

CADERNOS

ATAVENTO

FGV ENERGIA

DEZEMBRO 2014 | ANO 1 | Nº 3 | ISSN 2358-5277

ENERGIA E SUSTENTABILIDADE

DESAFIOS DO BRASIL NA EXPANSÃO
DA OFERTA E NA GESTÃO DE DEMANDA



ENERGIA

E SUSTENTABILIDADE

DESAFIOS DO BRASIL NA EXPANSÃO
DA OFERTA E NA GESTÃO DE DEMANDA



DIRETOR

Carlos Otavio de Vasconcellos Quintella

SÓCIA FUNDADORA

Clarissa Lins

EQUIPE TÉCNICA

Coordenação Editorial

Lavinia Hollanda

Autores

Lavinia Hollanda

Mônica Varejão

EQUIPE TÉCNICA

Coordenação Editorial

Clarissa Lins

Autores

Clarissa Lins

Felipe Vignoli

EQUIPE DE PRODUÇÃO

Coordenação de Comunicação

Simone C. Lecques de Magalhães

Capa, projeto gráfico e diagramação

Maria Clara Thedim

www.mathedim.com.br

Apresentação

Lavinia Hollanda e Mônica Varejão, FGV Energia¹
Clarissa Lins e Felipe Vignoli, Catavento²

Esse caderno é fruto de uma parceria entre a FGV Energia e a Catavento, que somaram esforços no intuito de estimular um novo olhar sobre os dilemas enfrentados no setor de energia no Brasil. Alimentar o debate em torno de questões primordiais, que afetam tanto as possibilidades de expansão das fontes de energia, quanto o papel da demanda, em um contexto de uso eficiente de recursos naturais e restrições crescentes às emissões de gases de efeito estufa, é a premissa desse trabalho.

SOBRE A FGV ENERGIA

A FGV Energia é o centro de estudos dedicado à área de energia da Fundação Getúlio Vargas, criado com o objetivo de posicionar a FGV como protagonista na pesquisa e discussão sobre política pública em energia no país. O centro busca formular estudos, políticas e diretrizes de energia, e estabelecer parcerias para auxiliar empresas e governo nas tomadas de decisão.

SOBRE A CATAVENTO

A Catavento é uma consultoria em sustentabilidade corporativa que busca influenciar tomadores de decisão. Amplia a visão estratégica da empresa acerca das potenciais mudanças no seu contexto de negócios, mapeia riscos e oportunidades, avalia a sustentabilidade de seus modelos de negócios, bem como identifica o valor associado a práticas inovadoras.

1. Lavinia Hollanda e Mônica Varejão são, respectivamente, Coordenadora de Pesquisa e Pesquisadora da FGV Energia.

2. Clarissa Lins e Felipe Vignoli são, respectivamente, sócia fundadora e sócio da consultoria Catavento.



PRIMEIRO PRESIDENTE FUNDADOR

Luiz Simões Lopes

PRESIDENTE

Carlos Ivan Simonsen Leal

VICE-PRESIDENTES

Sergio Franklin Quintella, Francisco Oswaldo Neves Dornelles e Marcos Cintra Cavalcanti de Albuquerque

CONSELHO DIRETOR

Presidente

Carlos Ivan Simonsen Leal

Vice-Presidentes

Sergio Franklin Quintella, Francisco Oswaldo Neves Dornelles e Marcos Cintra Cavalcanti de Albuquerque

Vogais

Armando Klabin, Carlos Alberto Pires de Carvalho e Albuquerque, Ernane Galvêas, José Luiz Miranda, Lindolpho de Carvalho Dias, Marcílio Marques Moreira e Roberto Paulo Cezar de Andrade

Suplentes

Antonio Monteiro de Castro Filho, Cristiano Buarque Franco Neto, Eduardo Baptista Vianna, Gilberto Duarte Prado, Jacob Palis Júnior, José Ermírio de Moraes Neto e Marcelo José Basílio de Souza Marinho.

CONSELHO CURADOR

Presidente

Carlos Alberto Lenz César Protásio

Vice-Presidente

João Alfredo Dias Lins (Klabin Irmãos e Cia)

Vogais - Alexandre Koch Torres de Assis, Angélica Moreira da Silva (Federação Brasileira de Bancos), Ary Oswaldo Mattos Filho (EDESP/FGV), Carlos Alberto Lenz Cesar Protásio, Carlos Moacyr Gomes de Almeida, Eduardo M. Krieger, Fernando Pinheiro e Fernando Bomfiglio (Souza Cruz S/A), Heitor Chagas de Oliveira, Jaques Wagner (Estado da Bahia), João Alfredo Dias Lins (Klabin Irmãos & Cia), Leonardo André Paixão (IRB – Brasil Resseguros S.A.), Luiz Chor (Chozil Engenharia Ltda.), Marcelo Serfaty, Marcio João de

Andrade Fortes, Orlando dos Santos Marques (Publicis Brasil Comunicação Ltda.), Pedro Henrique Mariani Bittencourt (Banco BBM S.A.), Raul Calfat (Votorantim Participações S.A.), Ronaldo Mendonça Vilela (Sindicato das Empresas de Seguros Privados, de Capitalização e de Resseguros no Estado do Rio de Janeiro e do Espírito Santo), Sandoval Carneiro Junior (DITV – Depto. Instituto de Tecnologia Vale) e Tarso Genro (Estado do Rio Grande do Sul).

Suplentes - Aldo Floris, José Carlos Schmidt Murta Ribeiro, Luiz Ildefonso Simões Lopes (Brookfield Brasil Ltda.), Luiz Roberto Nascimento Silva, Manoel Fernando Thompson Motta Filho, Roberto Castello Branco (Vale S.A.), Nilson Teixeira (Banco de Investimentos Crédit Suisse S.A.), Olavo Monteiro de Carvalho (Monteiro Aranha Participações S.A.), Patrick de Larragoiti Lucas (Sul América Companhia Nacional de Seguros), Rui Barreto (Café Solúvel Brasília S.A.), Sérgio Lins Andrade (Andrade Gutierrez S.A.) e Victório Carlos de Marchi (AMBEV).



DIRETOR

Carlos Otavio de Vasconcellos Quintella

COORDENAÇÃO DE PESQUISA

Lavinia Hollanda

COORDENAÇÃO DE RELAÇÃO INSTITUCIONAL

Luiz Roberto Bezerra

COORDENAÇÃO DE ENSINO E P&D

Felipe Gonçalves

COORDENAÇÃO DE COMUNICAÇÃO E MARKETING

Simone C. Lecques de Magalhães

PESQUISADORES

Bruno Moreno Rodrigo de Freitas
Camilo Poppe de Figueiredo Muñoz
Felipe Castor Cordeiro de Sousa
Mônica Coelho Varejão
Rafael da Costa Nogueira

PRAIA DE BOTAFOGO, 190, RIO DE JANEIRO – RJ – CEP 22250-900 OU CAIXA POSTAL 62.591 – CEP 22257-970 – TEL: (21) 3799-5498 – WWW.FGV.BR

Instituição de caráter técnico-científico, educativo e filantrópico, criada em 20 de dezembro de 1944 como pessoa jurídica de direito privado, tem por finalidade atuar, de forma ampla, em todas as matérias de caráter científico, com ênfase no campo das ciências sociais: administração, direito e economia, contribuindo para o desenvolvimento econômico-social do país.

Índice

06

SUMÁRIO EXECUTIVO

08

CONVERSANDO SOBRE ENERGIA
COM DAVID ZYLBERSZTAJN

13

INTRODUÇÃO

17

MATRIZ ENERGÉTICA E
PRINCIPAIS USOS DA ENERGIA

27

OS DILEMAS NA
EXPANSÃO DA OFERTA

43

O PAPEL DA DEMANDA
POR ENERGIA

55

LISTA DE SIGLAS

56

BIBLIOGRAFIA

Sumário Executivo

- **Energia é essencial para a sociedade viver de forma confortável e próspera**, sendo premissa para um país se desenvolver. Além dos aspectos econômico e técnicos, as condições que determinam as possibilidades de expansão devem levar em conta também impactos sociais e ambientais, tornando a análise da oferta e demanda de energia indissociável de seus efeitos sobre a sociedade e o ambiente.
 - A atual **matriz energética brasileira repousa majoritariamente em fontes tradicionais**, com predominância de petróleo e derivados, embora as **fontes renováveis tenham um papel relevante em função da penetração histórica da hidroeletricidade**.
 - **A distribuição entre as diferentes fontes de energia é determinante para o nível de emissões de gases de efeito estufa**, considerado hoje como um fator decisivo na configuração de crescimento econômico do país. Recentemente, o país apresentou uma matriz mais intensiva em carbono, como consequência do acionamento regular das termoelétricas em função da mudança nos ciclos hidrológicos.
 - As possibilidades de expansão da oferta de energia, necessária para suportar o crescimento do Brasil, evidenciam que o país tem **diversos dilemas a serem endereçados de modo transparente**, tais como: de que forma e aonde expandir a geração hídrica; como impulsionar o desenvolvimento de demais fontes renováveis e otimizar seu caráter intermitente; qual o papel da exploração das reservas do pré-sal em um contexto de pressão por redução de exposição a combustíveis fósseis?
 - Do ponto de vista do consumo de energia, **a produção industrial e setor de transporte são os principais usuários de diversas fontes**. Qualquer expansão deve privilegiar o uso eficiente de energia, passando por estimular esforços em cogeração e repensando o modelo de transporte adotado até então, claramente dependente do modal rodoviário, do automóvel individual e do uso de combustíveis fósseis. Modelos baseados em etanol, combustíveis líquidos menos emissores e transporte coletivo em centros urbanos devem ser privilegiados.
-

O Brasil tem todas as condições de se tornar um ator relevante no cenário energético mundial.

- Nesse contexto, **o papel da demanda não pode ser minimizado**. A busca por eficiência no consumo de energia deve ser incansável, e um primeiro passo nessa direção seria a redução de desperdícios e ineficiências em toda a cadeia de valor.
 - Adicionalmente, **mecanismos de gestão de demanda devem ser aplicados**, contribuindo com o uso sustentável dos recursos naturais e aliviando a pressão por investimentos em expansão. Uma **correta sinalização de preços**, refletindo adequadamente situações de oferta e demanda e externalidades socioambientais, é uma medida primordial nessa direção.
 - **As tecnologias existentes – como a de redes inteligentes – contribuem sobremaneira para otimizar a resposta da demanda**, mudando a forma de se consumir energia e a relação entre o consumidor – seja ele industrial ou residencial – e o provedor de soluções energéticas.
 - **O Brasil tem todas as condições de se tornar um ator relevante no cenário energético mundial** em função da abundância de recursos naturais, do acesso a fontes tradicionais e da aceitação de seu mercado consumidor a tecnologias mais modernas. Cabe agora ao governo nortear, por meio de políticas públicas, a estratégia a ser seguida, com diretrizes, ações e sinalizações econômicas claras, tendo por base consenso obtido a partir de mecanismos de diálogo com a sociedade.
-

Conversando sobre Energia

com David Zylbersztajn



A entrevista com David Zylbersztajn foi realizada em 14/11/14, com o intuito de captar a opinião de um especialista em energia, com vivência e conhecimento tanto do setor elétrico quanto do setor de óleo e gás. David é Doutor em Economia da Energia pela Universidade de Grenoble (1987), foi Secretário de Energia de SP e Diretor Geral da Agência Nacional do Petróleo (ANP). Atualmente, é sócio da DZ Negócios com Energia e membro do Conselho de Administração da Light.

QUAL É A FOTOGRAFIA ATUAL DA MATRIZ ENERGÉTICA BRASILEIRA?

Todo mundo percebe que estamos caminhando para uma matriz positiva em carbono, ou seja, as emissões estão aumentando. O problema é saber onde vamos parar. Quando o mundo era fóssil, o Brasil era essencialmente renovável. Quando o mundo busca incessantemente se tornar mais renovável, o Brasil caminha na con-

tramão. Na área de energia, acredito que teremos uma ruptura tecnológica, principalmente no que diz respeito à captação da energia solar, como foi o *shale gas* nos Estados Unidos. Há cinco anos, ninguém imaginava que aconteceria esse desenvolvimento, mas hoje o *shale gas* contribui para um cenário de excesso de oferta de energia, por exemplo. Aqui no Brasil, é possível que haja uma transição no caminho da captação solar e na área de bioenergia.

ATÉ QUE PONTO O BRASIL VAI NESSA DIREÇÃO INVERSA? VAMOS NOS ADEQUAR À TRAJETÓRIA DA MATRIZ MUNDIAL EM ALGUM MOMENTO?

Se levarmos em consideração o baixo investimento que o Brasil faz em fontes renováveis e em eficiência energética, as limitações ambientais para a construção de hidrelétricas e se não nos empenharmos em utilizar a matéria prima que possuímos – via captação solar e aproveitamento da biomassa - veremos passar o ponto que seria de ajuste da matriz energética. É importante agir logo para inverter essa tendência em sujar a matriz. A questão das mudanças climáticas está séria e estamos em um importante momento para justificar a internalização de custos ambientais e rever a viabilidade de muitos projetos.

NESSE PROCESSO DE INVERSÃO DE TENDÊNCIA, QUAL É A QUESTÃO MAIS RELEVANTE?

Política pública. Aprendemos no racionamento de 2001 que o sinal econômico é decisivo. Se não houver mercado para a indústria, para os centros de pesquisa, se não houver sinal econômico para o consumidor, não há progresso. O papel do governo é fundamental e os programas do governo poderiam ser mais bem explorados, de modo integrado. Por exemplo, para o

programa do tipo “Minha Casa Minha Vida”, poderia prever-se aquecimento solar ou tubulação para aquecimento a gás, entre outras questões para facilitar o uso complementar de fontes de energia. A matriz brasileira está muito ao sabor das circunstâncias, e não de uma estratégia. Não temos uma visão de projeto energético para o país. É importante que haja planejamento que traga previsibilidade para o mercado e direcione de modo concreto o uso das fontes renováveis.

ATRIBUEM AOS AMBIENTALISTAS O COMBATE AOS RESERVATÓRIOS. POR SUA VEZ, OS “BARRAGEIROS” DIZEM QUE COLOCAMOS EM RISCO A SEGURANÇA ENERGÉTICA. ESSE É O DILEMA?

Sim, esse é o dilema, mas não se tem um fórum de discussão adequado. O papel do governo seria o de reconhecimento destes desafios e colocá-los em debate com a sociedade. Devemos assumir que vamos ter problemas. Se vamos utilizar outras fontes, qual o impacto delas? Eu tenho que escolher entre uma coisa ou outra, e isso só o governo pode fazer. É o governo que licita, que dá licença ambiental, concede financiamento. Portanto, a mediação com a sociedade e o direcionamento são papéis decisivos do governo. Muito do que se perdeu da

possibilidade de se fazer melhores projetos, por exemplo em Belo Monte, foi por falta de diálogo. Agora, os projetos na Amazônia que estão aí vão gerar energia, mas a um custo econômico e socioambiental muito alto. Por conta da falta de diálogo neste debate, há pouco espaço para a revisitação da alocação ótima econômica, o foco virou essencialmente ambiental.

E, NESSE CONTEXTO, QUAL O FUTURO DO PRÉ-SAL?

Se você considerar o crescimento anual da demanda mundial de petróleo, ele equivale ao excedente do que o Brasil vai produzir anualmente com o pré-sal. Ou seja, daqui a seis anos, o incremento da nossa produção será equivalente ao crescimento da demanda mundial. Se partirmos do princípio que o Oriente Médio, África, Golfo do México e outros países produtores também terão incremento em sua produção, surge a dúvida do que vai acontecer com esse nosso excedente exportável. Ele vai entrar em um mercado saturado. Além disso, sua exploração pode se apresentar mais cara do que o esperado e a ojeriza mundial ao petróleo, com suas evidentes consequências para a qualidade do ar e o nível de emissões do país, poderá torná-lo equivalente ao que o cigarro é hoje para a sociedade.

A EXPLORAÇÃO E A UTILIZAÇÃO DO GÁS NATURAL PODERIAM SER UMA FONTE DE TRANSIÇÃO PARA UMA MATRIZ MAIS LIMPA?

A matriz brasileira era majoritariamente baseada no uso de lenha até o início dos anos 1970. Fomos um dos poucos países que fez uma transição de madeira para o petróleo sem passar pelo carvão. É uma coisa muito curiosa, tem pouquíssimos casos. Acho que, no Brasil, o espaço para utilizar o gás natural como um elemento de transição para os renováveis é mais estreito. Não temos infraestrutura. Temos poucas estações de gás natural para que possamos configurar um crescimento desta infraestrutura. Além disso, para se fazer um duto que vai passar em regiões ambientalmente mais sensíveis tem-se uma série de restrições. Por outro lado, isso pode ser bom para nós. Podemos ter um ciclo do gás mais curto e uma antecipação do uso das fontes renováveis. Entretanto, um risco que poderá tornar a transição mais lenta é o baixo preço do petróleo. Se o mundo não conseguir internalizar os custos ambientais de uma maneira muito explícita, o petróleo barato vai começar a frear o desenvolvimento das fontes renováveis.

QUAL O PAPEL DAS TÉRMICAS E DEMAIS FONTES INTERMITENTES EM UM CONTEXTO DE REDUÇÃO DA CAPACIDADE DE ARMAZENAMENTO DOS GRANDES RESERVATÓRIOS?

Não temos muita alternativa. Uma possibilidade seria fazer a térmica na boca do poço e transmitir essa energia, ou seja, trocar a molécula pelo elétron. Por outro lado, as fontes complementares de energia também poderiam ajudar. Os parques eólicos evoluíram muito em função de uma disponibilidade mundial e temos bons

É necessário atuar na educação das pessoas que pagam a conta. Isso é um processo de eficiência econômica social que é pouco utilizado.

resultados em geração eólica. No Brasil, ainda precisamos avançar. Ainda há muitos desafios para o empreendedor, que deve ser obstinado e quase irracional para não desistir. Também são necessários maiores estímulos regulatórios e econômicos do governo para a geração distribuída, embora seja provável que as dificuldades se amenizem no futuro até mesmo por conta da crise do setor de energia, que poderá acelerar esse processo.

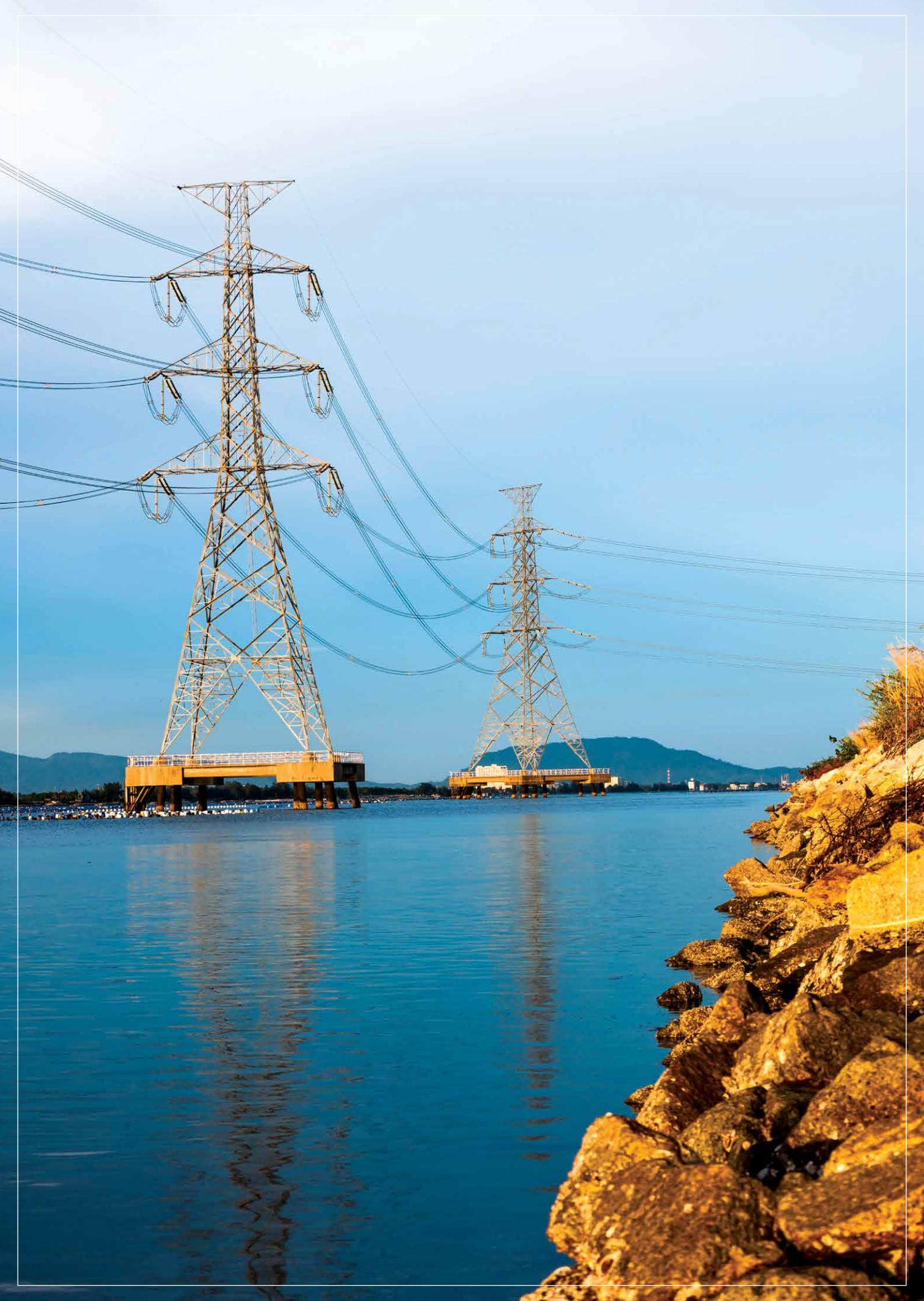
E QUAL PODERIA SER O PAPEL DA EFICIÊNCIA ENERGÉTICA PARA ALIVIAR AS PRESSÕES SOBRE O SETOR DE ENERGIA?

Na crise de 2001, a solução veio pela gestão da demanda. A percepção das pessoas foi rápida, pois reagiram ao sinal econômico: cada unidade de energia (kWh) representava dinheiro. Além disso, a necessidade de economia de energia ficou internalizada. Apenas anos mais tarde a demanda voltou a ser igual aos patamares anteriores. Teve um ganho social, mas infelizmente isso se perdeu. No entanto, o sinal econômico se provou

importante. Agora, depois de anos, vamos iniciar as bandeiras tarifárias. Quando você trabalha na tarifa, deixa claro o sinal econômico para a população e a percepção é positiva. Os atuais casos da escassez de água e da energia são um problema de condução de políticas de recursos naturais. Os sinais econômicos devem estar claros: a energia elétrica não pode baixar num cenário de escassez de recursos hídricos e preço do petróleo não pode se manter num mesmo patamar independentemente das oscilações internacionais.

QUAL O PAPEL DO COMPORTAMENTO DAS PESSOAS?

É necessário atuar na educação das pessoas que pagam a conta. Isso é um processo de eficiência econômica social que é pouco utilizado. Não posso confiar toda eficiência à lâmpada, ao equipamento. O lado social do uso da energia é muito pouco explorado e tem um impacto monumental. Essa gestão de demanda que serve para eletricidade serve para água e para qualquer outro recurso natural que se deseje preservar.



Introdução

O nível de desenvolvimento de um país pode ser avaliado de acordo com a métrica tradicional PIB - ou de maneira mais ampla, incorporando a disponibilidade de recursos naturais³ e outros fatores associados ao bem estar da população - como educação, saúde e mesmo direitos civis⁴. Qualquer que seja a métrica escolhida, no entanto, é importante destacar o acesso da população aos serviços de infraestrutura, como saneamento básico, eletricidade e transportes, bem como aos serviços de educação e saúde.

Assim, o tema “energia” é parte fundamental de qualquer abordagem sobre bem estar e crescimento de um país. Não há como segregar a esfera econômica dos aspectos social e ambiental, pois eles são naturalmente interdependentes.

No entanto, o alinhamento dos três aspectos não é uma tarefa trivial. Há, em diversos países e cidades ao redor do mundo, compromissos sendo assumidos no sentido de reduzir a intensidade de carbono das atividades econômicas, incluindo-se aquelas que dependem de energia⁵.

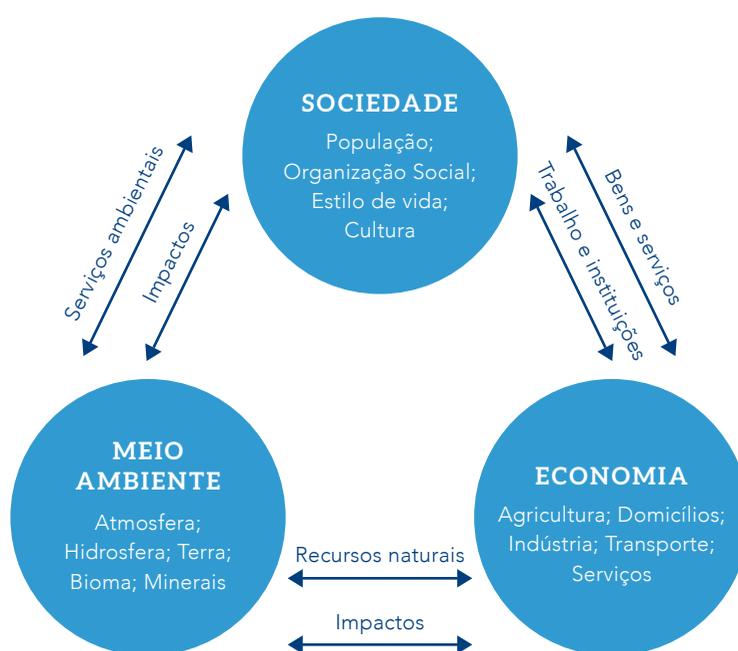
3. Para uma discussão sobre as diferentes formas de aferir progresso, vide Lins (2014) / 4. SEN (1999).

5. Como exemplo de tais iniciativas pode-se citar UNITED NATIONS (2014), “FORESTS: New York Declaration on Forests Action Statements and Action Plans”, que prevê reduzir pela metade o desmatamento no planeta até 2020 e zerá-lo até 2030. Os defensores do acordo pretendem cortar entre 4,5 e 8,8 bilhões de toneladas de carbono por ano até 2030. Outro exemplo é o incentivo às fontes renováveis na Alemanha, com a promulgação em 1991 de lei para reduzir a participação dos combustíveis fósseis na matriz energética e a aprovação em 2000 da Lei das Fontes Renováveis de Energia, que viabiliza a geração distribuída e a comercialização da energia gerada entre produtor e operadoras (<http://www.mudancasclimaticas.andi.org.br/node/1128>).

No Brasil, os desafios na área energética não são poucos. Além de situações emergenciais a serem resolvidas, há questões de mais longo prazo que se apresentam como prioritárias, como a

participação das fontes renováveis na geração, a opção pelo desenvolvimento das reservas na camada do pré-sal e a influência das mudanças climáticas nas escolhas feitas.

FIGURA 1 - INTERDEPENDÊNCIA ENTRE AS DIMENSÕES



Fonte: Elaboração Catavento e FGV Energia, adaptado do Relatório *Branch Points*, elaborado por *Global Scenario Group*, do *Stockholm Environment Institute*.

Se o debate sobre fontes de oferta de energia é abundante, o mesmo não se aplica à demanda, que tem recebido menos atenção dos agentes envolvidos. Neste contexto, é essencial evidenciar condições de mercado, modelos de negócios, tecnologias e outras questões que possam influenciar o comportamento do consumidor,

para melhor entender o papel do gerenciamento da demanda e sua potencial contribuição para o uso eficiente dos recursos energéticos do país.

Este caderno tem por objetivo abordar a temática da energia sob a ótica da sustentabilidade, destacando os dilemas brasileiros encontrados



na oferta de energia e evidenciando a gestão da demanda como um possível ponto de alívio para o alinhamento de aspectos sociais, ambientais e econômicos. O capítulo 2 ilustra a evolução da nossa matriz energética, destacando, sob a perspectiva passada e presente, a participação das fontes tradicionais e renováveis e os principais usos da energia, bem como os impactos

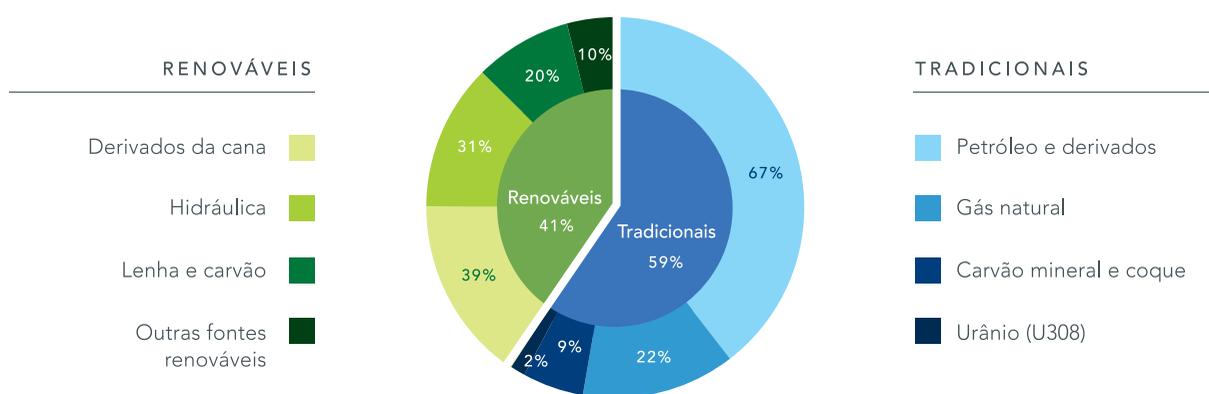
nas emissões de gases de efeito estufa (GEE). No capítulo 3, abordam-se as possibilidades de ampliação da oferta de energia no Brasil, sob a ótica das oportunidades e desafios futuros. Por fim, o capítulo 4 apresenta as condições econômicas, sociais e tecnológicas que fortalecem o papel da sociedade na demanda de energia de forma mais eficiente.



Matriz energética e principais usos da energia

Em 2013, o Brasil possuía a maior parte (59%) da sua oferta interna de energia vinda de fontes tradicionais⁶. No entanto, essa configuração variou historicamente de acordo com os ciclos de crescimento econômico.

GRÁFICO 1 - MATRIZ ENERGÉTICA EM 2013: OFERTA INTERNA



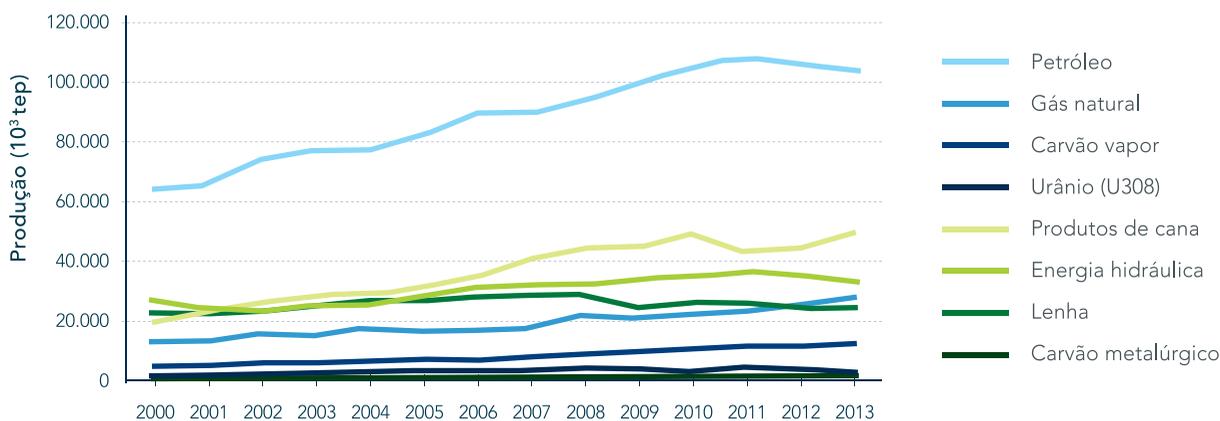
Fonte: Elaboração Catavento e FGV Energia. Adaptado do BEN 2014.

6. Conforme definido no Gráfico 1.

Períodos de intenso desenvolvimento econômico vêm acompanhados de expansão do consumo de energia e, como consequência, faz-se necessário ampliar a oferta energética para suportar o crescimento. Assim, na última

década, petróleo, energia hidráulica e derivados da cana-de-açúcar têm sido as principais fontes energéticas acessadas para apoiar o desenvolvimento do país, conforme atesta o Gráfico 2.

GRÁFICO 2 - PRODUÇÃO INTERNA PRIMÁRIA DE ENERGIA



Fonte: Elaboração Catavento e FGV Energia. Adaptado do BEN 2014.

ÓLEO E GÁS

A produção de petróleo teve um crescimento significativo desde o fim do monopólio estatal, instituído pela Lei nº 9.478/1997. A Petrobras desempenhou papel preponderante nesta trajetória, viabilizando um crescimento de 64% da produção interna de petróleo, que passou de 1,2 milhão de barris por dia para mais de

2 milhões entre 2000 e 2013⁷. Adicionalmente, a abertura do setor foi bem-sucedida em atrair o investimento estrangeiro e viabilizar a instalação de diversas empresas internacionais no segmento de exploração e produção.

Com o objetivo de desenvolver a cadeia de bens e serviços ligados ao setor de petróleo, o governo aumentou o requerimento de conteúdo local

7. ANP. Disponível em: <http://www.anp.gov.br/?pg=64555&m=&t1=&t2=&t3=&t4=&ar=&ps=&cachebust=406655789973>.

para os *players* do setor por meio do PROMINP - Programa de Mobilização da Indústria Nacional de Petróleo e Gás Natural, instituído pelo Decreto nº 4.925/2003. Com isso, a participação deste setor no PIB nacional passou de 3% no ano 2000 para 13% em 2013⁸.

HIDRELÉTRICAS

Historicamente, as hidrelétricas tiveram uma contribuição expressiva na oferta interna de energia. Entre as décadas de 70 e 90, esses empreendimentos eram, em sua maioria, construídos em locais afastados dos grandes centros consumidores e baseados em grandes reservatórios de água. Contudo, as recentes exigências⁹ sociais e ambientais - e mesmo a dificuldade em encontrar novos aproveitamentos hídricos viáveis para projetos de geração - vêm tornando cada vez mais difícil a expansão da matriz energética do país por meio de grandes hidrelétricas. Desta forma, a energia hidrelétrica tem reduzido sua participação na matriz energética, passando de 16% no ano 2000 para 13% em 2013.

DEMAIS FONTES RENOVÁVEIS

As condições climáticas no Brasil favorecem a complementaridade da energia hidráulica com as demais fontes de energias renováveis, como a biomassa, a eólica e a solar¹⁰. O Brasil é o maior produtor mundial de etanol advindo da cana-de-açúcar, em especial devido às inovações tecnológicas, que colocam o país em condições favoráveis para competir no mercado internacional. Este tipo de energia contribuiu com 4,8% da matriz em 2013, sendo o consumo puxado pela popularização dos carros *flex*¹¹ e incentivos governamentais para inserção de biomassa no diesel¹².

Em função de seu caráter intermitente, as fontes eólica e solar são consideradas complementares às fontes de energia tradicionais e às hidrelétricas. Apesar da evolução recente das rodadas de leilão de fontes renováveis, a energia eólica representa apenas 1,1% da oferta interna de energia e 3,2% do fornecimento de eletricidade¹³. Com uma participação ainda mais tímida, a energia solar fotovoltaica res-

8. Portal Brasil. Disponível em: <http://www.brasil.gov.br/economia-e-emprego/2014/06/setor-de-petroleo-e-gas-chega-a-13-do-pib-brasileiro>.

9. Como exemplo das exigências, pode-se destacar o adiamento do Leilão da usina hidrelétrica de São Luiz do Tapajós, no Pará, agendada originalmente para 15 de dezembro de 2014, em virtude da necessidade de adequações aos estudos relativos ao componente indígena.

10. Costa, Prates (2005).

11. O Governo Federal estabeleceu, por meio do Decreto nº 7.725/12, redução na alíquota de IPI – Imposto Sobre Produtos Industrializados - para carros *flex*, em comparação com carros a gasolina. Em alguns estados, como no caso do Rio de Janeiro, o IPVA – O Imposto Sobre a Propriedade de Veículos Automotores -, também é mais baixo para carros *flex* do que para carros movidos exclusivamente por gasolina.

12. A Lei nº 13.033/2014 aumentou o percentual de adição obrigatória de biodiesel ao óleo diesel comercializado com o consumidor final de 5% para 7%.

ponde por apenas 0,01% da energia elétrica gerada no país¹⁴. No entanto, os resultados dos leilões de energia elétrica¹⁵ de 2014 representam sinalização importante para o futuro da participação dessas fontes na matriz.

PRINCIPAIS USOS DE ENERGIA NO BRASIL

A forma como a atividade econômica está estabelecida e se desenvolve tem relação direta com o tipo de fonte de energia consumida e, como consequência, influencia a composição da matriz.

No Brasil, a produção industrial, o transporte de cargas e a mobilidade das pessoas representam 66% do consumo de energia. Em 2013, o setor industrial e o de transporte responderam, respectivamente, por 33,9% e 32,0%¹⁶ do total consumido. O terceiro maior consumidor foram as residências, com 9,1%. O consumo total de energia aumentou 2,9% nesse ano, acompanhando a trajetória do PIB que cresceu 2,3% em 2013.

Em uma perspectiva histórica, os setores industrial e de transporte também foram responsáveis

pela maior parte (51,9%) do aumento do consumo de energia no país entre 2000 e 2013.

O crescimento do consumo de energia no setor industrial foi suportado pelo bagaço da cana-de-açúcar, o que pode ser explicado em parte pelo aumento dos empreendimentos de cogeração¹⁷, que quase triplicaram em termos de potência instalada entre 2000 e 2013¹⁸. Mais recentemente, no entanto, vale ressaltar que o consumo de energia elétrica do setor industrial tem se baseado em uma matriz mais poluente devido ao despacho das termoelétricas, que operam com base na queima de combustíveis. Conforme evidenciado pelo relatório do CDP Brasil de 2014¹⁹, esse efeito já é sentido pelas empresas. Elas relataram aumento de suas emissões de escopo 2 (i.e., emissões indiretas de GEE) entre 2012 e 2013, atribuindo a causa ao aumento do fator de emissão do Sistema Interligado Nacional (SIN), provocado pelo acionamento das termelétricas. Essa informação é ilustrada no Gráfico 3, onde é possível perceber que a quantidade de CO₂ emitida por MWh praticamente triplicou de 2006 a 2013.

13. EPE (2014). BEN 2014. / 14. ANEEL (2014). Capacidade de Geração do Brasil.

15. Ver, por exemplo, resultados do Leilão de Energia de Reserva realizado em 31/10/2014, disponível em [http://www.epe.gov.br/leiloes/Paginas/Leil%C3%A3o%20de%20Energia%20de%20Reserva%20\(2014\)/Leil%C3%A3odeEnergiaDeReserva2014atraiinvestimentosdeR\\$7,1bi.aspx](http://www.epe.gov.br/leiloes/Paginas/Leil%C3%A3o%20de%20Energia%20de%20Reserva%20(2014)/Leil%C3%A3odeEnergiaDeReserva2014atraiinvestimentosdeR$7,1bi.aspx)

16. EPE (2014). Demanda de Energia 2050.

17. International Energy Agency – IEA (2013), World Energy Outlook.

18. SisCogen. Até o ano 2000, havia 4.164 MW de potência instalada devido aos empreendimentos de cogeração. Após o ano 2010, esse número era de 12.016 MW. Disponível em: http://www.cogen.com.br/ind_lista_g.asp.

19. CDP (2014), Conexão entre mudanças climáticas e modelos de negócios: Uma agenda em evolução. Para maiores informações, veja em <http://www.catavento.biz/papers/conexao-entre-mudancas-climaticas-e-modelos-de-negocios-uma-agenda-em-evolucao/>

GRÁFICO 3 - FATOR ANUAL MÉDIO DE EMISSÃO DE GEE ENTRE 2006 E 2013



Fonte: Ministério da Ciência e Tecnologia, arquivos de Fatores de Emissão²⁰.

O preço da segurança energética

Além de provocar aumento das emissões de GEE, a necessidade do despacho das termelétricas para garantir a segurança energética também impacta o preço da tarifa na geração da energia elétrica e, como consequência, onera o bolso do consumidor. O preço da energia é dado pela soma dos custos fixos (determinados em leilão) e os custos variáveis da geração. Enquanto o preço do MWh gerado por hidroelétrica de grande porte é de cerca de R\$ 84,6/MWh, o equivalente em uma usina termoelétrica a biomassa é de cerca de R\$ 814,1/MWh. Já a geração de energia em uma usina termoelétrica a óleo diesel, a fonte mais predominante na geração térmica brasileira, tem o preço de R\$ 507,2/MWh²¹. De acordo com o Banco de Informações de Geração da ANEEL, a composição das fontes das 1.872 usinas termelétricas brasileiras em operação é dominada pelo óleo diesel (62,7%), seguida pela biomassa (25,3%), gás natural (6,5%) e óleo combustível (1,8%).

20. MCT. Disponível em: <http://www.mct.gov.br/index.php/content/view/321144.html#ancora>

21. Dados de preços extraído de Núcleos de Estudos e Pesquisas do Senado: Por que o Brasil está trocando as hidrelétricas e seus reservatórios por energia mais cara e poluente?



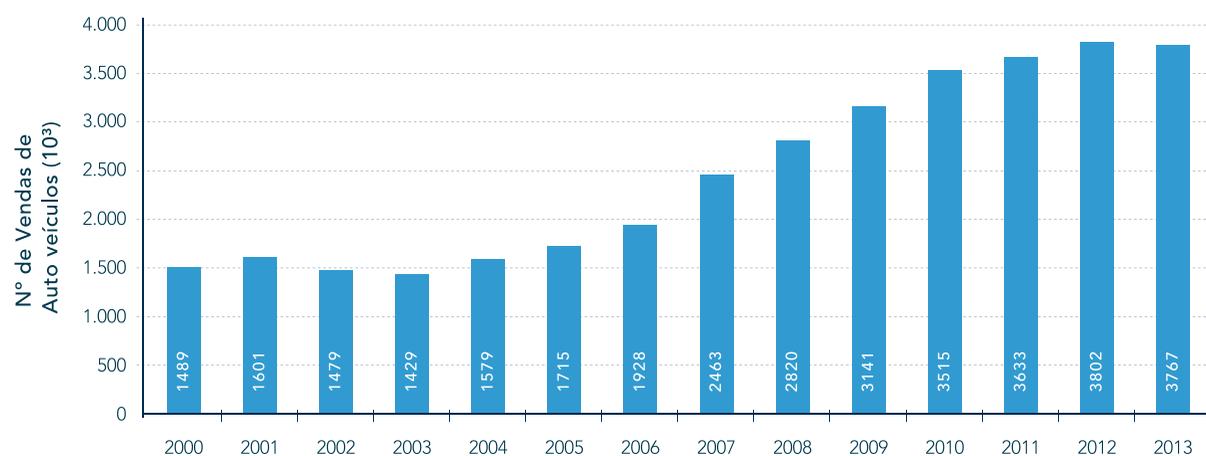
Por sua vez, o transporte rodoviário, maior consumidor de energia dentre os modais de transporte, impulsionou o uso de óleo diesel, gasolina automotiva e etanol. Parte deste aumento é justificado pelos incentivos dados pelo Governo Federal ao segmento de automóveis individuais, como a redução de IPI sobre veículos e a facilitação de crédito ao

consumidor²². O uso do óleo diesel e da gasolina automotiva contribui ainda mais para o acréscimo de emissões de gases de efeito estufa (GEE). Neste contexto, a queima de combustíveis, seja pelo acionamento das termelétricas ou pelo consumo do transporte rodoviário, já representa a maior parte das emissões de GEE no Brasil²³.

22. A política de isenção do Imposto sobre Produtos Industrializados (IPI) para veículos foi estabelecida a partir da Lei nº 10.754/2003. Adicionalmente, para facilitar o crédito para o financiamento de veículos, o Governo Federal estipulou, no segundo semestre de 2014, a adoção de medidas que combinam injeção de recursos no sistema bancário e afrouxamento dos controles para a concessão de empréstimos.

23. Historicamente, as maiores fontes de emissões no Brasil foram atribuídas ao desmatamento. No entanto, como resultado das políticas de combate ao desmatamento, as emissões oriundas do uso da terra declinaram a partir de 2004, fazendo com que, já em 2009 fossem suplantadas pelas emissões do setor de energia (queima de combustíveis) e da agropecuária. Todavia, a taxa de desmatamento na Amazônia Legal voltou a crescer recentemente, conforme resultado do mapeamento do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), que mostrou aumento de 29% para o período agosto/2012 a julho/2013 (<http://www.obt.inpe.br/prodes/index.php>).

GRÁFICO 4 - VENDAS DE AUTO VEÍCULOS NO BRASIL DE 2000 A 2013



Fonte: Elaboração Catavento e FGV Energia a partir de dados da ANFAVEA²⁴.

De modo menos expressivo, o consumo residencial de energia cresceu 14,7% entre 2000 e 2013. Neste período, verificou-se uma substituição da lenha pela eletricidade, fruto do programa de universalização da energia, instituído pela Lei nº 10.762/2002²⁵.

As principais fontes de energia consumidas pelos setores industrial, de transporte e residencial não se distribuem de maneira uniforme. O primeiro demonstra maior diversidade no uso das fontes, equilibrando o consumo

de fontes renováveis e tradicionais. Já o setor de transportes é mais dependente de fontes menos limpas, utilizando apenas 17% de renováveis. No sentido oposto, o consumo residencial tem contribuição expressiva no uso de fontes renováveis, como pode ser verificado no Gráfico 5. Desse modo, fica evidente que o direcionamento das políticas públicas para um ou outro setor pode influenciar a composição de nossa matriz, ampliando ou reduzindo a participação da energia renovável.

24. Disponível em: <http://www.anfavea.com.br/tabelas.html>.

25. Para maiores informações, veja em <https://www.google.com.br/webhp?sourceid=chrome-instant&ion=1&espv=2&ie=UTF-8#q=universaliza%C3%A7%C3%A3o%20do%20acesso%20%C3%A0%20energia%20el%C3%A9trica>

GRÁFICO 5 - PERFIL DO CONSUMO DE ENERGIA NO BRASIL

Consumo final total de energia em 2013 (Mtep)

260,2

Três setores com maior consumo de energia	INDUSTRIAL	TRANSPORTE	RESIDENCIAL
Consumo em 2013 (Mtep)	88,3	83,2	23,7
% em relação ao total	33,9	32,0	9,1
Principais fontes de energia por setor	<ul style="list-style-type: none"> ■ Eletricidade ■ Bagaço de cana ■ Carvão mineral ■ Gás natural ■ Outros 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Óleo Diesel ■ Gasolina ■ Etanol ■ Querosene de avião ■ Outros 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Eletricidade ■ Lenha ■ GLP ■ Gás natural ■ Outros
% de fontes Renováveis	56	17	62
Aumento de consumo desde 2000 (%)	80,0	45,6	14,7

Fonte: Elaboração Catavento e FGV Energia. Adaptado do BEN 2014.

É fundamental buscar iniciativas que valorizem o gerenciamento da demanda e a eficiência energética como instrumentos inovadores e importantes para mitigar os impactos nas emissões de GEE.

Tendo em vista o caráter de longo prazo dos investimentos em energia, é importante ter em mente que as escolhas atuais quanto ao perfil da expansão da oferta e ao uso final terão consequências sobre o nível futuro de emissões de GEE associadas ao setor. Conforme abordado nesse capítulo, as evoluções recentes associadas a uma matriz energética menos renovável têm sinalizado esse impacto, ilustrado pelo aumento das emissões. Com isso, torna-se

relevante estabelecer uma estratégia clara de expansão da matriz energética, definindo o papel das fontes tradicionais e renováveis e levando em conta os *tradeoffs* apresentados pelas diferentes opções. Da mesma forma, é fundamental buscar iniciativas que valorizem o gerenciamento da demanda e a eficiência energética como instrumentos inovadores e importantes para mitigar os impactos nas emissões de GEE.



Os dilemas na expansão da oferta

O Plano Nacional de Energia (PNE) 2030 prevê um incremento da oferta interna de energia no Brasil de 3,6% ao ano até 2020 e de 3,4% entre 2020 e 2030. Neste horizonte, o PNE sinaliza uma participação mais expressiva de fontes renováveis e de gás natural, considerado o mais limpo dentre os combustíveis fósseis, conforme pode ser visto no Gráfico 6.

Entretanto, ainda há questões e impasses a serem endereçados no setor energético para que as expectativas delineadas no planejamento se confirmem de fato.

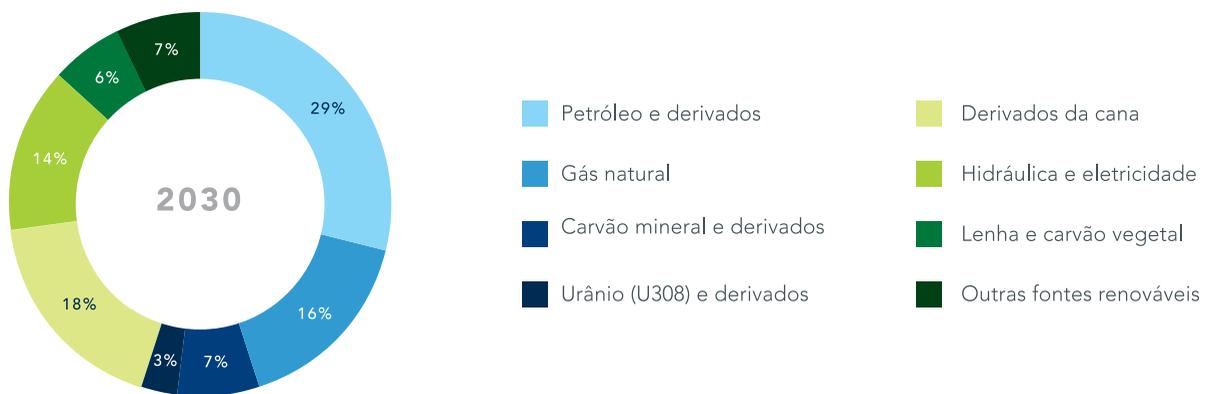
De modo geral, a formação da oferta de energia deve considerar a diversidade e a disponibilidade de recursos, além das possibilidades tecnológicas, para que se estabeleça a proporção de participação de cada fonte e sua contribuição

à expansão da geração ao longo das próximas décadas. No entanto, o debate sobre a expansão da oferta de energia deve ser feito a partir do entendimento claro dos custos e dos benefícios envolvidos na opção por cada fonte de energia. Afinal, o que o país quer alcançar do ponto de vista da política energética com a ampliação da oferta? Segurança energética ou redução nos níveis de emissão de GEE? Modicidade tarifária ou atração de investimentos? Apenas a partir da

compreensão de tais escolhas pela sociedade é que será possível traçar uma estratégia adequada e consciente para a expansão da matriz. Partindo

dessa premissa, esse capítulo pretende destacar, sob a ótica da oferta, os principais dilemas do setor energético no Brasil.

GRÁFICO 6: OFERTA INTERNA DE ENERGIA PARA 2030



Fonte: Adaptado do PNE 2030.

O debate em torno das mudanças climáticas torna essa discussão ainda mais relevante, uma vez que o aumento da demanda global afeta diretamente a capacidade mundial de prover energia para 9 bilhões de pessoas em 2050. Assim, impõe-se, em cada país, uma reflexão sobre as opções energéticas do presente e do futuro à luz das recomendações científicas do Painel Intergo-

vernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC - *Intergovernmental Panel on Climate Change*) de limitar-se a emissão de GEE²⁶.

No Brasil, os dilemas existentes em termos de oferta de energia não são poucos. Dentre os desafios a serem debatidos pela sociedade brasileira, destacamos:

26. O relatório mais recente do IPCC, publicado em novembro de 2014, *Climate Change 2014 – Synthesis Report*, recomenda o fim do uso de combustíveis fósseis até 2100 como uma medida crucial para conter os impactos negativos das mudanças climáticas. Disponível em: http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/syr/SYR_AR5_LONGERREPORT.pdf.

DESAFIOS PARA A EXPANSÃO DA OFERTA



Como e onde expandir a geração hidrelétrica?



Como impulsionar de forma mais efetiva a penetração de fontes renováveis?



Como garantir o desenvolvimento seguro, do ponto de vista tecnológico e ambiental, das reservas do pré-sal?



Como assegurar o desenvolvimento da oferta de gás natural em função das peculiaridades do mercado brasileiro?



De que forma impulsionar o mercado de etanol, com foco na tecnologia para a segunda geração?

Nas seções a seguir, apresentaremos cada um dos dilemas acima em maiores detalhes.

COMO, E ONDE, EXPANDIR A GERAÇÃO HIDRELÉTRICA?

A matriz elétrica nacional, apesar de ser considerada limpa por ser concentrada em hidroeletricidade, sofre o ônus de ser um sistema pouco diversificado, acentuado no contexto de mudanças climáticas com impactos representativos nos ciclos hidrológicos.

Uma das grandes questões discutidas acerca da hidroeletricidade na atualidade é a opção entre usinas com grandes reservatórios e usinas

a fio d'água. As primeiras permitem o acúmulo de água, que funcionam como estoques de energia a serem utilizados em períodos de estiagem²⁷. Já as unidades a fio d'água aproveitam o curso do rio para gerar energia, utilizando pouco ou nenhum acúmulo de recurso hídrico. Em alguns casos, as usinas a fio d'água trabalham em associação com uma ou mais usinas de grande reservatório situadas a montante, de modo a garantir geração de energia elétrica constante. Para os casos em que não há trabalho conjunto com usinas de grande reservatório, a usina a fio d'água fica sujeita a oscilações na geração de energia ao longo do ano, o que diminui a sua capacidade de armazenar energia sob a forma de água e, assim, contribuir para a segurança energética.

27. ANEEL. Informação retirada do Capítulo 3 - Energia Hidráulica - da Parte II - Energias Renováveis do Atlas de Energia Elétrica do Brasil. Disponível em: http://www.aneel.gov.br/arquivos/PDF/atlas_par2_cap3.pdf.

Usinas de grande porte e pequenas centrais hidrelétricas - PCHs

A usina de Belo Monte é um bom símbolo do ponto de inflexão da tendência da construção de grandes reservatórios. Os primeiros estudos para a construção da usina iniciaram-se em 1979 e demonstraram a viabilidade técnica da construção de cinco barragens ao longo do Rio Xingu. Entretanto, após os visíveis impactos da construção de Itaipu, como o reassentamento de pessoas e o alagamento do Parque Nacional das Sete Quedas, houve maior pressão política e social sobre empreendimentos deste porte. Com isso, o projeto arrastou-se até 2010, ano em que a Licença de Instalação foi liberada pelo IBAMA, admitindo a construção da usina, porém apenas operando a fio d'água.

Diante disso, buscando aproveitar-se de liberação mais fácil de licenças de instalação, proliferaram as construções de Pequenas Centrais Hidrelétricas (PCHs) que podem operar via pequenos reservatórios ou a fio d'água. A crença era que essas usinas teriam menor impacto ambiental e social. Se, por um lado, os impactos são menos visíveis, por outro, tais centrais proporcionam uma drástica redução da capacidade de armazenamento de água para produção de energia. Em 2014, as PCHs representam 3,6% da geração²⁸ de energia elétrica do país²⁹, ao passo que as grandes usinas ainda contribuem com 63,1%.

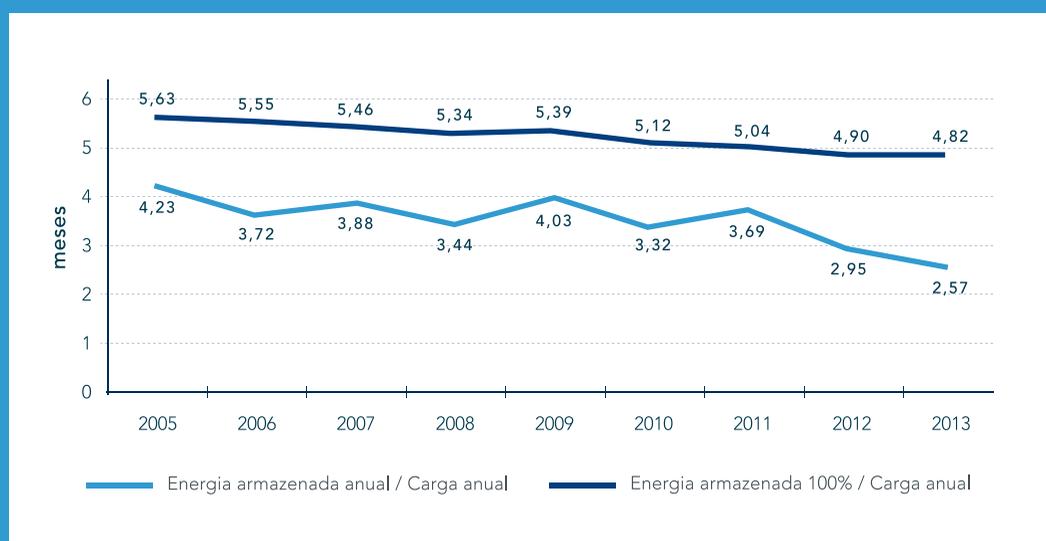
Neste contexto, a capacidade de armazenamento de energia com os reservatórios vem caindo ao longo dos anos. É possível perceber, no Gráfico 7 que, mesmo que os reservatórios estivessem completamente abastecidos, ainda assim haveria uma redução do armazenamento ao longo dos anos.

CONTINUA ►

28. A geração mencionada é referente à Potência Fiscalizada. Segundo a ANEEL, a Potência Fiscalizada corresponde àquela considerada a partir da operação comercial realizada pela primeira unidade geradora.

29. ANEEL (2014). Banco de Informações de Geração.

GRÁFICO 7 - CAPACIDADE DE ARMAZENAMENTO DOS RESERVATÓRIOS, EM MESES



Fonte: ONS

Nesse cenário, a construção de usinas hidrelétricas a fio d'água aumenta o desafio de gerenciar o sistema elétrico e, conseqüentemente, amplia a necessidade de expansão de térmicas como forma de garantir a segurança do fornecimento, ainda que comprometa os níveis de emissões de GEE. A importância desse dilema tem gerado um grande debate no país, tendo em vista a existência de recentes projetos hidrelétricos a fio d'água, como Jirau e Santo Antônio, no rio Madeira,

Belo Monte, no rio Xingu, e São Luiz do Tapajós, no rio Tapajós, todos na região amazônica.

A opção por grandes reservatórios, por outro lado, não é sem custos. Há uma série de conseqüências de ordem ambiental e social no alagamento de grandes extensões de terra, com impacto principalmente nas populações locais. Tais externalidades devem ser consideradas na decisão.

POTENCIAIS IMPACTOS DOS GRANDES RESERVATÓRIOS



A formação de um reservatório afeta a fauna e flora locais, de modo que, com o alagamento, muitas espécies ficam submersas.



Necessidade de realocação de populações ribeirinhas, indígenas, quilombolas e outras comunidades locais afetadas.



Alteração da dinâmica econômica local, não só durante a construção das barragens, mas também nos períodos anterior e posterior a ela.



Os reservatórios apresentam estratificação térmica, com ausência de oxigênio no fundo, o que resulta, via decomposição anaeróbia de matéria orgânica, em liberação de metano nesta zona. Este, por sua vez, apresenta potencial de aquecimento global 21 vezes superior ao gás carbônico.



Alterações na morfologia dos sistemas terrestres, através do aumento da erosão e da salinidade dos solos.



A interrupção do fluxo normal do curso d'água pode provocar mudanças na temperatura e na composição química da água, com consequências diretas na sua qualidade.



O represamento de águas pode provocar diversas enfermidades endêmicas, colocando em risco as comunidades vizinhas à usina.

Neste contexto, a exploração do potencial hídrico da região amazônica suscita intenso debate em âmbito nacional e internacional, influenciando inclusive sua capacidade de financiamento. A International Finance Corporation (IFC), braço privado do Banco Mundial, por exemplo, classifica tais empreendimentos como de alto impacto socioambiental e determina avaliações que levem em conta a capacidade de mitigá-lo. Entre outros pontos, tais avaliações englobam a habilidade

das empresas em realizar gestão de risco socioambiental, as condições de trabalho nos empreendimentos, a conservação da biodiversidade, a realocação involuntária das comunidades locais e as ameaças à herança cultural. A incorporação de uma avaliação socioambiental para determinar o nível de risco de um empreendimento é hoje considerada uma boa prática por parte dos principais atores do mercado financeiro, sejam bancos financiadores ou investidores³⁰.

Uso múltiplo da água

Não menos importante, o gerenciamento dos recursos hídricos de maneira adequada vem sendo objeto de grande debate, em função da redução dos níveis dos reservatórios disponíveis para a geração de energia e da escassez de água para outros usos. Adicionalmente, os impactos citados acima, de caráter ambiental, social e econômico, podem modificar a dinâmica natural do ecossistema e constituem fatores determinantes do processo de deterioração da qualidade e da disponibilidade da água, o que vem a gerar conflitos quanto ao uso deste recurso.

Os impactos e conflitos poderiam ser minimizados levando-se em conta o conceito de uso múltiplo da água dos reservatórios. De acordo com a Lei nº 9.433/97, a qual institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, a gestão dos recursos hídricos deve sempre proporcionar o uso múltiplo das águas, o que favorece igualdade de acesso pelos diversos setores da economia. Contudo, em situações de escassez hídrica, os usos prioritários são o consumo humano e a dessedentação animal.

No caso de usinas com grandes reservatórios, o uso múltiplo da água pode se dar, por exemplo, para abastecimento urbano, irrigação, navegação fluvial, recreação e regularização de enchentes. Alguns dos benefícios socioeconômicos gerados a partir do uso múltiplo de reservatórios podem ser expressos quantitativamente pelas receitas líquidas anuais obtidas pelos usos determinados e pelos empregos, diretos e indiretos, criados a partir dos projetos implantados [Oliveira, Catão Curi e Fadlo Curi (1999)].

As desvantagens do uso múltiplo e integrado dos recursos hídricos, por outro lado, são de caráter gerencial, o que exige o estabelecimento de mecanismos de governança técnicos e eficientes, que busquem a convergência de interesses e uma melhor utilização do recurso.

30. Os principais bancos brasileiros são signatários dos Princípios do Equador, comprometendo-se a adotar práticas de avaliação socioambiental na análise de concessão de financiamento para empreendimentos de grande porte. Para maiores detalhes, consulte <http://www.equator-principles.com/>

Tais questões são complexas e delicadas, pois há necessidade de se contemplar os aspectos diretamente ligados à geração de energia limpa sem deixar de levar em conta as externalidades sociais e ambientais, bem como os aspectos afetos ao uso múltiplo dos recursos hídricos. Neste contexto, a legislação brasileira dispõe de um instrumento de participação da sociedade que pode ser usado a serviço do consenso, ou pelo menos do consentimento – as audiências públicas. A utilização efetiva desse mecanismo participativo tende a aumentar o tempo para o início de um projeto, em virtude da necessidade de composição com diversos agentes. Estabelecido o consenso e

o consentimento, a execução do projeto pode ocorrer com menos sobressaltos, levando a menores atrasos nas entregas das obras.

COMO IMPULSIONAR DE FORMA MAIS EFETIVA A PENETRAÇÃO DE FONTES RENOVÁVEIS?

Apesar da recente redução na participação de fontes renováveis na matriz brasileira, resultante da queda na geração hidrelétrica, o Plano Nacional de Energia 2030 (PNE 2030) aponta reversão dessa tendência a partir de 2010. Esse ainda não é o cenário que se instala no país, haja vista a recente redução na participação das renováveis em 2013 para 41%³¹.



31. EPE (2014). BEN 2014.

A discussão sobre as fontes renováveis passa, necessariamente, pelo debate sobre segurança energética do país, uma vez que essas são fontes intermitentes, em particular no caso das fontes eólica e solar fotovoltaica. Contudo, vale destacar que fontes renováveis podem apresentar complementaridade entre si, tanto ao longo do ano como nos períodos do dia. Tal complementaridade pode ser verificada, por exemplo, em parques eólicos com regime de ventos majoritariamente noturno, deixando a rede ociosa durante o dia, período em que há possibilidade de geração solar³².

O potencial técnico de geração das fontes renováveis é expressivo no Brasil, uma vez que o país é privilegiado com abundância de recursos naturais, como intensa radiação solar e regime de ventos favorável, em especial na região Nordeste e Sul. No entanto, a viabilização econômica de projetos de geração eólica e, principalmente, fotovoltaica ainda tem importantes nós a serem desatados.

Nesse sentido, o governo já vem definindo o preço teto nos leilões de geração eólica e solar em patamares mais elevados, com o objetivo de atrair projetos. No Leilão de Reserva de 31 de outubro de 2014, por exemplo³³, foram contratados 31 empreendimentos de energia solar e 31

de energia eólica, com 889,6 MW e 769,1 MW de capacidade instalada total, respectivamente.

O acesso a financiamento também representa importante barreira a ser superada para o desenvolvimento da geração por fontes renováveis. Estudo da ONG WWF³⁴ sinaliza que recursos adicionais devem ser empregados na geração, desenvolvimento e inovação para tecnologias ainda em estágio inicial de difusão, como é o caso dessas fontes no Brasil. Para esse fim, o Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES) estabeleceu, desde 2006³⁵, uma política de financiamento para esse tipo de empreendimento de geração.

Em paralelo, o Governo Federal também tem tentado estimular o desenvolvimento de uma cadeia local de fornecedores, por meio de políticas de conteúdo local. Isso se dá pela via de concessão condicional de crédito, por parte do BNDES, para projetos de geração por essas fontes, de modo que o crédito só é concedido caso o vencedor se comprometa com uma contrapartida de conteúdo local na produção. Deve-se observar, contudo, que a política de conteúdo local pode vir a atuar como uma possível barreira à velocidade de expansão da fonte na matriz energética.

32. Macêdo, Pinho (2002). ASES: programa para análise de sistemas eólicos e solares fotovoltaicos. Para maiores informações, vide http://www.cogen.com.br/workshop/2012/Abeolica_Tiago%20Ferreira_Forum_CanalEnergia_Cogen_12_Abril_2012.pdf

33. Maiores informações disponíveis em [http://www.epe.gov.br/leiloes/Paginas/Leilão%20de%20Energia%20de%20Reserva%20\(2014\)/LeilãodeEnergiaDeReserva2014atraiinvestimentosdeR\\$7,1bi.aspx](http://www.epe.gov.br/leiloes/Paginas/Leilão%20de%20Energia%20de%20Reserva%20(2014)/LeilãodeEnergiaDeReserva2014atraiinvestimentosdeR$7,1bi.aspx)

34. WWF (2012). Além de Grandes Hidrelétricas: políticas para fontes renováveis de energia elétrica no Brasil.

35. O BNDES em 2006 reativou o Fundo Tecnológico (Funtec) voltado à concessão de recursos não reembolsáveis para o desenvolvimento de energia renováveis, assim como, semicondutores, medicamentos, dentre outros. Disponível em: <http://www.ipea.gov.br/agencia/images/stories/PDFs/livros/capitulo10.pdf>.

QUAIS SÃO OS DESAFIOS PARA GARANTIR O DESENVOLVIMENTO SEGURO, DO PONTO DE VISTA TECNOLÓGICO E AMBIENTAL, DAS RESERVAS DO PRÉ-SAL?

A possibilidade de expansão da oferta no setor de óleo e gás encontra-se em estágio mais avançado, a julgar pelo nível de investimentos e alocação de recursos no setor. O Brasil tem o potencial de expandir suas reservas em 55 bilhões de barris de óleo equivalente³⁶ (bboe), em virtude da exploração das reservas do pré-sal³⁷. Tal expansão levaria o país, em 2020, à posição de oitava nação no *ranking* de reservas mundiais de petróleo. De acordo com projeções do PNE 2030, a produção de petróleo deverá atingir 2,96 milhões de barris por dia em 2020, mantendo-se neste patamar até 2030, como reflexo da política contínua de investimento em exploração e produção. Já a produção de derivados de petróleo deverá atingir 3,66 milhões de barris por dia, em função da expansão da capacidade de refino para atender à demanda interna.

A exploração das reservas do pré-sal está inserida ainda em um contexto de pressão crescente quanto às emissões de GEE associadas ao uso de combustíveis fósseis. Há uma expectativa crescente de que as negociações da COP21³⁸

O Brasil tem o potencial de expandir suas reservas em 55 bilhões de barris de óleo equivalente (bboe), em virtude da exploração das reservas do pré-sal.

em Paris, em 2015, incluam países como China, Índia e Brasil na lista daqueles submetidos a restrições de emissões. Neste cenário, o setor de óleo e gás no Brasil pode sofrer um custo adicional e ter seu desenvolvimento nos moldes tradicionais questionado pela sociedade civil. Os resultados da rodada preliminar de negociações de clima, na COP20 em Lima, em dezembro de 2014³⁹, serão um importante sinalizador das políticas climáticas que poderão ser estabelecidas em Paris⁴⁰.

36. Normalmente usado para expressar volumes de petróleo e gás natural na mesma unidade de medida (barris) pela conversão do gás à taxa de 1.000 m³ de gás para 1 m³ de petróleo.

37. PwC (2013). *The Brazilian Oil and Gas Industry*.

38. COP21 (21ª Conferência das Partes da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima)

39. COP 20 (20ª Conferência das Partes da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima)

40. As negociações climáticas entre Estados Unidos e China, anunciadas em novembro de 2014, confirmam as expectativas de redução de emissão de GEE por parte dos maiores emissores globais.

Adicionalmente, a eventual precificação de carbono pode representar um aumento de custo significativo na exploração de reservas, com impacto direto no seu desenvolvimento. Há hoje, na esfera internacional, uma pressão crescente de investidores para a venda de ativos expostos a combustíveis fósseis⁴¹ ou, ao menos, para fazer com que as empresas internacionais de petróleo revelem o impacto de uma possível taxaço de carbono no valor de suas reservas⁴².

Por outro lado, diversos países têm adotado políticas favoráveis a algum tipo de restrição às emissões de GEE, tais como mercados de *cap and trade*⁴³ e a própria taxaço de carbono. Em setembro de 2014, o Chile aprovou uma

regulamentação⁴⁴ para taxar a emissão de dióxido de carbono, tornando-se o primeiro país da América do Sul a adotar tal medida.

Além dos desafios tecnológicos peculiares à exploração do pré-sal, que encontra-se em lâminas d'água profundas e ultra-profundas, há uma expectativa de uma regulação ambiental mais restritiva, acompanhando a tendência mundial pós-Macondo⁴⁵. Na prática, isso significará mais recursos e tecnologia alocados a aspectos ligados à segurança operacional, melhor capacidade de resposta no caso de acidente e maior concertação entre operadores e órgãos licenciadores. Tudo isso em um cenário atual de preços de petróleo em queda.

-
41. Investidores como a família Rockefeller e o fundo da Universidade de Stanford anunciaram, recentemente, a intenção de vender ativos com alta exposição a combustíveis fósseis, como um sinal de contribuição ao combate ao aquecimento global. Veja em <http://www.theguardian.com/environment/2014/sep/22/rockefeller-heirs-divest-fossil-fuels-climate-change> e <http://news.stanford.edu/news/2014/may/divest-coal-trustees-050714.html>
42. Há na comunidade financeira internacional um debate em torno do impacto de eventuais restrições sobre emissões com relação ao valor de mercado de empresas com ativos ainda a serem explorados. Empresas como a Shell e a Exxon já se posicionaram publicamente quanto a este debate. Veja em <http://www.carbontracker.org/report/responding-to-shell-an-analytical-perspective/> e <http://s02.static-shell.com/content/dam/shell-new/local/corporate/corporate/downloads/pdf/investor/presentations/2014/sri-web-response-climate-change-may14.pdf>
43. A Comissão Europeia lançou em janeiro de 2014 o Pacote Clima e Energia 2030, o qual inclui metas, como, redução de 40% das emissões de GEE abaixo do nível de 1990 e o mínimo de participação de fontes renováveis na matriz energética em 27%.
44. Regulamentação disposta na Lei nº 20.780/2014 que vem a estabelecer uma série de pontos para a reforma tributária do país. Dentre os temas abordados, têm-se as regras para cobrança de imposto sobre a emissão de CO₂.
45. O acidente, ocorrido em abril de 2010 no Golfo do México, se deu quando a torre petrolífera *Deepwater Horizon* perfurava um poço no Canion do Mississippi, bloco 252, conhecido como Macondo. Por falhas técnicas associadas à cimentação do poço houve uma explosão. O conseqüente derramamento de petróleo de 4,9 milhões de barris resultou em graves impactos à flora e fauna locais, além de danos financeiros e de imagem para a operadora do campo, a BP (http://www.bbc.co.uk/portuguese/noticias/2010/08/100802_vazamento_bp_ac.shtml).

COMO ASSEGURAR O DESENVOLVIMENTO DA OFERTA DE GÁS NATURAL EM FUNÇÃO DAS PECULIARIDADES DO MERCADO BRASILEIRO?

Em relação ao gás natural, o PNE sinaliza que a produção total deve superar 250 milhões de m³ por dia em 2030, o que resultará em um aumento percentual da sua participação na matriz energética brasileira, passando para 16% em 2030. A produção brasileira atual de gás natural é de cerca de 80 milhões de m³/dia - incluindo queima, reinjeção e o gás utilizado internamente pela Petrobras nas plataformas e refinarias (30 a 40 milhões de m³/dia). Isso significa que a produção de gás deverá mais do que triplicar até 2030. A viabilização desse cenário, no entanto, depende de diversos obstáculos a serem superados pelo setor de gás no Brasil.

Um aspecto importante da produção nacional de gás é que ela vem associada ao óleo produzido *offshore*, predominantemente pela Petrobras. Espera-se, portanto, que uma parte dessa oferta futura venha da produção associada de óleo e gás na camada pré-sal⁴⁶. Com isso, além dos dilemas enfrentados pela viabilização da produção no pré-sal, destacado acima, a produção de gás nessas áreas precisará enfrentar obstáculos adicionais. Por um lado, ainda há muita incerteza com relação ao volume de gás que será produzido no pré-sal. Por outro, parte dessa produção

deverá ser utilizada pela própria Petrobras nas plataformas para viabilizar o seu funcionamento e a produção de óleo, o que aumenta ainda mais a incerteza sobre qual o volume de gás estará efetivamente disponível para o mercado nacional.

Ainda com relação à produção do pré-sal – e à produção *offshore* de modo geral – há dificuldades a serem enfrentadas quanto ao escoamento dessa produção. Como os dutos são da Petrobras⁴⁷ e não há garantia de livre acesso para as demais produtoras, praticamente a totalidade do gás produzido *offshore* acaba sendo escoado pela estatal brasileira. No caso do pré-sal, as áreas de produção ficam distantes da costa (cerca de 300 km, no caso do campo de Libra), acentuando a necessidade de definição quanto ao escoamento do gás produzido.

No caso da produção em terra, o volume atual é de cerca de um quarto do total nacional. O desenvolvimento dessa produção esbarra, principalmente, na baixa penetração da malha de gasodutos de transporte, concentrada na costa do país e de propriedade da Petrobras⁴⁸. As questões fiscais e regulatórias também são barreiras importantes e, além disso, as empresas que atuam na produção de gás *onshore* sinalizam que há dificuldades em obter financiamento para suas atividades, além de citarem a necessidade de adequação das regras regulatórias.

46. Petrobras (2014). Plano Estratégico Petrobras 2030.

47. Segundo o artigo 45 da Lei do Gás, nº 11.909/2009, os gasodutos de escoamento da produção não estão obrigados a permitir o acesso de terceiros.

48. A Lei do Gás, Lei nº 11.909/2009, em seu artigo 32 assegura o livre acesso de terceiros aos gasodutos de transporte.



Finalmente, devido aos custos de investimento na rede de gasodutos, o desenvolvimento da produção de gás em geral pressupõe o estabelecimento de um mercado âncora. O atual mercado de gás no Brasil é de cerca de 100 milhões de m³/dia, considerando-se o nível de despacho das termelétricas. A diferença entre a produção nacional é suprida através da importação de gás da Bolívia ou de GNL. No entanto, em períodos hidrológicos favoráveis, em que as térmicas não são despachadas, o mercado nacional é atendido através da produção local e do contrato de importação com a Bolívia – sem a necessidade de importação de GNL. Isso significa que boa parte do mercado brasileiro de gás é intermitente, o que dificulta que se garanta uma oferta capaz de

viabilizar o investimento em transporte. Uma alternativa seria despachar as térmicas a gás na base – e não apenas em períodos secos – de modo a minimizar o caráter intermitente do mercado.

DE QUE FORMA IMPULSIONAR O MERCADO DE ETANOL, COM FOCO NA TECNOLOGIA PARA A CHAMADA SEGUNDA GERAÇÃO?

Outro destaque em termos de perspectivas futuras de participação na oferta de energia nacional é o setor sucroenergético. O PNE 2030 prevê que a cana-de-açúcar e seus derivados passem a ser a segunda fonte de energia mais importante da matriz energética brasileira, com 18% de participação, inferior apenas ao petróleo e seus derivados⁴⁹.

49. EPE (2008). PNE 2030.

Um ponto que merece atenção é a projeção de crescimento da demanda do etanol. Atualmente, o etanol apresenta expressiva participação em virtude de aumento da demanda, resultado da sua inserção na matriz por meio da adição à gasolina e do consumo na frota de veículos a

álcool hidratado e *flex fuel*. Adicionalmente, a oferta de etanol tende a crescer com o desenvolvimento de usinas de segunda geração, as quais produzem etanol celulósico⁵⁰, combustível considerado uma alternativa mais sustentável e eficiente energeticamente.

Etanol Celulósico: sustentável e eficiente

O etanol celulósico produzido a partir da palha e do bagaço da cana-de-açúcar tem grande potencial de crescimento, uma vez que não depende da produção de alimentos para sua industrialização nem da expansão da área plantada de cana-de-açúcar, mas sim do reaproveitamento dos resíduos da produção de etanol e açúcar. Dessa forma, o processo de geração é expressivamente mais eficiente que o das usinas de primeira geração, pois, além de aumentar a eficiência de custos da cadeia, melhora a utilização do potencial energético da cana. Assim, almeja-se que as usinas de segunda geração mudem a dinâmica do mercado, representando uma oportunidade de diferencial competitivo.

A competitividade da cana-de-açúcar para fins energéticos é o principal fator motivador da expansão expressiva da produção de etanol, inclusive com excedentes para exportação. Cabe destacar a conquista do etanol brasileiro em fevereiro de 2010, quando a Agência Americana de Proteção Ambiental (EPA) classificou

o etanol advindo da cana-de-açúcar como um combustível avançado⁵¹, que reduz a emissão de dióxido de carbono em 61% comparado à gasolina, alavancando o mercado para o etanol brasileiro. Assim, espera-se um aumento da produção dos demais derivados da cana-de-açúcar, em especial da biomassa.

50. Em setembro de 2014, começou a operar em Alagoas a primeira usina de etanol celulósico, de segunda geração do Brasil, do grupo GraalBio.

51. O etanol produzido nos Estados Unidos da América a partir do milho é capaz de reduzir as emissões de CO₂ em 20% quando comparado à gasolina, sendo, portanto, menos eficiente que o etanol da cana-de-açúcar.

Nesse contexto, o progresso deste setor pode representar um movimento estratégico na transição para uma economia de baixo carbono. Faz-se necessária a elaboração de incentivos para alocação de recursos em pesquisa e desenvolvimento nas empresas, universidades e entidades setoriais,

no intuito de impulsionar o etanol de segunda geração. De outro lado, o papel do governo, com a correta precificação da gasolina perante o etanol, é uma condição fundamental para que este combustível seja uma escolha natural dos consumidores.

O papel da política energética e do planejamento integrado no enfrentamento desses dilemas

A política energética deve ser capaz de traduzir as escolhas de longo prazo mais relevantes para o crescimento do país – quaisquer que sejam elas – oferecendo diretrizes fundamentais para nortear os investimentos e a alocação de recursos para o desenvolvimento do setor energético. Por seu caráter de longo prazo, é importante que reflita um pensamento de Estado, imune às oscilações de governos e que garanta segurança aos investidores, empresários e consumidores. As diretrizes devem estar alinhadas com os desejos da sociedade e contemplar questões nas esferas social, ambiental e econômica.

Para evitar eventuais pontos conflitantes entre a política energética e outras políticas setoriais, o debate entre os atores deve ser estimulado, de modo a evidenciar as externalidades de cada decisão e acordar os ganhos e perdas de cada uma delas. Desse modo, questões como disponibilidade e qualidade da água, oferta de alimentos, emissões de GEE, matriz de transporte, entre outras questões, poderão integrar-se aos objetivos estratégicos do país. Nesse sentido, o planejamento energético, que obedece às diretrizes de política, deve caminhar para uma convergência com o planejamento de outros setores estratégicos.



O papel da demanda por energia

“Há uma fonte de energia fundamental que as pessoas em geral desconsideram. Às vezes, é conhecida como conservação; outras, como eficiência. Trata-se de algo difícil de conceituar e de mobilizar; ainda assim, pode dar a maior contribuição de todas para o equilíbrio energético num futuro próximo.” (Daniel Yergin, *A Busca*, p.15 da tradução para o português)

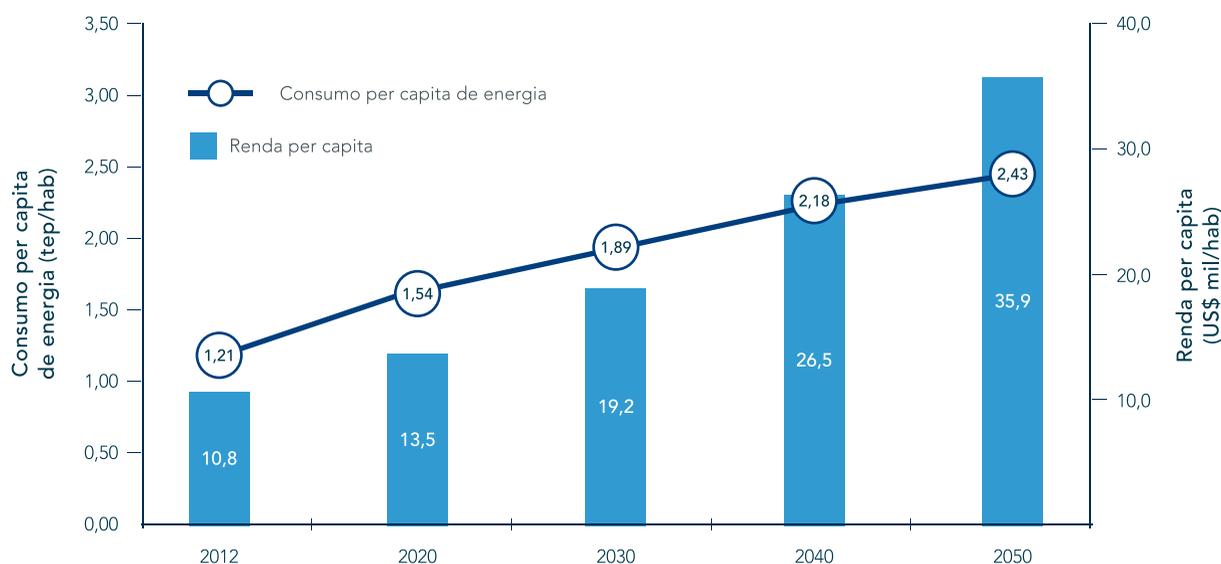
O consumo final de combustíveis líquidos no Brasil cresceu 5,3% em 2013, com relação a 2012, ao passo que o aumento do consumo de energia elétrica foi de 3,6%, comparado a um crescimento do Produto Interno Bruto (PIB) de 2,3%. Essa relação direta entre PIB e consumo energético é ainda mais forte em países em desenvolvimento, como é o caso do Brasil. Segundo estimativas da EPE, a demanda total por energia no Brasil deve⁵² aumentar no período de 2013 a 2050 a uma taxa média de 2,2% ao ano. Nesse cenário de forte e prolongada expansão

da demanda nacional de energia, a busca por eficiência deve ser um objetivo importante a ser perseguido.

Dois fatores apresentam grande influência sobre o consumo per capita de energia ao longo do tempo, a saber: o número de consumidores e a variação do nível de renda per capita da população. No Brasil, em função do acesso praticamente universalizado à energia elétrica, o aumento do consumo per capita deve refletir, principalmente, a elevação de renda da população.

52. EPE (2014). Demanda de Energia 2050.

GRÁFICO 8 - EVOLUÇÃO ESTIMADA DO CONSUMO PER CAPITA DE ENERGIA



Fonte: Demanda de Energia 2050, EPE.

Em um cenário de aumento da demanda por energia, o gerenciamento da demanda é de todo importante, não apenas para atendimento às necessidades de modo mais eficiente, mas também para que os recursos naturais e energéticos sejam utilizados racionalmente.

REDUÇÃO DOS DESPERDÍCIOS

Nesse contexto, a medida mais imediata em busca de eficiência no uso dos recursos naturais e energéticos é o combate ao desperdício via redução de perdas - sejam estas no setor elétrico, no uso da água, na matriz de transporte ou ainda nos processos de óleo e gás.

No setor elétrico, as perdas podem ser do tipo técnicas, que contemplam perdas elétricas decorrentes da própria atividade de transmissão ou distribuição, ou perdas não-técnicas (também conhecidas como comerciais), cujo escopo abrange situações como furto de energia e discrepâncias no faturamento.

A redução das perdas técnicas está ligada ao investimento na qualidade e manutenção dos equipamentos usados na transmissão e na distribuição, bem como na busca por novas tecnologias. Já no caso das perdas comerciais, essas costumam ocorrer em áreas de grande complexidade social, o que torna a abordagem

para a redução de tais perdas muito específicas para cada área. O alto índice de perdas comerciais, principalmente em determinadas áreas de concessão, tem se mostrado um desafio para o regulador e concessionárias e requer uma análise multidisciplinar para sua maior compreensão. Algumas iniciativas têm se mostrado bem

sucedidas, mas a questão ainda está longe de estar satisfatoriamente equacionada. O cenário de evolução das perdas⁵³ técnicas e comerciais no setor elétrico ao longo do horizonte de tempo 2013 a 2050 contempla uma redução gradual do índice de perdas⁵⁴, passando do valor de 17% para 13,7%.

Combate às Perdas Comerciais: Programa Light Legal

A Light, uma das distribuidoras de energia do estado do Rio de Janeiro, intensificou, ao longo de 2013, ações de combate às perdas comerciais de energia e, dentre essas, a de maior destaque é o Programa Light Legal. Associado à medição eletrônica e por meio de equipes de campo em áreas com aproximadamente 15 mil clientes e altos índices de perdas comerciais e inadimplências, chamadas de Áreas de Perda Zero (APZs), o Programa realiza a prestação de serviços de energia elétrica, como verificação dos medidores, dicas de consumo eficiente e segurança, dentre outras atividades. O objetivo é reduzir os índices de perdas, diminuir o deslocamento das equipes e aproximar o cliente à empresa por meio de parcerias com micro-empresendedores locais. Segundo o relatório de Sustentabilidade da Light 2013, a perda comercial nas áreas selecionadas, que em janeiro de 2013 era de 24,8%, chegou a 20,3% em dezembro de 2013, e a adimplência chegou a quase 100%. Nas áreas em que o Programa está presente e que contam com Unidades de Polícia Pacificadora (UPPs), a adimplência teve um aumento médio de 9,6% para 98,5% no período de 2009 a 2013.

53. EPE (2014). Demanda de Energia 2050.

54. O índice de perdas é um indicador que representa as perdas como percentual da carga de energia.

O combate ao desperdício, no entanto, representa apenas um primeiro passo na busca por maior eficiência.

Com relação ao uso da água, o nível perdas no Brasil também é alarmante – cerca de 38% do faturamento em média para o país⁵⁵. Esse alto índice de perdas torna-se ainda mais preocupante se considerarmos a dependência de nossa matriz elétrica da água e a necessidade de ampliação da cobertura dos serviços de água potável e esgoto para a população – em 2010, conforme dados do Censo-IBGE, a média nacional era de 81,1% e 46,2%, respectivamente.

Isso significa que o consumo de água por habitante no país tenderá a crescer à medida em que mais domicílios tiverem acesso aos serviços de saneamento. Entre 2009 e 2010, o consumo de água por habitante no país cresceu 7,1%, alcançando uma média de 159 litros por habitante por dia. A baixa penetração dos serviços de saneamento torna ainda mais importante a implementação de medidas que incentivem o uso racional da água.

O ponto a ser destacado é o cenário atual de grande desperdício, seja por falta de educação de consumo, por ineficiência operacional ou por inadequação na sinalização de preços, uma vez que a precificação do uso da água não traduz a realidade entre a oferta e a demanda pelo recurso.

Já no caso da matriz de transportes, cabe destacar que o setor viabiliza os demais, afetando diretamente a segurança, a qualidade de vida e o desenvolvimento econômico nacional. O setor de transportes apresenta diversos focos a serem combatidos na tentativa de amenizar as ineficiências, como a manutenção das frotas de transporte, a carência de infraestrutura rodoviária e ferroviária adequada e a baixa utilização de hidrovias para escoamento, por exemplo, de produtos agrícolas.

No setor de óleo e gás, o combate à ineficiência deve se dar, principalmente, por meio do controle e monitoramento da queima de gás no *flare* e dos níveis de reinjeção nos reservatórios. A queima de gás no *flare*, já restrita pela atual regulação⁵⁶, representa um desperdício de recursos e traz impactos ambientais indesejáveis, contribuindo notadamente para a emissão de GEE. Já a reinjeção do gás associado, que tem como objetivo aumentar a produção de petróleo, acaba por dificultar a maior inserção do gás produzido nacionalmente no mercado brasileiro - principalmente por razões econômicas.

55. Dados de 2010 disponíveis em <http://www.tratabrasil.org.br/datafiles/uploads/perdas-de-agua/book.pdf>

56. Portaria ANP n° 249/2000.

MINIMIZANDO O IMPACTO DE EMISSÕES O SETOR DE TRANSPORTES

O combate ao desperdício, no entanto, representa apenas um primeiro passo na busca por maior eficiência. A implantação ativa de medidas com o objetivo de reduzir o consumo de energia também deve fazer parte de uma política para promover o uso racional de recursos e a redução de emissões. No contexto brasileiro, tais políticas devem ter como um de seus principais focos a matriz de transporte no Brasil, uma vez que este setor é responsável pela maior parte das emissões no país, conforme apresentado no capítulo 2.

Mecanismos de incentivo ao transporte coletivo, notadamente em grandes centros urbanos, devem ser estimulados no intuito de otimizar

os sistemas de transporte. Nesse contexto, vale ressaltar os esforços de diversas capitais do país na implantação de sistemas BRT – Transporte Rápido por Ônibus, resultando em maior mobilidade urbana e menor nível de emissões, quando comparados à alternativa do uso de automóveis individuais. Adicionalmente, o desenvolvimento de carros elétricos ou movidos a células combustíveis de hidrogênio já vem despontando como uma solução de mercado mais eficiente do ponto de vista de emissões de GEE associadas ao setor de transporte, algo que deve ser avaliado pelo governo.

Cabe ressaltar, ainda, esforços realizados no sentido de aprimorar a eficiência dos combustíveis líquidos usados no transporte rodoviário,



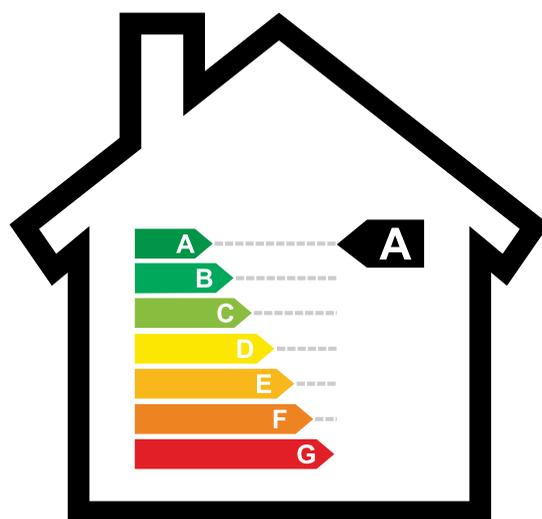
por meio do Programa Inovar-Auto do Governo Federal⁵⁷. O objetivo de tal programa é elevar em pelo menos 12%, até 2017, a eficiência dos automóveis individuais leves produzidos no Brasil, tendo como contrapartida benefícios fiscais baseados em redução do IPI.

SETOR ELÉTRICO - EFICIÊNCIA ENERGÉTICA E GERENCIAMENTO DA DEMANDA

Uma abordagem mais completa para a busca por eficiência deve contemplar também medidas de gerenciamento da demanda e eficiência energética. Estima-se⁵⁸ que a eficiência energética possa contribuir, no horizonte de longo prazo, com aproximadamente 20% da demanda de energia total e 18% da demanda de eletricidade.

Já o gerenciamento da demanda contempla o uso de incentivos financeiros, comportamentais ou de iniciativas de educação do consumidor com o objetivo de modificar o seu perfil de consumo. A utilização de precificação diferenciada por períodos durante o dia, no intuito de fazer com que o consumidor transfira parte de seu consumo para fora do horário de pico, por exemplo, é um mecanismo de gerenciamento da demanda.

A experiência internacional mostra, no entanto, que outros mecanismos de gerenciamento de demanda também vêm se mostrando efetivos na racionalização do consumo. Medidas como o envio de mensagens para os consumidores



avisando sobre os horários de pico, ou mesmo o controle por parte da concessionária da temperatura dos aparelhos de climatização, resultaram em importantes reduções no consumo nos horários de pico⁵⁹.

No entanto, a viabilização da introdução de mecanismos de gerenciamento de demanda depende, em parte, da adoção de novas tecnologias no setor elétrico - as chamadas redes inteligentes (*Smart Grid*). Estas redes estão geralmente associadas à introdução de medidores que possibilitam monitorar o consumo em intervalos mais frequentes. As possibilidades de aplicação, todavia, vão além, e envolvem a adoção de tecnologias mais modernas em toda a cadeia produtiva da energia elétrica - *softwares*, sistemas de controle e protocolos

57. Programa instituído por meio do Decreto n° 7.819/12.

58. EPE (2014). Demanda de Energia 2050.

59. Faruqi et al, (2009). *Piloting the Smart Grid*.

de comunicação avançados, que permitem a comunicação bidirecional, o corte remoto de fornecimento e o controle da carga à distância, entre outras funcionalidades. A tecnologia em questão permite também detectar e solucionar anomalias no sistema, de modo a evitar ou mitigar faltas de energia, interrupções e problemas na qualidade do serviço, garantindo assim maior eficiência operacional.

A introdução dessas tecnologias também viabiliza o aumento da oferta da energia através da microgeração distribuída. Uma das importantes funcionalidades da rede inteligente é a medição bidirecional (*net metering*), que permite aos consumidores gerar energia em suas residências (em painéis solares, por exemplo) e injetar o excedente na rede de distribuição. Esta energia não consumida e injetada na rede pode gerar créditos de eletricidade passíveis de dedução das faturas dos consumidores. Esse mecanismo torna possível⁶⁰ a geração de energia elétrica em pequena escala e mais próxima ao consumo, sobre a qual a Aneel publicou a Resolução nº 482/2012, que estabelece regras para o *net metering*.

Da mesma forma, a autoprodução constitui-se em importante elemento na análise do atendimento à demanda de eletricidade, uma vez que ela já representa quase 10% de toda a energia elétrica consumida no país⁶¹. O caso mais comum de autoprodução é a cogeração, definida

como geração simultânea de energia térmica e elétrica, a partir de uma mesma fonte primária de energia. Para o sistema elétrico, é de fundamental importância o incremento da cogeração, na medida em que, em se tratando de uma forma de geração distribuída, localizada junto às unidades de consumo, requer menores investimentos do sistema elétrico na ampliação das redes de transmissão. Além disso, esses sistemas costumam apresentar uma eficiência de até 85%.

Para o setor industrial, um exemplo de cogeração seria nas usinas de cana-de-açúcar, em que a fonte energética, ao ser queimada, gera energia térmica em forma de vapor e energia elétrica. O jato de vapor movimentava uma turbina conectada a um gerador, resultando na geração de eletricidade. Em períodos de maior acionamento de térmicas no setor elétrico, a utilização do bagaço da cana para o processo de cogeração pode se tornar ainda mais atraente, em especial quando associado à inserção da fonte em leilões a preço-teto interessante. Além disso, outro exemplo a ser destacado é a cogeração a gás natural, a qual pode apresentar grande utilidade para o mercado industrial ou comércio e serviços, como, por exemplo, para um shopping center, em que além da geração de eletricidade através do vapor, verifica-se a possibilidade de climatização, proporcionada por meio da presença simultânea de água quente e gelada.

60. Para viabilizar a ampliação da microgeração distribuída no Brasil, no entanto, há outras questões, principalmente de ordem tributária, a serem resolvidas. Para maiores detalhes, veja em <https://www.ambienteenergia.com.br/index.php/2014/09/evolucao-conservadora-da-energia-solar-brasil/24444>

61. EPE (2014). Demanda de Energia 2050.

Projetos *Smart Grid* no Brasil

No Brasil, existem diversos casos de projetos piloto de cidades com tecnologia *smart grid*, englobando uma série de serviços como geração e gerenciamento inteligente de energia, prédios inteligentes, veículos inteligentes, sistema de armazenamento de energia e iluminação pública inteligente, dentre outros.

Exemplos de cidades com essa tecnologia são:

- Búzios (RJ), com o projeto Cidade Inteligente Búzios;
- Sete Lagoas (MG), com o projeto Cidades do Futuro, escolhida em virtude de apresentar sistemas elétrico e de telecomunicações favoráveis aos testes, além de boa amostra populacional e mercado diversificado;
- Parintins (AM), com o projeto Parintins, escolhida em função de ter um sistema isolado de abastecimento;
- Aparecida (SP), com o projeto InovCity executado pelo grupo português EDP, e escolhida em razão das similaridades apresentadas para com a cidade de Évora, cidade portuguesa e experiência bem sucedida;
- Outras localidades, como Aquiraz (CE), Curitiba (PR), Fernando de Noronha (PE) e Barueri (SP).

A cidade do Rio de Janeiro também conta com o projeto *Smart Grid* da Light, cuja meta é disponibilizar a rede inteligente para 1,6 milhão de consumidores (40% dos clientes da distribuidora) até 2018, buscando resultados relevantes na supervisão de rede e nos programas de redução de perdas comerciais.⁶²

62. Exemplos os projetos retirados de Redes Inteligentes Brasil, disponível em <http://redesinteligentesbrasil.org.br/projetos-piloto-brasil.html>. Para informações sobre o projeto da Light, ver <http://smartgridlight.com.br/>



As funcionalidades proporcionadas pela adoção de redes inteligentes, aliadas a mecanismos de gerenciamento de demanda, permitem que o consumidor tenha mais conhecimento e melhor controle sobre seu padrão de consumo energético. Nesse contexto, a sinalização adequada de preços, que permita a compreensão do custo da provisão de energia no período de seu consumo, é um mecanismo poderoso de gerenciamento da demanda. A utilização de um sistema de precificação que traduza o sinal econômico da geração corretamente, aliado à introdução de incentivos comportamentais (que se tornou

possível com as redes inteligentes) tem dado resultados muito positivos nos pilotos implementados em outros países⁶³, principalmente para a suavização do consumo.

No Brasil, ainda que a adoção de *Smart Grid* seja incipiente - principalmente na distribuição - já existe previsão para a adoção de tarifação diferenciada conforme o período, as chamadas bandeiras tarifárias. A adoção deste mecanismo estava prevista para ocorrer no início de 2014, mas sua implementação foi adiada, devendo ter início apenas a partir de 2015.

63. Faruqi et al, (2009). *Piloting the Smart Grid*.

Bandeiras Tarifárias: em direção a uma precificação economicamente inteligente

Um exemplo a ser implementado no Brasil, a partir de 2015, para o setor elétrico é a aplicação das bandeiras tarifárias na conta de energia elétrica. Atualmente, as tarifas só são corrigidas uma vez por ano e em datas diferentes para cada uma das 63 distribuidoras espalhadas pelo país. Esse sistema resulta em déficits tarifários, além das cobranças feitas pelas distribuidoras não refletirem os reais custos com geração de energia.

De acordo com a Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), as bandeiras verde, amarela ou vermelha, refletem as condições para a geração de eletricidade. A bandeira verde indica condições hidrológicas favoráveis, situação em que a tarifa não sofre alteração. A bandeira amarela é utilizada quando as condições hídricas são menos favoráveis e quando há necessidade do despacho de térmicas, caso em que a tarifa sobe R\$ 1,50 para cada 100 kWh consumidos. Já a bandeira vermelha sinaliza condições críticas, em que se verifica intenso despacho de térmicas e os consumidores pagam R\$ 3,00 a mais por cada 100 kWh consumidos.

Nesse novo contexto tecnológico e com a adoção de mecanismos de eficiência energética e gerenciamento de demanda, o consumidor passa a ter um papel mais ativo, interagindo de forma mais influente com a concessionária. Ou seja, muda-se a relação entre o consumidor e as empresas provedoras do serviço, o que deve levar a uma alteração também na relação desses agentes com o regulador. Assim, parece importante

revisitar e rediscutir hoje o papel de cada agente nesse novo contexto em que a sociedade estará inserida em um futuro próximo. Ainda, dados os custos envolvidos nessa transição tecnológica, torna-se fundamental entender o que deseja a sociedade e a sua disposição a pagar. Com isso, deve-se ressaltar a necessidade de se adaptar a regulação para que esta seja apta a regular o novo arranjo do setor.

Nesse novo contexto tecnológico e com a adoção de mecanismos de eficiência energética e gerenciamento de demanda, o consumidor passa a ter um papel mais ativo, interagindo de forma mais influente com a concessionária.

Como retrato dos anseios dos consumidores, uma pesquisa⁶⁴ foi realizada em 2007 com uma amostra representada por 100 empresas de energia e 1.900 consumidores dos EUA, Alemanha, Holanda, Inglaterra, Japão e Austrália. O resultado revelou que 83% dos respondentes gostaria de escolher a fornecedora de energia, e que quase dois terços dos consumidores preferiria receber energia de fontes renováveis. Uma

mesma parcela gostaria ainda de poder gerar sua própria energia e vendê-la à concessionária. Este cenário sinaliza uma conscientização pelo consumo. Porém, para a concretização desse desejo, deve-se deixar claro os custos monetários e não monetários envolvidos, principalmente em termos de qualidade e segurança do fornecimento, e também sob o aspecto da conveniência e utilidade derivada do uso da energia.

64. MME (2010). Relatório *Smart Grid* 2010.



LISTA DE SIGLAS

ANEEL - Agência Nacional de Energia Elétrica

ANFAVEA - Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores

ANP - Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis

APZ - Áreas de Perda Zero

BEN - Balanço Energético Nacional

BNDES - Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social

CDP - Carbon Disclosure Program

COP 20 - 20ª Conferência das Partes da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima

COP21 - 21ª Conferência das Partes da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima

E&P - Exploração e Produção

EPA - Agência Americana de Proteção Ambiental

EPE - Empresa de Pesquisa Energética

FGV - Fundação Getúlio Vargas

Funtec - Fundo Tecnológico

GEE - Gases do Efeito Estufa

GNL - Gás Natural Liquefeito

IBP - Instituto Brasileiro de Petróleo

IBRE - Instituto Brasileiro de Economia

IFC - International Finance Corporation

INPE - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais

IPCC - Intergovernmental Panel on Climate Change

IPI - Imposto sobre Produtos Industrializados

IPVA - Imposto Sobre a Propriedade de Veículos Automotores

MCT - Ministério de Ciência e Tecnologia

MW - Megawatt

ONG - Organização Não Governamental

PCH - Pequenas Centrais Hidrelétricas

PIB - Produto Interno Bruto

PNE - Plano Nacional de Energia

Procel - Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica

PROMINP - Programa de Mobilização da Indústria Nacional de Petróleo e Gás Natural

SIN - Sistema Interligado Nacional

UPP - Unidades de Polícia Pacificadora

WWF - World Wide Fund for Nature

Bibliografia

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. Atlas de Energia Elétrica do Brasil 3ª edição. Brasília: ANEEL, 2008. Parte II, cap. 3.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. Capacidade de Geração do Brasil. 2014. Disponível em: <http://www.aneel.gov.br/aplicacoes/capacidadebrasil/capacidadebrasil.cfm>. Acesso em: 13 de novembro de 2014.

AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS. Planilha de dados mensais de importações e exportações de petróleo, seus derivados e gás natural em barris. Disponível em: <http://www.anp.gov.br/?pg=64555&m=&t1=&t2=&t3=&t4=&ar=&ps=&cachebust=1406655789973>. Acesso em: 13 de novembro de 2014.

AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS. Portaria ANP nº 249, de 1 de novembro de 2000.

ALEMANHA. *Gesetz für den Vorrang Erneuerbarer Energien* (da tradução, Lei sobre Concessão de Prioridade para Energia Renovável). Alemanha, 2000.

ASSOCIAÇÃO DA INDÚSTRIA DE COGERAÇÃO DE ENERGIA. SisCogen: Indicadores de Gestão. Disponível em: http://www.cogen.com.br/ind_lista_g.asp. Acesso em: 14 de novembro de 2014.

ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS FABRICANTES DE VEÍCULOS AUTOMOTORES. Planilha Séries Temporais. Disponível em: <http://www.anfavea.com.br/tabelas.html>. Acesso em: 13 de novembro de 2014.

BBC BRASIL. Vazamento despejou 4,9 milhões de barris de petróleo no Golfo. Washington, 2010. Disponível em: http://www.bbc.co.uk/portuguese/noticias/2010/08/100802_vazamento_bp_ac.shtml. Acesso em: 13 de novembro de 2014.

BRASIL. Decreto nº 7.725, de 21 de maio de 2012.

BRASIL. Lei nº 10.754, de 31 de outubro de 2003.

BRASIL. Lei nº 11.909, de 4 de março de 2009.

BRASIL. Lei nº 13.033, de 24 de setembro de 2014.

CDP Brasil, 2014. Conexão entre mudanças climáticas e modelos de negócios: uma agenda em evolução. CDP Mudanças Climáticas 100. Disponível em: http://www.cdpla.net/sites/default/files/CDP_Brazil_100_Climate_Change_Report_pt.pdf. Acesso em: 15 de novembro de 2014

CHILE. Lei nº 20.780, de 26 de setembro de 2014. Chile: Ministério da Fazenda, 2014. Disponível em: <http://www.leychile.cl/Navegar?idNorma=1067194>. Acesso em: 13 de novembro de 2014.

COSTA, R. C. da; PRATES, C. P. T.. O papel das fontes renováveis de energia no desenvolvimento do setor energético e barreiras à sua penetração no mercado. Rio de Janeiro: BNDES, 2005.

Curi, W. F.; Curi, R. C.; Oliveira, E. F. C. C. de. Simulação da operação e estimativa dos benefícios sociais e econômicos do reservatório Co-remas / Mãe d'Água sujeito a múltiplos usos, in Água em quantidade e qualidade: o desafio do próximo milênio. Belo Horizonte: ABRH, 1999.

ELETROBRAS. Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica. Disponível em: <http://www.eletrobras.com/elb/data/Pages/LUMIS0389BBA8PTBRIE.htm>. Acesso em: 13 de novembro de 2014.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. Balanço Energético Nacional. 2014.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. Demanda de Energia 2050. 2014.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. Plano Nacional de Energia 2030. 2008.

FARUQUI, A.; HLEDIK, R.; SERGICI, S.. *Piloting the Smart Grid*. 2009.

INTERNATIONAL ENERGY AGENCY. *World Energy Outlook*, 2013

INSTITUTO ACENDE BRASIL. Análise Pós o 6º Leilão de Energia de Reserva. 2014. Disponível em: [http://www.acendebrasil.com.br/media/analises/20141031_AnalisePos_6oLER_\(1\).pdf](http://www.acendebrasil.com.br/media/analises/20141031_AnalisePos_6oLER_(1).pdf). Acesso em: 13 de novembro de 2014.

INSTITUTO BRASILEIRO DE ECONOMIA. Operador Único no Pré-sal: Possíveis Efeitos sobre a Economia. Rio de Janeiro: FGV, 2010.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS. Projeto PRODES, Monitoramento da Floresta Amazônica Brasileira por Satélite. Disponível em: <http://www.obt.inpe.br/prodes/index.php>. Acesso em: 13 de novembro de 2014.

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE. The Synthesis Report of the IPCC Fifth Assessment Report. IPCC, 2014. Disponível em: http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/syr/SYR_AR5_LONGERREPORT.pdf. Acesso em: 14 de novembro de 2014.

LINS. Desafios na Valoração do Progresso, Catavento, Paper 02. Rio de Janeiro: Catavento, 2014. Disponível em http://www.catavento.biz/wp-content/uploads/2014/05/02_Catavento_ValoracaoProgresso_FINAL_baixa.pdf. Acesso em: 18 de novembro de 2014.

MACÊDO, W. N.; PINHO, J. T.. ASES: programa para análise de sistemas eólicos e solares fotovoltaicos. Pará: UFPA, 2002.

MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA. Fator médio mensal de emissão de CO₂ por geração de energia elétrica no Sistema Interligado Nacional do Brasil.

Disponível em: <http://www.mct.gov.br/index.php/content/view/321144.html#ancora>. Acesso em: 13 de novembro de 2014.

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA. Relatório Smart Grid 2010. 2010.

MORAIS, J. M. DE. Programas Especiais de Crédito para Micro, Pequenas e Médias Empresas: BNDES, PROGER e Fundos Constitucionais de Financiamento.

Disponível em: <http://www.ipea.gov.br/agencia/images/stories/PDFs/livros/capitulo10.pdf>. Acesso em: 13 de novembro de 2014.

PETROBRAS. Plano Estratégico Petrobras 2030. 2014.

PORTAL BRASIL. Setor de petróleo e gás chega a 13% do PIB brasileiro. Disponível em: <http://www.brasil.gov.br/economia-e-emprego/2014/06/setor-de-petroleo-e-gas-chega-a-13-do-pib-brasileiro>. Acesso em: 13 de novembro de 2014.

PRICEWATERHOUSECOOPERS BRASIL. *The Brazilian Oil and Gas Industry*. 2013.

REDES INTELIGENTES BRASIL. Projetos Piloto. Disponível em: <http://redesinteligentesbrasil.org.br/projetos-piloto-brasil.html>. Acesso em: 13 de novembro de 2014.

SEN, Amartya. *Development as Freedom*. EUA: Anchor Books, 1999.

TANCREDI, ABBUD. Por que o Brasil está trocando as hidrelétricas e seus reservatórios por energia mais cara e poluente?. Núcleo de Estudos e Pesquisas do Senado. Maio de 2013. Texto para Discussão 128. Disponível em: http://www.anacebrasil.org.br/portal/files/TD-128-MarcioTancredi_OmarAbbud.pdf. Acesso em: 15 de novembro de 2014.

UNITED NATIONS. "FORESTS: New York Declaration on Forests Action Statements and Action Plans", NEW YORK, Climate Summit, 2014. Disponível em <http://www.un.org/climatechange/summit/wp-content/uploads/sites/2/2014/09/FORESTS-New-York-Declaration-on-Forests.pdf>. Acesso em 15 de novembro de 2014.

WORLD WIDE FUND FOR NATURE - BRASIL. Além de grandes hidrelétricas: políticas para fontes renováveis de energia elétrica no Brasil. Brasil, 2012.





www.fgv.br/energia
www.catavento.biz