmental impacts of these plants, the current model based on the expansion of hydroelectricity sector - which accounts for three quarters of installed capacity - can incur serious aggravating to the economy (such as the blackout occurred in 2001). In this sense, alternative sources of energy emerge as a beneficial option for Brazil, since they promote the "cleansing" of the electrical grid, diversifying the range of energy sources and expanding the national technological base. However, the incipient nature of these technologies may constitute serious obstacles to the private investment. In this case, as a matter of energy security, the government intervention should occur to leverage the foundations of an independent industry. In Brazil, the alternative sources had a significant breakthrough in its installed capacity in the 2000s. Therefore, this work seeks to bring to light some of the major possibilities for action on energy policy. In addition, how they support alternative sources in the country.

Keywords: Alternative sources; Energy planning; Energy security; Saving energy.

Universidade Federal do Espírito Santo

Endereço

Av. Fernando Ferrari, 514, Goiabeiras
29.075-910, Vitória-ES
gestaoeconexoes@gmail.com
gestaoeconexoes@ccje.ufes.br
<http://www.periodicos.ufes.br/ppgadm>

Coordenação

Programa de Pós-Graduação em
Administração (PPGADM/CCJE/UFES)

Artigo

Recebido em: 21/07/2015

Aceito em: 21/09/2015

Publicado em: 11/12/2015

1. INTRODUÇÃO

A expansão da oferta de energia – em seus mais variados usos – guarda uma estreita relação com o desenvolvimento econômico de um país. As diversas formas de utilização dos recursos energéticos disponíveis nos ajudam a entender, em grande parte, o aumento da produtividade da indústria ao longo dos últimos dois séculos. Mais importante, o domínio das formas de utilização e armazenamento de energia é indispensável a uma gama muito vasta das atividades humanas (PINTO JÚNIOR et al., 2007). A International Energy Agency (IEA, 2010) aponta uma correlação positiva entre a evolução do Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) e o acesso universal à eletricidade. Assim, o tema a ser tratado pela economia da energia é de extrema relevância para os planejamentos industrial, social, econômico, ambiental e tecnológico de um país. Como afirmam Pinto Júnior et al. (2007, p. 1),

Desde a Revolução Industrial, a economia ancora suas bases na disponibilidade de recursos energéticos, e esse aspecto condiciona o desenvolvimento econômico e social de todas as nações. A energia tem múltiplas dimensões econômicas interdependentes, e as decisões estratégicas das empresas e as políticas governamentais dependem fundamentalmente da articulação dessas dimensões.

Se, por um lado, os ganhos econômicos e sociais advindos do aumento da oferta de energia são imensuráveis (GOLDEMBERG; MOREIRA, 2005), os impactos dessas formas de geração de energia também acarretam externalidades negativas de iguais proporções. Externalidades estas que, em muitos casos, são reveladas apenas a longo prazo, mas que, justamente por isso, devem ser compreendidas ao máximo no presente (PINTO JÚNIOR et al., 2007). Estudos científicos como os conduzidos pelo Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC, 2007) chamam atenção para os impactos diretos e indiretos da atividade humana sobre o meio ambiente. Segundo esse relatório, entre os anos de 1970 e 2004, o setor energético foi responsável por 25,9% das emissões de Gases de Efeito Estufa (GEE) provenientes de atividade antrópica. E, de fato, a ação do homem sobre o meio ambiente não se manifesta apenas na emissão desses gases. Como aponta Haraway (2003), os danos causados no meio ambiente são irreversíveis e os efeitos decorrentes do quadro de mudanças climáticas que emerge são imprevisíveis.

Neste artigo, argumento que a disponibilidade de uma matriz energética diversificada é indispensável não apenas para a mitigação de seus impactos ambientais, mas também para a manutenção da segurança energética de um país. Focalizo, mais especificamente, o setor elétrico, em que as fontes alternativas (e as subsequentes atividades de pesquisa e desenvolvimento) desempenham um papel crucial. Para a elaboração deste estudo, foram consultados bancos de dados oficiais sobre a matriz energética brasileira, o arcabouço

regulatório do setor elétrico, estudos setoriais e a opinião pública através de noticiário especializado. Contribuíram ainda para este estudo valiosas conversas com estudiosos e profissionais do setor elétrico brasileiro. Como referencial teórico, utilizo o arcabouço proveniente da economia da inovação, em especial, a teoria evolucionista sobre a dinâmica de inovação tecnológica no setor e a economia da energia.

Início este artigo expondo algumas particularidades das fontes alternativas que serão importantes para a compreensão dos argumentos que busco evidenciar. Sigo com um panorama sobre o atual estado das matrizes elétricas no Brasil e no mundo para, em seguida, delinear os instrumentos de política energética – planejamento, políticas públicas e regulamentação –, pensados a partir de um novo paradigma socioambiental proposto por Elliot (2000). Por fim, trato sobre as atividades de pesquisa e desenvolvimento no setor e concluo com as proposições e questões referentes ao tema que saltam da discussão sobre fontes alternativas.

2. ESPECIFICIDADES DO CASO BRASILEIRO

Podemos elencar duas principais medidas que promovem a redução da emissão de Gases de Efeito Estufa (GEE) pelo setor elétrico: a) a adoção das fontes alternativas de energia, em detrimento das fontes poluidoras tradicionais e b) uma maior eficiência energética. O atual desenho do setor elétrico brasileiro foi baseado na construção de grandes usinas hidrelétricas, e o sucesso desse modelo pode ser explicado, dentre outros fatores, em função da abundância de recursos hídricos do país. A escolha por um modelo essencialmente hidrelétrico condicionou a expansão do setor no Brasil a um *lock-in* tecnológico nos termos propostos por Elliot (2000). A priorização da construção de grandes usinas hidrelétricas levantou barreiras técnicas, econômicas e institucionais à introdução de fontes alternativas em nossa matriz energética. Esse modelo baseado em grandes hidrelétricas é ineficiente, na medida em que as longas distâncias entre o grande potencial hídrico brasileiro (Norte) e a maior concentração populacional do país (macrorregião Centro-Sul) incorrem em grandes perdas de energia em linhas de transmissão. Concomitantemente, a obsolescência do parque gerador nacional desperdiça um importante potencial de geração.

A despeito da discussão sobre o caráter efetivamente limpo de fontes hidrelétricas (como veremos à frente), o fato de que 84% da matriz elétrica nacional corresponde a essa única fonte é preocupante do ponto de vista da segurança energética. Exemplo maior dessa infortuna dependência foi o apagão do setor elétrico ocorrido em 2001. Atualmente, no Estado de São Paulo, vive-se a incerteza sobre a baixa intensidade do regime de chuvas, que obriga o

acionamento de usinas termoeletricas a carvão - e eleva a tarifa de energia para consumidores industriais, principalmente residenciais.

É certo que grandes investimentos como os realizados nas infraestruturas que caracterizam a sociedade atual possuem longo período de retorno economico-financeiro (FREZATTI et al., 2012). Tecnologias de uso em larga escala tendem ainda a passar por períodos de padronizações técnicas, regulamentações legais e dinâmicas concorrenciais que conferem a esses mercados uma baixa dinamicidade. E esse é um movimento constante dos mercados. Nesse contexto, novas tecnologias entrantes costumam arcar com custos mais elevados em suas fases iniciais. Quando um padrão tecnológico desponta como sucessor de uma técnica menos eficiente, esses custos tendem a diminuir ao longo do tempo através de ganhos de aprendizado e escala.

Atualmente, a eletricidade proveniente de usinas hidrelétricas e fontes fósseis é gerada a custos baixíssimos, e o longo período de maturação dessas tecnologias nos ajuda a compreender a composição de seu preço final. Fontes como a eólica, a solar e a de biomassa possuem um potencial energético capaz de superar o hidráulico, no entanto, não possuem hoje tecnologias economicamente viáveis capazes de converter esse potencial em energia elétrica. Os elevados preços das fontes alternativas as tornam pouco atrativas se comparadas aos baixos preços praticados por grandes usinas hidrelétricas e termelétricas.

O atual modelo de expansão do setor, ancorado na construção de grandes usinas hidroelétricas, ensejou a criação de uma forte cadeia produtiva com atuação decisiva do poder público. Como afirmam Kemp e Soete (1992), a expansão das fontes alternativas - assim como as tecnologias ambientais em geral - sofre não apenas com a escassez de mão de obra operacional especializada, como também com a falta de um corpo científico capaz de realizar atividades de pesquisa e desenvolvimento, o que é essencial para o avanço tecnológico. A estrutura do mercado, a regulamentação do setor e a formação de recursos humanos especializados levantam fortes barreiras institucionais à entrada de novas fontes de energia. Assim, foi criado no Brasil, ao longo das últimas décadas, todo um arcabouço institucional burocrático em torno do modelo hidrelétrico.

Essa pouca diversificação da matriz brasileira pode acarretar ainda grandes prejuízos de longo prazo no que diz respeito ao desenvolvimento tecnológico do setor elétrico brasileiro. Como Utterback (1996) evidencia em seu clássico estudo sobre o padrão de teclado QWERTY, a escolha momentânea por determinado padrão dominante pode não ser necessariamente aquela que representará maiores ganhos futuros de qualidade e eficiência. Em seu exemplo, o autor mostra como a escolha por uma sequência de teclas derivada de uma questão essencialmente

mecânica e linguística condicionou a adoção desse padrão de baixa eficiência para todos os computadores que sucederam as máquinas de escrever em praticamente todo o mundo.

Nesse sentido, considerando o *lock-in* que rege o setor elétrico brasileiro, políticas de incentivo para fontes alternativas são essenciais para que elas venham a se constituir no futuro como um mercado robusto e independente. Hoje, o investidor privado espera altas taxas de retorno num curto período de maturação, o que dificulta o desenvolvimento dessas tecnologias ainda incipientes. Como explicitado por Elliot (2000, p. 264), a discussão acerca das fontes alternativas,

[...] evidencia um argumento geral que emergiu da recorrente teorização sobre a inovação: o sucesso do desdobramento de novas tecnologias requer a existência, ou o desenvolvimento, de contextos social e institucional adequados – uma infraestrutura técnica, redes de financiamento adequadas, habilidades técnicas, somados a um padrão apropriado de aceitação social. (Tradução própria)

O autor argumenta ainda que as fontes alternativas tendem a ir ao encontro do modelo de geração distribuída, uma vez que solucionam a demanda de energia em escala local, sem as perdas ocorridas com as grandes distâncias que separam produtores e consumidores de energia. Assim, é possível antever uma mudança fundamental na dinâmica do setor de energia elétrica em escala global, uma vez que grandes usinas movidas a fontes não renováveis, administradas de forma centralizada numa situação monopolista, deverão ceder espaço a pequenos parques geradores de eletricidade a partir de fontes renováveis, com decisões descentralizadas, em que o consumidor tem liberdade para escolher a origem da energia que utiliza em seus aparelhos elétricos. Essa provável mudança de paradigma pode ser observada no Quadro 1, abaixo. Favorecido por condições naturais, o Brasil possui enormes potenciais de geração de energia limpa. Recursos hídricos, regime de ventos, incidência solar e fertilidade dos solos são condições favoráveis para aproveitamentos em gerações hídricas, eólicas, solares e térmicas movidas à biomassa.

Quadro 1 – Novo paradigma do setor elétrico

	Paradigma atual	Novo paradigma
Fonte de energia	Não-renovável	Renovável
Tipo de energia	Concentrado	Difuso
Tecnologia	Grande escala	Pequena escala
Geração	Centralizada	Descentralizada
Impacto ambiental	Grande, Global	Pequeno, Local
Mercado	Monopólio	Liberalizado

Fonte: Elliot (2000).

2.1. Fontes limpas, renováveis e alternativas

Para um melhor entendimento do tema aqui tratado, é necessário fazer a ressalva de que nenhuma fonte de energia atua de forma isenta de impactos socioambientais. Entretanto, é possível que se faça uma distinção entre os diferentes graus de impacto causados pela introdução de usinas geradoras em seus respectivos ambientes de atuação. Os termos utilizados para fazer referência a essas fontes, muitas vezes, são complementares e mesmo convergentes. Nesse sentido, as chamadas fontes limpas de energia são capazes de neutralizar ou minimizar consideravelmente esses impactos, seja controlando e monitorando a fauna e a flora locais, seja anulando suas emissões de GEE. Podemos classificar como fontes limpas de energia as seguintes: eólica, biomassa, Pequenas Centrais Hidrelétricas (PCHs), fotovoltaica, maremotriz, entre outras. Via de regra, as fontes limpas também são classificadas como alternativas.

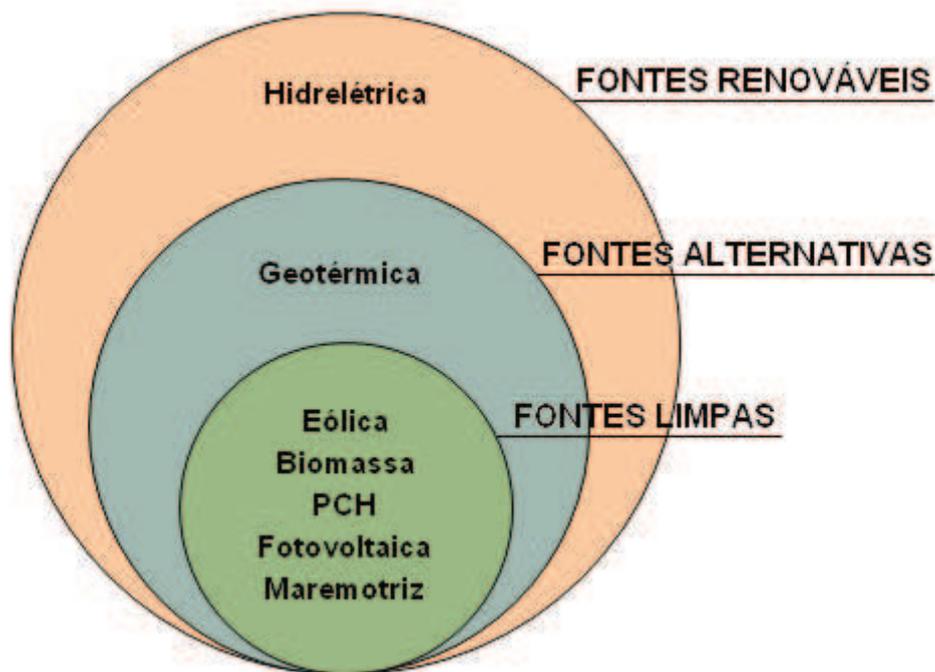
Energias alternativas são aquelas que substituem as fontes convencionais e que minimizam os impactos ambientais. A utilização dessas fontes contribui para a segurança energética, uma vez que promove a diversificação da matriz elétrica, e para a redução de GEE, já que substitui fontes mais poluidoras. A energia geotérmica, apesar de renovável, apresenta emissões de GEE, sendo, entretanto, consideravelmente menores do que aquelas geradas por termelétricas, por isso é considerada uma fonte alternativa. A energia nuclear foi, por muito tempo, considerada uma alternativa às termelétricas movidas a combustíveis fósseis. No entanto, acidentes como os ocorridos em Chernobyl e, mais recentemente, em Fukushima descaracterizaram-na como uma fonte isenta de impactos.

As fontes renováveis têm por característica principal serem provenientes de recursos naturais renováveis e repostos num curto período de tempo, como os ventos, a luz solar e a gravidade. Essas fontes têm ganhado cada vez mais atenção dos governos por não acompanharem as oscilações dos preços de combustíveis fósseis. Um exemplo dessa classe são as usinas hidrelétricas, cuja energia potencial é transformada em energia elétrica de forma ininterrupta e inesgotável. Os impactos socioambientais causados por essas usinas são motivos de controvérsia por parte de especialistas, já que causam impactos tanto locais – com o alagamento de grandes florestas – quanto globais – com a emissão de GEE, como o gás metano e o gás carbônico.

Como afirmam Varella, Gomes e Jannuzzi (2010), a energia solar ainda encontra diversas barreiras tecnológicas para a sua adoção em larga escala. Painéis térmicos e fotovoltaicos têm sido utilizados com sucesso nos casos de geração distribuída, no entanto, sua inserção no Sistema Interligado Nacional (SIN) ainda é muito limitada. Assim, por constituir uma tecnologia ainda pouco madura, trabalharei apenas com suas perspectivas de

desenvolvimento tecnológico a longo prazo. A Figura 1 sintetiza os termos que descrevem a natureza dessas fontes:

Figura 1 – Fontes renováveis, alternativas e limpas



Fonte: Lopes (2011).

2.2. A matriz elétrica brasileira

Segundo o Banco de Informações de Geração (BIG) da ANEEL, em 2001, as fontes alternativas de energia possuíam um potencial instalado praticamente nulo. Atualmente, se consideradas as usinas termelétricas movidas a biomassa, os parques eólicos, a geração fotovoltaica e as pequenas centrais hidrelétricas, a participação das fontes alternativas no país representam 16,3% do total instalado – ou uma capacidade aproximada de 23.300 MW.

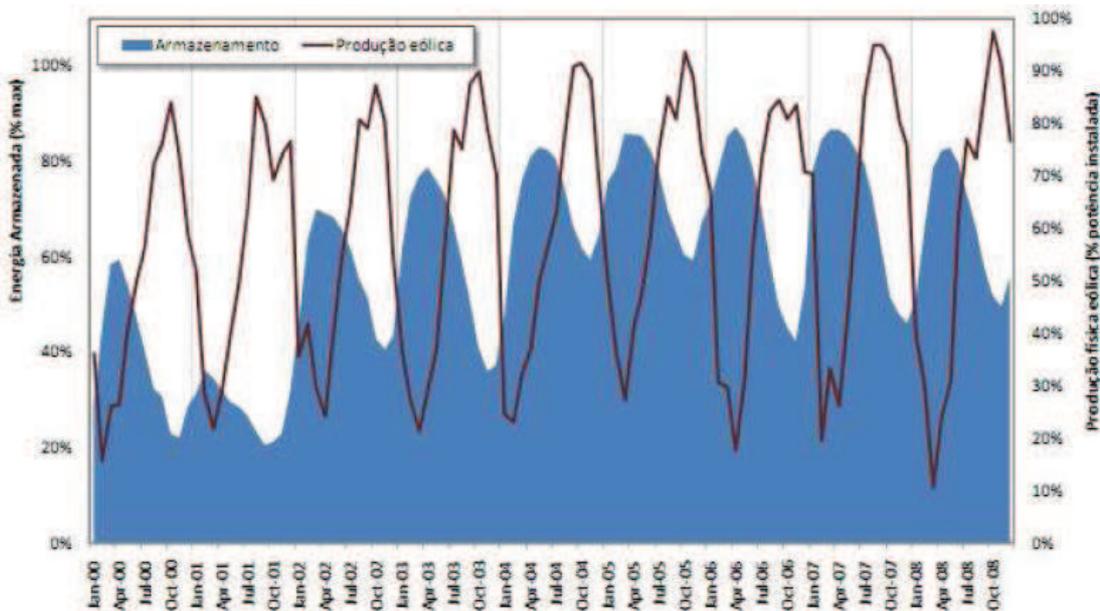
O atual modelo de expansão da matriz elétrica brasileira propõe a manutenção das usinas hidrelétricas como principais fontes de energia elétrica para as próximas décadas. A escolha por tal modelo se deu em meados da década de 1960 com a criação da estatal Eletrobras, incumbida, nesse primeiro momento, de gerir o setor elétrico brasileiro. Essa decisão foi amparada pelo imenso potencial hídrico do país, hoje, estimado em 261.000 MW. À época, tal escolha se mostrou acertada tanto em termos econômicos – por ser mais barata – quanto no que diz respeito à questão ambiental – uma vez que a queima de combustíveis fósseis emite relativamente mais GEEs.

Nos tempos atuais, o avanço tecnológico nos permite visualizar potências de geração elétrica através de tecnologias não disponíveis à época. De acordo com o Atlas do Potencial Eólico Brasileiro (2001), o potencial de geração para essa fonte é de aproximadamente 143.000 MW. Entretanto, segundo o Ministério do Planejamento, em estudo realizado pela Empresa de Pesquisa Energética (EPE, 2011), esse potencial pode ser redimensionado para 300.000 MW, o que superaria o potencial hídrico. Deve ser mencionado ainda que esse potencial é exclusivamente *on shore* (em terra firme), pois não há dados dessa natureza para o potencial *off shore* (em alto mar). Os potenciais das energias solar e maremotriz ainda são pouco conhecidos, devido principalmente ao estágio inicial dessas tecnologias. Entretanto, estudos como o Atlas de Energia Elétrica Brasileiro (2008) citam ambas as fontes como sendo de grande potencial para expansão no Brasil.

Outra questão importante a ser levantada diz respeito à diversificação da matriz como medida de segurança energética. Em 2001, o governo decretou o racionamento de energia elétrica. Especialistas apontam a má gestão dos recursos hídricos – além, é claro, da falta de um planejamento sólido – como um dos principais condicionantes para o ocorrido. Com a tendência de diminuição dos reservatórios de grande hidrelétricas – em resposta principalmente ao apelo ambiental –, o sistema elétrico nacional deve perder uma grande capacidade de armazenamento de energia. Desse modo, as fontes alternativas com regimes cíclicos distintos constituem uma opção às épocas de baixa vazão hídrica.

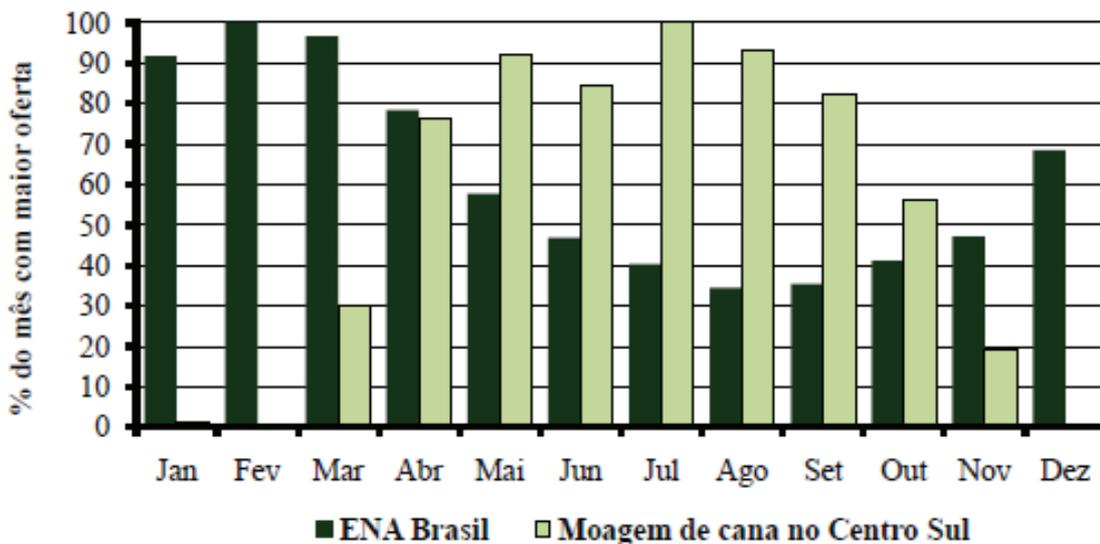
Os gráficos abaixo explicitam a complementaridade dessas fontes ao longo do ano. No Gráfico 1, é possível observar a série histórica dos dados para as fontes hídrica e eólica no intervalo de 2000 a 2008. Os ciclos das duas fontes são claramente opostos. Isso ocorre basicamente porque a velocidade do vento é maior quando o clima é seco e menor quando o clima é úmido. De forma semelhante, é possível observar uma relação semelhante se comparados os regimes hídricos e as safras da cana-de-açúcar. O Gráfico 2 exhibe os percentuais de aproveitamento da capacidade instalada de ambas as fontes para a Região Centro-Sul no ano de 2008. Políticas que considerem a sazonalidade das fontes podem reduzir significativamente o risco de novos apagões.

Gráfico 1 – Energia armazenada em reservatórios de hidrelétricas versus produção eólica



Fonte: Simões (2010 apud NOGUEIRA, 2011).

Gráfico 2 – Complementaridade da hidroeletricidade e o setor sucroalcooleiro em 2008



Fonte: Castro, Brandão e Dantas (2010).

3. INSTRUMENTOS DE POLÍTICA ENERGÉTICA

Em 2004, o novo marco regulatório do setor elétrico brasileiro estabeleceu a criação de novas instituições com os objetivos de garantir o suprimento de eletricidade, promover a modicidade tarifária, regular o setor e universalizar a oferta. Assim, foram criadas a Empresa de Pesquisa Energética (EPE), com o intuito de planejar o setor; a Câmara de Monitoramento do Sistema

Elétrico (CMSE), para monitorar a segurança do suprimento de eletricidade; e a Câmara de Comercialização de Energia Elétrica (CCEE), encarregada de promover a negociação da energia no Sistema Interligado Nacional (SIN). Ainda, com a reforma do setor, o Ministério de Minas e Energia (MME) tornou-se o Poder Concedente, e a autonomia do Operador Nacional do Sistema (ONS) foi ampliada. A Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) foi mantida como agência reguladora do sistema elétrico nacional.

Como afirmam Bajay e Badanhan (2004), a atuação dos governos sobre o setor de energia elétrica pode ocorrer a partir de três instrumentos básicos distintos, mas complementares: a) políticas públicas, b) planejamento e c) regulação de mercado. Uma gestão adequada desses instrumentos deve tratá-los de forma autônoma, mas complementar. A expansão do setor elétrico deve ocorrer de modo a buscar as melhores alternativas possíveis de ampliação, contando com a cooperação de agências reguladoras, governo, empresas do setor e sociedade. Como explicam Bajay e Badanhan (2004, p.6):

A formulação de políticas públicas na área de energia é uma típica atividade de governo, enquanto que o exercício da regulação constitui-se em uma atividade de Estado, calcada na regulamentação da legislação vigente e exercida sob uma perspectiva de longo prazo. A atividade de planejamento possui ambas as características; de um lado ela propicia um suporte quantitativo na formulação das políticas energéticas do governo e do outro ela deve sinalizar à sociedade metas de longo prazo, que extrapolam em geral o mandato do governo e frequentemente fornecem elementos essenciais para uma boa execução da atividade de regulação. Logo, uma estrutura organizacional eficaz para a execução dos exercícios de planejamento deve contemplar estas suas duas características.

Até o início da década de 1990, o papel de coordenador das políticas públicas e da atividade de planejamento esteve, em geral, associado às estatais Eletrobras e Petrobras. Com a implantação de um novo modelo que privilegiava a busca pela competição e autonomia, o exercício excessivo de regulação relegou os outros dois instrumentos a um segundo plano e enrijeceu ainda mais a estrutura do setor.

3.1. Planejamento

O planejamento energético consiste basicamente na elaboração de projeções para a demanda futura de energia e para as tecnologias que deverão suprir essa demanda. Para calcular essa demanda, são utilizadas complexas ferramentas computacionais capazes de construir cenários com base em variáveis-chave, como o PIB, o crescimento populacional, o consumo e a mobilidade social. Nos cálculos referentes às projeções de oferta de energia, são levantadas variáveis relativas à eficiência energética, estudos de potenciais energéticos, prospecção tecnológica e custos marginais de energia para determinar quais fontes e em que proporções a distribuição de energia poderá ser melhor alocada.

Como afirmam Bajay e Badanhan (2004), o Conselho Nacional de Política Energética (CNPE) foi implementado apenas no ano 2000, de modo que as primeiras projeções da matriz energética brasileira só foram concluídas ao final do ano seguinte. Ora, se não houve um planejamento integrado da expansão da oferta de energia para a década de 2000, é possível afirmar que as fontes alternativas não chegaram a constituir objeto de análise para a formulação de políticas no período imediatamente subsequente. Essas primeiras projeções foram elaboradas basicamente com perspectivas setoriais e empresariais, de modo que novas políticas e trajetórias tecnológicas alternativas foram desconsideradas.

Em 2004, foi criada a Empresa de Pesquisa Energética (EPE), sob o comando do Ministério de Minas e Energia, com a finalidade de assessorar os órgãos competentes com estudos sobre o planejamento energético brasileiro. De acordo com o artigo 2º, da Lei nº 10.847, de 15 de março de 2004,

A Empresa de Pesquisa Energética – EPE tem por finalidade prestar serviços na área de estudos e pesquisas destinadas a subsidiar o planejamento do setor energético, tais como energia elétrica, petróleo e gás natural e seus derivados, carvão mineral, fontes energéticas renováveis e eficiência energética, dentre outras.

Os resultados dos estudos realizados são publicados periodicamente com o intuito de sinalizar a necessidade de expansão da capacidade instalada nos setores público e privado.

3.2. Políticas públicas

O governo pode utilizar políticas públicas para o desenvolvimento do setor elétrico como um meio de sinalizar suas prioridades e diretrizes à sociedade (BAJAY; BADANHAN, 2004). Essas diretrizes podem visar somente a orientação dos agentes do setor ou a aplicação compulsória de determinadas medidas – nesse caso, deverá haver um papel regulatório importante, que será discutido brevemente na seção seguinte. Quando há apenas a intenção de se orientar os agentes, utilizam-se incentivos financeiros para promover o maior uso dessas fontes.

Segundo Goldemberg (2008), esses incentivos financeiros podem ocorrer nas formas de a) novos impostos ou mudanças nos impostos existentes, refletindo externalidades; b) incentivos e empréstimos, contendo ou não subsídios; e c) políticas de preços que reflitam os custos sociais de cada uma das fontes de energia, de modo a encorajar a utilização daquelas menos nocivas ao meio ambiente. Proinfa, Proeólica, Luz para Todos e os leilões específicos são alguns dos programas federais que merecem destaque na ampliação dessas fontes.

3.3. Regulamentação

Todas as políticas citadas acima foram, de alguma forma, regulamentadas através de leis, decretos, portarias, protocolos ou quaisquer instrumentos legais que estabeleçam marcos legais para tais atividades. De forma geral, segundo Goldemberg (2008), os principais instrumentos regulatórios utilizados para promover o uso das fontes alternativas são: a) regulamentos ambientais em geral; b) padrões de desempenho de equipamentos; c) políticas de compra do governo que privilegie certos tipos de equipamentos ou fontes de energia; d) imposição de uma parcela mínima de fontes alternativas no portfólio de empresas distribuidoras; e) planejamento integrado de recursos; f) programas informativos; e g) padrões de desempenho mínimo.

Como afirmado acima, o exercício da regulamentação do setor é uma tarefa do Estado e, portanto, vem a reboque das necessidades apresentadas pelo planejamento e materializadas na elaboração de políticas públicas ao longo do tempo. Cavaliero (2003, p. 68) analisa a formação do arcabouço que deverá reger a expansão das fontes alternativas durante os anos 2000:

A atividade de regulamentação é uma “atividade fim”, que depende e segue determinações tomadas num âmbito maior definido pela política energética e pelo planejamento energético. E nesse caso, nem as fontes renováveis alternativas e nem os sistemas isolados foram contemplados com a devida importância até o momento.

Os instrumentos utilizados para fomentar as fontes alternativas apresentadas acima foram, em sua grande maioria, pouco eficazes na delimitação da expansão dessas tecnologias. Ademais, programas como o Proeólica e o Prodeem ficaram longe de ter suas metas iniciais cumpridas, e a falta de uma regulação consistente foi decisiva para isso. O fato de o PDE 2001-2010 não considerar as fontes alternativas para a década de 2000 pode ser apontado como um fator limitante à sua expansão.

4. PESQUISA E DESENVOLVIMENTO

Uma das bases do Proinfa consiste na consolidação de uma indústria nacional autossuficiente, capaz de fornecer recursos necessários para o avanço das fontes alternativas na matriz elétrica brasileira. O programa foi idealizado em duas etapas, nas quais exigia-se que o índice de nacionalização dos equipamentos utilizados pelos empreendimentos beneficiados fosse de 60% e 90%, respectivamente, para a primeira e a segunda fases. A primeira fase do programa teve seu término adiado por três ocasiões. Como apontam Dutra e Szklo (2008), a incapacidade da indústria nacional de fornecer esses equipamentos – especialmente para a geração eólica – na quantidade demandada para a instalação das usinas geradoras foi decisiva para as constantes prorrogações.

A falta de medidas específicas para o avanço produtivo e tecnológico dessas fontes no país foi amplamente criticada por diversos agentes envolvidos no setor elétrico. Como afirma Nogueira (2011), atualmente, apenas duas empresas produtoras de equipamentos eólicos possuem fábricas no país e, apesar de outras seis companhias apresentarem interesse de instalar unidades em território nacional, todas elas são basicamente montadoras (ou seja, não portam nenhuma tecnologia efetivamente brasileira). Com uma rede nacional de pesquisa mais robusta, os preços desses equipamentos certamente seriam reduzidos, os problemas relacionados a especificidades geográficas do país poderiam ser solucionados e o acesso ao crédito seria facilitado – uma vez que, a exemplo do Proinfa, diversas agências de financiamento exigem um índice mínimo de nacionalização.

Como um fator complementar às fontes alternativas, há ainda o debate acerca da expansão da energia nuclear no país. Sem almejar entrar no mérito dos riscos e benefícios dessa fonte, devemos considerar as possibilidades de sua utilização na matriz elétrica brasileira. A energia nuclear deve ser vista além das suas funções energéticas e mesmo militares para que se possa pensar no papel estratégico dessa tão promissora tecnologia.

A iniciativa governamental de maior relevância no âmbito de promover a P&D no setor elétrico ocorre através do Programa de P&D do Setor de Energia Elétrica, regulamentado pela Lei nº 9.991, de 2000, e gerido pela Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL). Basicamente, ele estabelece que as concessionárias de energia devem aplicar, em caráter compulsório, 0,4% da sua receita operacional líquida em P&D, 0,4% no Fundo Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (FNDCT) e outros 0,2% no Ministério de Minas e Energia (MME), para estudos de pesquisa e planejamento da expansão. Entretanto, empreendimentos como PCHs, biomassa, cogeração qualificada, usinas eólicas e energia solar estão isentos dessa obrigatoriedade.

Dados fornecidos pela ANEEL, referentes ao período de 2008 a 2011, apontam que 17,6% desse investimento é destinado à pesquisa e desenvolvimento relacionados a fontes alternativas de energia elétrica. Cabe ressaltar ainda que, em alguns casos, esses projetos submetidos como atividades de P&D não são realizados necessariamente segundo os termos definidos pela OCDE (2004).

Quando elaborado pelo Ministério de Ciência e Tecnologia (MCT), o Plano de Ação 2007-2010 previa diversas ações de fomento à P&D para fontes renováveis. Dentre outras medidas, o plano previa a formação de redes cooperativas de pesquisa, programas de formação de recursos humanos, apoio a projetos relativos ao tema, apoio à infraestrutura e capacitação laboratorial e apoio à cooperação internacional. Findo o período previsto no plano, seus

resultados ainda não são claros e faltam estudos que façam o balanço dos resultados e da assertividade desse documento com relação às fontes alternativas.

A expansão das fontes limpas está diretamente relacionada ao estado da arte dessas tecnologias. A afirmação inversa também é verdadeira, uma vez que o crescimento do mercado para tais fontes irá incentivar a pesquisa e o desenvolvimento dessas tecnologias. Assim, é possível identificar duas funções básicas para a promoção das fontes alternativas: a) a criação de um mercado específico e b) o direcionamento das atividades de pesquisa (JACOBSSON; BERGEK, 2004). Como afirmam Popp e Newell (2011), os gastos públicos em P&D terão efeitos limitados sobre o desenvolvimento tecnológico das fontes alternativas se não forem acompanhados por políticas específicas para a redução da emissão de gases de efeito estufa. Para Mowery, Nelson e Martin (2010), um importante desafio para o estabelecimento de programas governamentais de P&D em energia consiste em identificar onde e como esses investimentos devem ser melhor alocados, a fim de catalisar, complementar e aumentar o investimento privado.

Atualmente, as fontes limpas são pouco competitivas se comparadas às tradicionais usinas térmicas e hidroelétricas, em função principalmente de partirem de uma base de conhecimento tecnológico mais restrita. Assim, como afirmam Popp e Newell (2011), são duas as razões principais para se acreditar que as atividades de P&D em fontes alternativas são benéficas para a sociedade: a) pouca pesquisa em fontes alternativas tem sido realizada se comparada a outras fontes, assim, o potencial disruptivo dessas tecnologias é maior; e b) tecnologias relacionadas a energia tem impacto em todos os setores da sociedade, aumentando a possibilidade de que essas inovações tenham a característica de uma General Purpose Technologie (GPT), nos termos colocados por Helpman (1998).

Como afirmam Mowery, Nelson e Martin (2010), tecnologias de ruptura tendem a ser vistas com certo receio por parte do setor privado. No caso das fontes alternativas, essa relutância é ainda maior, visto que incorrem em grandes investimentos, com retornos financeiros de longo prazo e preços pouco competitivos (em função de uma tecnologia ainda limitada). A implementação de um empreendimento desse tipo é altamente dependente de agentes externos ao negócio, como no caso da mão de obra qualificada, da cadeia de fornecedores e do próprio governo (p.ex. nas concessões para atuação). Assim, o papel governamental é de suma importância no sentido de garantir as condições necessárias para o surgimento de uma indústria robusta. Como explicitado acima, essas políticas ocorrem principalmente na forma de subsídios, concessões de crédito e estabelecimento de preços. No caso brasileiro, estes dois últimos mecanismos desempenharam papéis importantes para o avanço das fontes alternativas.

Camillo (2013) argumenta que políticas que contemplem não apenas a demanda, mas também a oferta de energia se mostraram bem-sucedidas nos países desenvolvidos – notoriamente Noruega, Alemanha e Espanha. Isso implica necessariamente a adoção de incentivos à pesquisa e desenvolvimento voltada a essas fontes. No entanto, a autora ressalva que devem ser consideradas as peculiaridades econômicas dos países em desenvolvimento e a dinâmica da evolução de seus respectivos setores elétricos. No Brasil, como já enfatizamos acima, deve-se ressaltar sua condição econômica – um país em desenvolvimento – e sua grande dependência de fontes hidrelétricas –, incluindo todo o arcabouço institucional, político e regulatório e as condições do mercado.

5. CONCLUSÕES

O setor energético é tradicionalmente um grande emissor de gases de efeito estufa. Segundo dados do IPCC (2007), esse setor foi responsável por 25,9% das emissões desses gases provenientes de atividade antrópica entre 1970 e 2004. Com a crescente preocupação sobre a questão ambiental de forma ampla, as fontes alternativas passaram a representar uma via importante não apenas para a redução da emissão desses gases, como também para a mitigação de impactos associados à geração de energia. Os crescentes embates acerca das grandes hidrelétricas presentes nos planos de expansão do setor têm constituído entraves para a consolidação do parque gerador nacional, refletindo em constantes atrasos nos inícios das obras. Nesse sentido, um crescente número de pesquisas acerca do impacto dessas usinas tem revelado aspectos negativos antes desconhecidos. A mensuração dos impactos socioambientais causados por grandes hidrelétricas tem revelado que, além dos impactos locais (alagamento de florestas nativas, desalojamento de populações indígenas e alteração dos regimes hidrológicos), essas usinas apresentam ainda uma quantidade significativa de emissão de gases de efeito estufa (COPPE, 2006).

No atual cenário, no qual as hidrelétricas enfrentam problemas com licenciamento ambiental, são três as opções reais disponíveis para alcançar a demanda futura de eletricidade: fontes alternativas, eficiência energética e termelétricas a gás. Esta última opção aparece como uma alternativa viável em função do seu preço, do seu estágio tecnológico avançado, da rapidez com que pode ser instalada e da baixa emissão de GEE se comparada com os demais combustíveis fósseis.

Outro fator que deve ser considerado diz respeito à segurança energética. Um cenário de escassez de recursos energéticos é temeroso, na medida em que, a despeito do baixo desempenho nos últimos dois anos, a economia brasileira se encontra num ciclo de crescimento

econômico. A perspectiva de um novo apagão no futuro pode comprometer investimentos importantes para o parque produtivo nacional. Por isso, é necessário que haja claras sinalizações sobre a ausência de risco de novos apagões, de modo a influir positivamente nas expectativas dos agentes.

Nesse sentido, a complementariedade das fontes eólica, hídrica e de biomassa é providencial, uma vez que os regimes dos ventos e da produção de cana-de-açúcar são inversos ao regime hídrico. As fontes alternativas citadas se adequam ainda a modelos de geração distribuída, capaz de evitar as perdas incorridas em longas linhas de transmissão. Suas gerações são naturalmente descentralizadas, já que coconsideram especificidades locais (como ventos e incidência solar) e sazonais (como safras de cana-de-açúcar e regime hídrico).

É verdade que o aproveitamento para a geração de eletricidade através de fontes alternativas está muito aquém do seu potencial. Contudo, o resultado observado ao final da década passada ocorreu, em última instância, pela aversão ao risco dos agentes estabelecidos no setor. O governo falhou ao não observar as falhas de mercado que emperravam o estabelecimento de uma indústria nacional voltada às fontes alternativas. Nesses termos, podemos observar uma ausência de políticas de promoção comercial, de programas específicos para P&D de educação e qualificação da mão de obra.

O avanço de tais medidas capazes de reduzir os impactos socioambientais parece ir de encontro aos interesses de grupos empresariais com grande influência nas decisões de políticas nacionais. Com a privatização do setor elétrico na década de 1990, grandes construtoras assumiram o controle de diversos empreendimentos em geração de energia. Paralelamente, em âmbito global, o lobby de grandes grupos ligados à extração de petróleo sobre o setor elétrico é marcante, dado que seus subprodutos ainda são responsáveis por mais da metade da matriz elétrica mundial. Desse modo, a presença desses agentes nas tomadas de decisão para a construção de grandes usinas gera um entrave no processo de expansão do parque gerador. Ao longo da última década, pôde-se comprovar que as fontes alternativas não atendem somente a uma lógica ambiental, mas também aos interesses econômicos de setores da sociedade.

Para que as fontes alternativas possam efetivamente constituir alternativas economicamente viáveis num futuro de incertezas, é necessário um amplo apoio ao estabelecimento de uma indústria nacional forte. Como mostrado nas seções anteriores, de acordo com o modelo proposto por Elliot (2000) e dadas as dimensões continentais do país, a perspectiva de avanço nas tecnologias de Smart-Grid e a grande dependência nacional da hidreletricidade, as fontes alternativas aparecem como a solução mais adequada para a necessária expansão do parque gerador nacional. Nesse mesmo modelo (ELLIOT, 2000), é possível antever uma mudança fundamental na dinâmica do setor de energia elétrica em escala

global, uma vez que grandes usinas movidas a fontes não renováveis, administradas de forma centralizada numa situação monopolista, deverão ceder espaço a pequenos parques geradores de eletricidade a partir de fontes renováveis, com decisões descentralizadas, em que o consumidor terá liberdade para escolher a origem da energia que utiliza em seus aparelhos elétricos.

A geração distribuída é uma alternativa atraente para a expansão de países com dimensões continentais, como é o caso do Brasil. Soma-se a esse fato, a abundância de recursos hídricos, o bom regime de ventos, terras produtivas e vastas áreas com alta incidência solar. Dentro dessas novas premissas, o papel das fontes alternativas deverá ser de suma importância para o desenvolvimento socioeconômico brasileiro.

Nesse sentido, o Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica (Proinfa) constituiu a mais relevante iniciativa governamental durante a década de 2000. O Proinfa foi essencial para mostrar ao setor privado a viabilidade econômica dos investimentos em fontes alternativas. Foi apenas o surgimento dessa nova indústria, ainda recente, que possibilitou o sucesso dos leilões específicos que se seguiram. É importante destacar ainda o programa Luz para Todos, que obteve resultados relevantes ao levar eletricidade a comunidades isoladas, mas que, ao resgatar um cunho essencialmente social, não se preocupou com os aspectos econômicos e tecnológicos necessários para a constituição de um mercado sólido com maior participação do setor privado.

Um dos maiores limitantes para a expansão das fontes alternativas são seus incipientes estágios de desenvolvimento tecnológico. Algumas tecnologias são relativamente consolidadas, entretanto, a baixa disseminação desse conhecimento desestimula a concorrência e mantém os preços dos equipamentos em altos patamares. Assim, esforços em atividades de P&D são essenciais para que essas tecnologias se tornem mais eficientes e baratas. Por fim, é necessário lembrar que a questão ambiental, por definição, transpassa fronteiras nacionais. Assim, por mais que se pense em “políticas energéticas” nacionais, ignorar as práticas externas – sejam elas positivas ou não – não nos parece ser um bom caminho. É preciso lembrar ainda que a questão ambiental é necessariamente foco de uma discussão temporal maior. Envolve pensar não apenas em novas fontes de energia, mas também em novos modelos econômicos, novas práticas sociais e, porconsequente, em novos hábitos de consumo.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA (ANEEL). Atlas de Energia Elétrica do Brasil. Brasília: ANEEL, 2008.

- EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA (EPE). **Plano Decenal de Expansão de Energia 2016**. Brasília: MME, 2005.
- EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA (EPE). **Plano Nacional de Energia 2030**. Brasília: MME, 2007.
- EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA (EPE). **Plano Decenal de Expansão de Energia 2017**. Brasília: MME, 2008.
- EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA (EPE). **Balço Energético Nacional 2010**. Brasília: MME, 2010a.
- EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA (EPE). **Plano Decenal de Expansão de Energia 2019**. Brasília: MME, 2010b.
- EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA (EPE). **Balço Energético Nacional 2011**. Brasília: MME, 2011a.
- EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA (EPE). **Plano Decenal de Expansão de Energia 2020**. Brasília: MME, 2011b.
- BAJAY, S.; BADANHAN, L. **Energia no Brasil: os próximos dez anos**. Brasília: MME, 2004.
- CAMILLO, E. **As políticas de inovação da indústria de energia eólica: uma análise do caso brasileiro com base no estudo de experiências internacionais**. 2013. 212 f. Tese (Doutorado) –UNICAMP, Campinas, São Paulo.
- CASTRO, N.; BRANDÃO, R.; DANTAS, C. A bioeletricidade sucroenergética na matriz elétrica. In: SOUSA, E.; MACEDO, I. (Orgs.). **Etanol e bioeletricidade: a cana-de-açúcar no futuro da matriz energética**. São Paulo: Luc Projetos de Comunicação, 2010. p. 136-156.
- CAVALIERO, C. **Inserção de mecanismos regulatórios de incentivo ao uso de fontes renováveis alternativas de energia no setor elétrico brasileiro e o caso específico da Região Amazônica**. 2003. 284 f. Tese (Doutorado) –UNICAMP, Campinas, São Paulo.
- CENTRO DE PESQUISAS DE ENERGIA ELÉTRICA (CEPEL). **Atlas Solarimétrico do Brasil**. Brasília: MME, 2000.
- CENTRO DE PESQUISAS DE ENERGIA ELÉTRICA (CEPEL). **Atlas do Potencial Eólico Brasileiro**. Brasília: MME, 2001.
- COMITÊ COORDENADOR DO PLANEJAMENTO DA EXPANSÃO DOS SISTEMAS ELÉTRICOS (CCPE). **Plano Decenal de Expansão 2012**. Brasília: MME, 2003.
- COMITÊ INTERMINISTERIAL SOBRE MUDANÇA DO CLIMA. **Plano Nacional Sobre Mudança do Clima**. Brasília: MMA, 2008.
- DUTRA, R.; SZKLO, A. Incentive policies for promoting wind power production in Brazil. **Renewable Energy**, Rio de Janeiro, n. 33, p. 65-76, 2008.
- ELLIOT, D. Renewable energy and sustainable futures. **Futures**, n. 32, p. 261-274, 2000.
- FREZATTI, F. et al. Decisões de Investimento em Ativos de Longo Prazo nas Empresas Brasileiras: Qual a Aderência ao Modelo Teórico? **RAC**, Rio de Janeiro, v. 16, n. 1, p. 1-22, 2012.
- GOLDEMBERG, J. **Energia, meio ambiente e desenvolvimento**. São Paulo: EDUSP, 2008.
- GOLDEMBERG, J.; MOREIRA, J. Política energética no Brasil. **Revista Estudos Avançados**, São Paulo, n. 19, p. 215-228, 2005.
- HARAWAY, D. **The companion species manifesto: dogs, people, and significant otherness**. Chicago: Prickly Paradigm Press, 2003.
- HELPMAN, E. **General Purpose Technologies and Economic Growth**. Cambridge: MIT Press, 1998.

- INSTITUTO ALBERTO LUIZ COIMBRA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA EM ENGENHARIA (COPPE) **Emissões de dióxido de carbono e metano pelos reservatórios hidrelétricos brasileiros**. Rio de Janeiro: MCT, 2006.
- INTERGOVERNAMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE (IPCC). **Climate Change 2007: Synthesis Report**. Espanha: IPCC, 2007.
- INTERNATIONAL ENERGY AGENCY (IEA). **World Energy Outlook 2010**. Paris: OECD/IEA, 2010.
- INTERNATIONAL ENERGY AGENCY (IEA). **Electricity Information**. Paris: OECD/IEA, 2011.
- JACOBSSON, S.; BERGEK, A. Transforming the energy sector: the evolution of technological systems in renewable energy technologies. **Industrial and Corporate Change**, v. 13, n. 5, p. 815-849, 2004.
- KEMP, R.; SOETE, L. The greening of technological progress: an evolutionary perspective. **Futures**, p. 437-457, 1992.
- LOPES, L. **Políticas de incentivo às fontes alternativas de energia elétrica no Brasil**. 2011. 80 f. Monografia (Graduação) – UNICAMP, Campinas, São Paulo.
- MOWERY, D.; NELSON, R.; MARTIN, B. Technology policy and global warming: why new policy models are needed. **Research Policy**, Berkeley, n. 39, p. 1011-1023, 2010.
- NOGUEIRA, L. **Estado atual e perspectivas futuras para a indústria eólica no Brasil**. 2011. 154 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro,.
- ORGANIZAÇÃO PARA A COOPERAÇÃO E DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO (OCDE). **Manual de Oslo**. Rio de Janeiro: Tradução FINEP, 2004.
- PEREIRA JÚNIOR, A. et al. Strategies to promote renewable energy in Brazil. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, Rio de Janeiro, n. 15, p. 681-688, 2011.
- PINTO JÚNIOR, H. et al. **Economia da energia**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2007.
- POPP, D.; NEWELL, R. Where does energy R&D come from? Examining crowding out from energy R&D. **Energy Economics**. 2011. (No prelo)
- UTTERBACK, J. **Dominando a dinâmica da inovação**. Rio de Janeiro: Qualitymark, 1996.
- VARELLA, F.; GOMES, R.; JANNUZZI, G. Sistemas fotovoltaicos conectados à rede elétrica do Brasil: panorama da atual legislação. In: III Congresso Brasileiro De Energia Solar, 2010, Belém. **Anais do III Congresso Brasileiro de Energia Solar**. Belém, 2010.

Lucca Vichr Lopes

Mestre em Política Científica e Tecnológica pela UNICAMP, Graduado em Ciências Econômicas pela UNICAMP. Possui especialização em Gestão Estratégica de Empresas pela UNICAMP. Foi pesquisador no LABGETI/DPCT/IG/UNICAMP, na área de gestão da inovação entre 2009 e 2011, trabalhando em consultorias para empresas do setor elétrico, mineração e automotivo. Foi Coordenador Setorial de Agronegócios da Secretaria de Desenvolvimento Econômico, Social e de Turismo de Campinas.