



# CAMINHOS PARA O FUTURO QUE QUEREMOS

VOLUME 1 2015

## DIVERSIFICAÇÃO DA MATRIZ ENERGÉTICA BRASILEIRA

Caminho para a Segurança Energética  
em Bases Sustentáveis

CIRO MARQUES REIS







# CAMINHOS PARA O FUTURO QUE QUEREMOS

DIVERSIFICAÇÃO DA MATRIZ ENERGÉTICA BRASILEIRA

Caminho para a Segurança Energética  
em Bases Sustentáveis

CIRO MARQUES REIS

**VOLUME 1 2015**



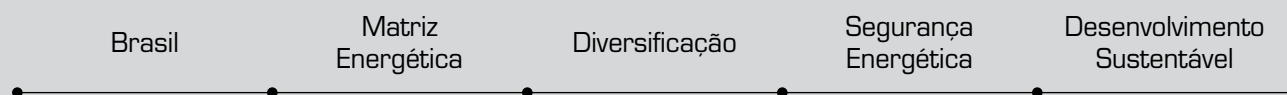
## O AUTOR

### **Ciro Marques Reis**

Doutorando em Geografia da Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ), é graduado em Ciências Sociais (2004) e Mestre em História Política (2011) pela mesma instituição. Colaborador do Núcleo de Estudos das Américas (NUCLEAS/UERJ) e pesquisador do Grupo de Pesquisa Geografia Brasileira: História e Política (GeoBrasil/UERJ), desenvolve pesquisa em temas vinculados à globalização e suas expressões territoriais.

E-mail: [ciro.reis@gmail.com](mailto:ciro.reis@gmail.com)

## PALAVRAS-CHAVE



## SUGESTÃO DE CITAÇÃO

REIS, *Ciro Marques*. *Diversificação da Matriz Energética Brasileira: Caminho para a Segurança Energética em Bases Sustentáveis*. Rio de Janeiro: CEBRI, 2015.

## APRESENTAÇÃO

Com o objetivo de avançar o conhecimento sobre a agenda internacional do desenvolvimento sustentável e formular propostas voltadas para a atuação do Brasil nessa área, o CEBRI desenvolveu o projeto Caminhos para o Futuro que Queremos em parceria com a Fundação Konrad Adenauer (KAS).

Ao longo dos últimos anos, essa iniciativa gerou estudos importantes sobre temas como a agenda de desenvolvimento pós-2015, indicadores socioambientais e finanças verdes. Em 2015, as atenções do projeto se voltaram para a questão energética, que exemplifica a complexa interação entre desenvolvimento socioeconômico e meio ambiente.

Para entender os principais desafios e oportunidades presentes nos cenários energéticos nacional e global, o CEBRI promoveu encontros que reuniram especialistas em energia, representantes do governo, do setor privado e da sociedade civil. Essas reuniões foram úteis para mapear as inquietações que cercam a geração de energia, como a busca por segurança energética, a necessidade de reduzir emissões de gases de efeito estufa (GEE), as controvérsias acerca das regulações do setor e a preocupação com os impactos socioambientais.

Como resultado desses esforços, o CEBRI apresenta o artigo “Diversificação da Matriz Energética Brasileira: Caminho para a Segurança Energética em Bases Sustentáveis”, desenvolvido por Ciro Marques Reis. Nesse texto, Reis examina a

matriz energética brasileira, a qual é composta por 41% de fontes renováveis e 59% de fontes não renováveis. Embora seja uma das mais limpas do mundo, a matriz energética é responsável por cerca de um terço das emissões de GEE no país. Em grande medida, isso se deve ao setor de transportes, ancorado no modelo rodoviário e dependente de combustíveis fósseis. Como analisa o autor, essa é uma configuração que agrava os problemas de mobilidade e de poluição nos grandes centros urbanos.

Entre as suas recomendações, Reis destaca a necessidade de investimentos em modais variados (ferrovias, hidrovias, transporte dutoviário) e de estímulos à produção e à utilização de biocombustíveis. Desse modo, o autor aponta para caminhos que levam a uma matriz de transportes mais sustentável, capaz de reduzir as emissões de GEE e aumentar a qualidade de vida dos cidadãos.

Por meio desse estudo, o CEBRI espera contribuir para um maior entendimento do cenário energético brasileiro e oferecer propostas de políticas alinhadas com as prioridades do desenvolvimento nacional e da sustentabilidade global.

**Roberto Fendt Jr.**

Diretor Executivo do CEBRI

**Renata H. Dalaqua**

Coordenadora do projeto



## 1. INTRODUÇÃO

O modelo atual de desenvolvimento econômico mundial vem demonstrando sinais de esgotamento. Uma das faces mais visíveis desse processo são as mudanças climáticas, efeito das atividades antropogênicas geradoras de gases de efeito estufa (GEE), que levam ao aquecimento global e à consequente ocorrência de eventos climáticos cada vez mais extremos e frequentes. Encontra-se na origem desse problema a histórica e expressiva participação de combustíveis fósseis nas matrizes energéticas da maioria dos países desenvolvidos e a recente reprodução desse modelo em economias emergentes no século 21.

Neste contexto, países de industrialização tardia, catapultados à categoria de potências emergentes pelo peso de suas economias e de seus contingentes populacionais, demandam cada vez mais energia. Porém esses novos atores ainda não alcançaram altos níveis de desenvolvimento econômico e social, apresentando gargalos estruturais importantes – infraestrutura precária, pobreza, baixa escolaridade da população, crescimento desordenado das cidades, e desigual distribuição de renda e riqueza. O Brasil é um deles e tem diante de si uma difícil equação a ser resolvida: como equilibrar demandas sociais, econômicas e ambientais, por vezes conflitantes, na construção de um país mais competitivo, justo, inclusivo e atento à crise climática mundial diante da urgente necessidade de garantir sua segurança energética?

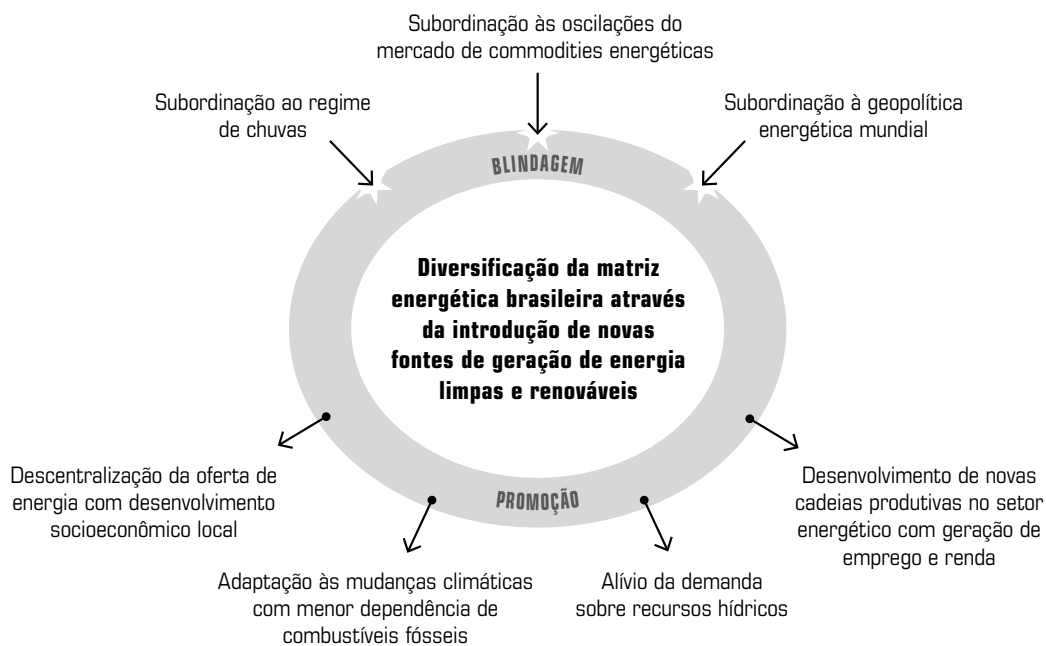
A diversificação da matriz energética brasileira surge, então, como estratégia fundamental para enfrentar o desafio da segurança energética de maneira sustentável. Parte obrigatória deste processo se dá através da expansão da oferta de energia, a partir da introdução de fontes alternativas e complementares de energias limpas e renováveis em sua composição.

Diversificar significará não somente garantir ao país uma atuação proativa em relação à crise climática em âmbito global, mas também um leque de vantagens para sua segurança energética, um campo de oportunidades para o desenvolvimento de novas cadeias produtivas em território nacional ligadas ao setor de energia e a possibilidade de democratizar o acesso à energia através de geração distribuída e descentralizada.

Tendo em vista essas vantagens, sintetizadas na Figura 1, o presente artigo examinará os principais desafios e as oportunidades para a constituição de uma matriz energética brasileira limpa e diversificada, que estabeleça pontos de interseção entre energia, desenvolvimento socioeconômico e meio ambiente.

FIGURA 1

## Vantagens da diversificação da matriz energética brasileira



ELABORADO PELO AUTOR.



## 2. ENERGIA E ELETRICIDADE NO BRASIL

### Matriz Energética

A matriz energética de um país é a representação quantitativa do conjunto de recursos energéticos primários disponíveis e utilizados para transformação, distribuição e consumo no seu processo produtivo. De uma forma mais ampla, é a oferta de energia primária que move todos os setores da economia de um país, dos combustíveis líquidos derivados do petróleo que são queimados nos motores dos automóveis à energia cinética das águas dos rios, convertida em energia elétrica pelas usinas hidrelétricas.

A matriz energética brasileira está entre as mais limpas do mundo. Ainda assim, a participação de fontes poluentes e não renováveis em sua composição corresponde a 59%, como mostra a Figura 2. Contribuem para isso o significativo consumo de petróleo e seus derivados, bem como o de gás natural e, em escalas menores, o de carvão mineral e urânio.

As fontes de energia limpa e renováveis sustentam-se, em grande parte, em insumos que dão à matriz energética brasileira um perfil único, com o uso da biomassa de cana-de-açúcar (etanol e bagaço) e da hidroeletricidade. Lenha e carvão vegetal e outras fontes, incluindo a eólica, complementam a fatia de renováveis. É importante notar que o percentual de 41% de renováveis na matriz energética brasileira

FIGURA 2

### Composição da matriz energética brasileira

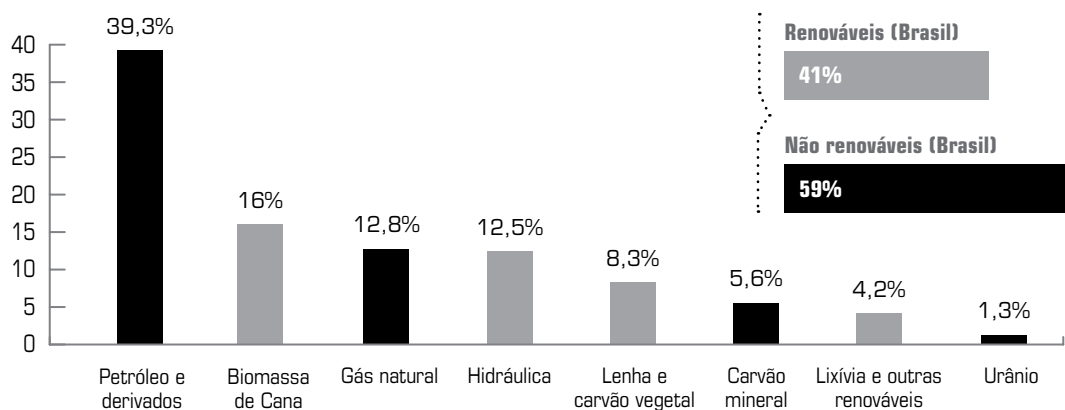


GRÁFICO ELABORADO PELO AUTOR, A PARTIR DE EPE, 2014 (ANO BASE 2013).

é bem superior à média mundial (13%) e à dos países da Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE) (8,1%) (EPE, 2014; IEA, 2014).

Até meados dos anos 2000, a contribuição da matriz energética nacional no perfil de emissões brasileiras de GEE era marginal. Em sua maior parte, as emissões estavam associadas às mudanças no uso do solo e, em particular, ao desmatamento na Amazônia Legal (INPE-OBT, 2014). No entanto, com a queda das taxas de desmatamento nos últimos 10 anos, a matriz energética brasileira passou a representar um terço das emissões nacionais. Essa tendência foi impulsionada pelas crescentes emissões nos transportes, nas indústrias e, mais recentemente, pelas emissões advindas da geração de eletricidade (serviço público).<sup>1</sup>

A geração de eletricidade (serviço público) aumentou suas emissões em 278% entre 2011 e 2013, reflexo do acionamento das térmicas a partir de outubro de 2012.<sup>2</sup> Não obstante, a contribuição percentual brasileira nas emissões globais no setor de energia continuou pequena, passando de 1,2% em 2009 para 1,4% em 2012 (WRI/CAIT 2.0, 2015).

## Matriz Elétrica

A matriz elétrica é parte da matriz energética de um país. Nela está concentrada toda a oferta de recursos energéticos primários destinada exclusivamente para geração de eletricidade. No Brasil, com exceção do setor de transportes, todos os demais setores da economia nacional fazem uso intensivo de energia elétrica.

A matriz elétrica brasileira é caracterizada pela extraordinária participação dos recursos hídricos (70,6%), como é possível ver na Figura 3. As fontes eólica e biomassa complementam as renováveis da matriz elétrica nacional, as quais correspondem, aproximadamente, a 80% do total. Gás natural, derivados de petróleo, carvão mineral e urânio representam os 20% de fontes não renováveis.

É importante destacar que a participação de renováveis na geração de energia elétrica no Brasil está muito acima da média mundial, que é de apenas 20,3%, e da média dos países da OCDE, que é de 18,1% (EPE, 2014; IEA, 2014).

A matriz elétrica brasileira tem potência instalada de aproximadamente 135 GW, advinda de 3.637 empreendimentos em operação. Com 192 empreendimentos em construção (21,8 GW) e 589 já contratados, mas ainda não iniciados (14,3 GW), projeta-se a adição, em curto prazo, de mais 36 GW na capacidade de geração nacional (ANEEL, 2015b).

nota

<sup>1</sup> São as concessionárias de Serviço Público (também chamadas de permissionárias), empresas que exploram e prestam serviços públicos de energia elétrica. Estão excluídas dessa categoria: o Autoprodutor (que gera energia para uso próprio) e o Produtor Independente de Energia (que pode produzir e até comercializar a sua energia, mas tudo por sua conta e risco).

<sup>2</sup> Para remediar a atual crise hídrica, foram acionadas termelétricas para imprimir mais segurança ao Sistema Interligado Nacional (SIN). No entanto, grande parte delas produz energia a partir da queima de combustíveis fósseis, além de serem ineficientes e não projetadas para uso contínuo (SCHAEFFER, 2013). Os custos são elevados tanto do ponto de vista ambiental quanto tarifário.

FIGURA 3

## Matriz elétrica brasileira

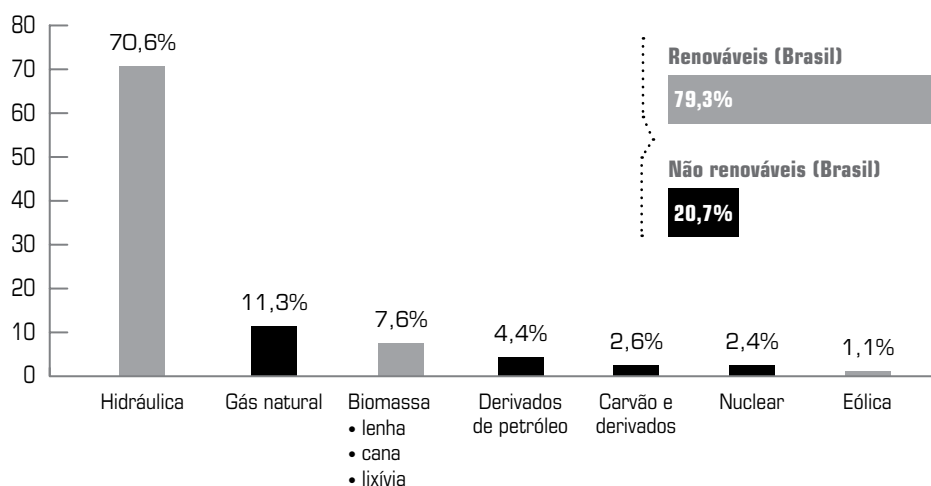


GRÁFICO ELABORADO PELO AUTOR A PARTIR DE: EPE, 2014 (ANO BASE 2013); ANEEL, 2015b.

## 2.1 BREVE HISTÓRICO DA DIVERSIFICAÇÃO DA MATRIZ ENERGÉTICA BRASILEIRA

O primeiro grande passo rumo à diversificação da matriz energética nacional foi dado na década de 70, quando as principais fontes primárias utilizadas no país eram a lenha e o carvão vegetal (44%) (TOLMASQUIM et al., 2007, p. 50). Naquele contexto, em meio aos choques do petróleo, o Brasil optou por aumentar o aproveitamento do potencial hidrelétrico, desenvolver a tecnologia de exploração de petróleo em águas profundas e realizar um original projeto de energia alternativa, o Proálcool (ALVES FILHO, 2003, p. 126).

Ao longo dos últimos 45 anos, foram introduzidas outras fontes primárias na matriz energética brasileira, como o urânio<sup>3</sup> e o gás natural<sup>4</sup>, que na virada do milênio respondiam respectivamente por 1% e 5% da oferta interna de energia nacional.

Nos anos 2000, o Proálcool ressurgiu na versão etanol, compondo a matriz energética nacional junto com o bagaço de cana-de-açúcar. Além disso, foram criados os primeiros estímulos à geração eólica, por meio do Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica (PROINFA), e aos biocombustíveis, com o Programa Nacional de Produção e Uso do Biodiesel (PNPB). O último passo dado no caminho da diversificação foi a recente introdução da geração solar fotovoltaica.

nota

<sup>3</sup> A construção de Angra I teve início em 1972 e a usina começou a operar comercialmente a partir de 1985.

<sup>4</sup> Apesar do seu uso no Brasil remontar ao século XIX, o gás natural passou a ser efetivo na matriz no final da década de 1990, com a entrada em operação do Gasoduto Brasil-Bolívia, e com o estímulo aos automóveis movidos a GNV.

## 2.2 PANORAMA ATUAL DA MATRIZ ENERGÉTICA: FONTES RENOVÁVEIS

Em 2014, os investimentos em energias renováveis no mundo cresceram 17% em relação a 2013, totalizando US\$270 bilhões. Dentre as fontes, predominaram a solar (US\$149,6 bilhões) e a eólica (US\$99,5 bilhões) (FRANKFURT SCHOOL et al., 2015, p.14).

Nesse mesmo ano, os investimentos em países em desenvolvimento (US\$131 bilhões) se aproximaram dos realizados nos países desenvolvidos (US\$138,9 bilhões). Em grande parte, os números relacionados aos países em desenvolvimento se referem à China, que isoladamente investiu US\$83,3 bilhões, sendo US\$40 bilhões em geração solar (FRANKFURT SCHOOL et al., 2015, p.14).

O Brasil foi o 7º país que mais investiu (US\$7,6 bilhões). Do total investido, US\$6,2 bilhões foram atraídos através de leilões para contratação de parques eólicos. Outros investimentos incluíram geração solar fotovoltaica, hídrica e biomassa (principalmente de cana-de-açúcar).

### Eólica

A energia eólica é uma fonte intermitente e, por isso, tem um papel de complementariedade junto às formas de geração com regulação de suprimento de energia mais seguras e constantes, particularmente a hidroeletricidade.

No momento, tal fonte se encontra em expansão no Brasil. Em março de 2015, os parques eólicos brasileiros atingiram 5,73 GW de capacidade instalada. Se considerados os empreendimentos em construção e contratados, a geração eólica deve alcançar 15,4 GW em breve, como mostra a Figura 4 (ANEEL, 2015b).

Estima-se que o potencial eólico brasileiro seja de 143 GW<sup>5</sup>, com destaque para o Nordeste (75 GW). O país também possui o maior fator de capacidade<sup>6</sup> do mundo (36%).

Fundamental neste processo de expansão foi o PROINFA, voltado às fontes eólicas, biomassa e pequenas centrais hidrelétricas, para integração ao Sistema Interligado Nacional (SIN).<sup>7</sup> Além do incentivo doméstico, a migração de investimentos internacionais para economias emergentes também favoreceu a geração eólica no Brasil. Essa tendência está ligada à crise econômica mundial e aos subsequentes cortes e reduções de subsídios no setor, nos EUA e na Europa (MELO, 2013, p.125).

Além de ser uma fonte limpa e renovável, a eólica possui ainda outras vantagens, como: combustível de custo zero; produção de energia barata; geração de empregos em regiões carentes como semiárido

nota

<sup>5</sup> Estimativa baseada nas seguintes condições: ventos médios de 7m/s, altura dos aerogeradores 50m.

<sup>6</sup> É a relação entre a quantidade de GWh gerados pela potência instalada.

<sup>7</sup> O SIN cobre praticamente todo território nacional, restando aproximadamente 1,5% de Sistemas Isolados (não interligados ao SIN), principalmente na região amazônica.

FIGURA 4

## Crescimento da energia eólica no Brasil (em operação, em construção e contratada)

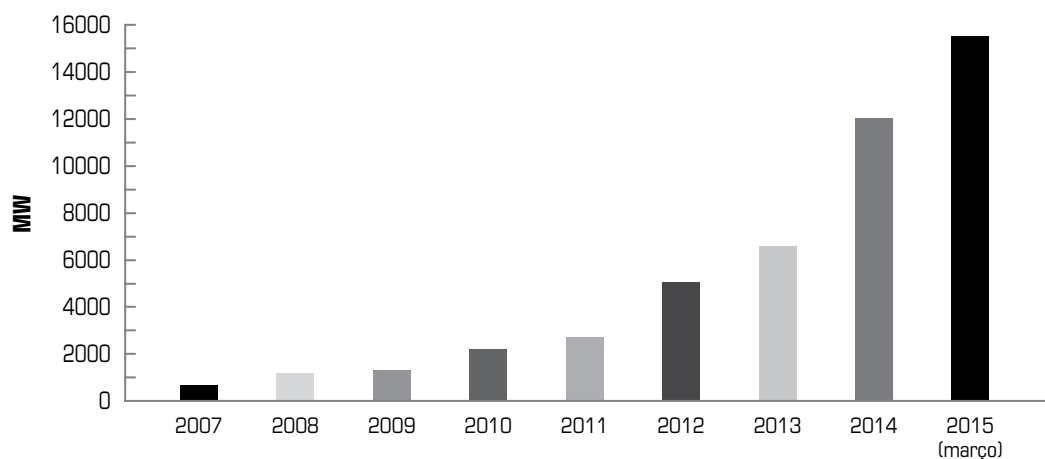


GRÁFICO ELABORADO PELO AUTOR A PARTIR DE: EPE, 2014; ANNEL, 2015b.

nordestino; arrendamento das terras feito diretamente com os proprietários gerando longo período de injeção de renda; criação de uma nova cadeia produtiva em território nacional; diminuição da dependência de combustíveis fósseis para geração elétrica.

Ainda é esperado que a expansão das eólicas no Brasil estimule a criação dos chamados *green jobs*<sup>8</sup>, gerando 195 mil empregos diretos e indiretos até 2020, sendo a maioria deles na construção civil, com grande potencial para a criação de empregos em localidades rurais (SIMAS; PACCA, 2013).

Os leilões para geração eólica no Brasil têm atraído empresas internacionais com relativo sucesso, mas ainda não levaram à criação de um ambiente tecnológico e de pesquisa nacional. Para adquirir autonomia tecnológica no setor, o Brasil ainda precisa desenvolver capacidades tecnológicas e incentivar a inovação. A adequação ao conteúdo nacional para solicitação de financiamento junto ao BNDES<sup>9</sup> é um importante passo para fixação de tecnologia em território nacional – embora possa representar, em um primeiro momento, um obstáculo do ponto de vista do crescimento da indústria eólica no Brasil.

## Solar

Em 2013, ocorreu o primeiro leilão de energia que incluiu a geração solar no Brasil, mas não houve interessados. Em outubro de 2014,

<sup>8</sup> *Green jobs* ou “empregos verdes” estão ligados à preservação ou recuperação da qualidade ambiental.

<sup>9</sup> O BNDES, através do Financiamento de Máquinas e Equipamentos (Finame), exige metas de conteúdo nacional nas etapas de fabricação dos aerogeradores para liberação de financiamento.

em leilão específico para solar, foram contratados 889,6 MW (31 empreendimentos com preço médio de R\$215 MWh). Previsto para agosto de 2015, o 1º Leilão de Energia de Reserva de 2015, destinado à contratação de energia elétrica de fonte solar fotovoltaica, registrou 382 projetos, totalizando 10,51 GW de potência habilitável, com início de suprimento previsto para agosto de 2017 (ANEEL, 2015a).

Apesar desses empreendimentos de geração centralizada contratados para integração ao SIN, o melhor aproveitamento da geração solar fotovoltaica está associado à micro e à minigeração distribuída de energia elétrica. A Resolução Normativa ANNEEL nº 482/2012 foi de extrema importância não só por instituir as condições para essa modalidade de geração, mas principalmente por estabelecer o sistema de compensação de energia elétrica, que permitirá às unidades residenciais “vender” a energia excedente às distribuidoras em troca de créditos de energia.

Outro estímulo importante veio através da decisão de 22 de abril de 2015 do Conselho Nacional de Política Fazendária (CONFAZ), que estabeleceu o Convênio ICMS 16, autorizando alguns estados a conceder isenção do Imposto de Comercialização de Mercadorias e Serviços (ICMS) da energia excedente adquirida pela distribuidora junto às unidades geradoras. Essa medida, assim como a desoneração, por parte da União, de tributos como Programas de Integração Social (PIS), Contribuição para Financiamento da Seguridade Social (COFINS) e Imposto sobre Produtos Industrializados (IPI), pode contribuir para reduzir o custo<sup>10</sup> e o tempo de retorno do investimento (entre 5 e 10 anos) e, assim, estimular a expansão da energia solar fotovoltaica em residências.

Um entrave para a geração solar é a burocracia na conexão das unidades geradoras à rede das distribuidoras.

Em se tratando de geração centralizada, a geração solar possui características que permitem sua integração a projetos híbridos de geração de energia, aproveitando espaços ociosos e conexões à rede já existentes, em parques eólicos e mesmo na lâmina d'água dos reservatórios de hidrelétricas.

Há muito potencial para desenvolver a indústria solar no Brasil. Considerando que o país detém cerca de 95% das reservas mundiais de quartzo – material que dá origem ao silício utilizado nos painéis da captação de energia solar –, seria interessante pôr em prática uma estratégia que atue em duas frentes. A primeira seria um esforço para agregar valor à cadeia do quartzo, dominando a tecnologia dos produtos finais, como, por exemplo, a própria purificação de silício (LOBATO, 2009, p.3). A segunda seria investir diretamente no fortalecimento da indústria fotovoltaica brasileira. Tais esforços, aliados a outras iniciativas de pesquisa e desenvolvimento (P&D), são fundamentais para reduzir a dependência que o Brasil tem atualmente de equipamentos e tecnologia importados.

nota

<sup>10</sup> Para uma casa média, com até 4 pessoas, calcula-se um custo entre R\$ 25.000 e R\$ 35.000 (sistema de 3KWp).

## Biomassa

Um conjunto de outras fontes de energia complementa a matriz energética brasileira: as variadas formas de biomassa que alimentam termelétricas, tais como resíduos de madeira, biogás (de resíduos agrícolas, animais e urbanos), casca de arroz, capim elefante, óleos vegetais, licor negro e gás de alto forno. Dentre essas, destaca-se a biomassa de cana-de-açúcar, a segunda fonte da matriz energética brasileira (16,1%).

Em maio de 2015, a potência instalada em 507 empreendimentos (fonte biomassa) alcançou 13,3 GW na matriz elétrica nacional, dos quais 10,6 GW (388 plantas) fazem uso do bagaço de cana.

Particularmente importante na cogeração de energia no setor sucroalcooleiro e na venda de energia elétrica excedente, a biomassa de cana-de-açúcar é considerada uma fonte de emissão zero e possui complementariedade sazonal com regime hidrológico.

## Hidráulica

A fonte hidráulica contribui com 12,5% na matriz energética nacional e é a grande responsável pelo perfil limpo dessa matriz. Estima-se que o potencial hidrelétrico brasileiro seja de 260 GW, dos quais 89,9 GW são utilizados atualmente.

Por meio de Centrais Geradoras Hidrelétricas (CGH), Pequenas Centrais Hidrelétricas (PCH) e Usinas Hidrelétricas (UHE), a geração hidráulica atende principalmente às indústrias e às residências.

Suas principais vantagens são: combustível de custo zero, produção de energia barata, tempo de vida da usina longo, grande geração de emprego durante a construção, fonte 100% nacional, dependência zero do mercado internacional.

Seus maiores problemas são: os impactos socioambientais gerados pelo alagamento de grandes áreas para construção de reservatórios em sobreposição a Áreas de Proteção Ambiental (APA) e de populações tradicionais; a necessidade de construção de longas linhas de transmissão (sobre florestas, rios e sítios ocupados); o tempo de construção longo; a taxa de retorno baixa; o investimento alto; e a perda de confiabilidade (segurança de suprimento constante) em virtude da subordinação aos regimes hidrológicos pela opção pela construção de usinas a fio d'água. Em relação às emissões de gases de efeito estufa, é preciso observar que UHEs com áreas de alagamento de áreas florestais podem provocar altas emissões de metano, por meio da decomposição de biomassa inundada.

Cerca de 70% dos recursos hídricos nacionais estão na região Nor-

te, nas regiões hidrográficas Amazônica e Tocantins-Araguaia. Na região hidrográfica Amazônica repousa o maior potencial hídrico ainda não utilizado. Igualmente, é nessa parte do território brasileiro que estão localizadas a maioria das Unidades de Conservação, das Terras e Reservas Indígenas brasileiras e também a maior biodiversidade do planeta. Essas ocorrências simultâneas na Região Amazônica evidenciam o conflito entre expansão da oferta de energia e a preservação das populações tradicionais e do meio ambiente.

## 2.3 PANORAMA ATUAL DA MATRIZ ENERGÉTICA: FONTES NÃO RENOVÁVEIS

### Petróleo e seus Derivados

O petróleo e os seus derivados representam a parcela mais expressiva da matriz energética nacional (39,3%). Atualmente, a produção nacional está em torno de 2,4 milhões de barris por dia, sendo 715 mil oriundos do pré-sal. O montante de reservas estimado no Brasil corresponde a 15 bilhões de barris de petróleo.

A Petrobras opera 91,7% dos campos produtores do Brasil. Nos campos do pré-sal, por força do modelo de partilha, atua como operadora única, ou com participação mínima de 30% em consórcios formados com outras empresas.

A produção atende às termelétricas, às indústrias, às residências e ao setor de transportes. Sua maior empregabilidade é no setor de transportes, dependente em 80% de seus derivados.

O potencial do petróleo está condicionado ao desenvolvimento do pré-sal e do parque de refino nacional, ambos fortemente influenciados pelo preço da *commodity* no mercado internacional e pelo desempenho da Petrobras.

O Plano Decenal de Expansão de Energia (PDE – 2023) projetou que a produção brasileira de petróleo atingiria a marca de 5 milhões de barris diários, convertendo o Brasil em exportador líquido de petróleo em 2023. Porém, estes números precisam ser revistos, levando em conta a queda do preço do barril – que hoje oscila entre US\$50 e US\$60 –, o grande endividamento da Petrobras e a perda de grau de investimento.

Com um *break even* estimado entre US\$45 e US\$52, a produção do pré-sal permanecerá viável em condições de boa produtividade em seus poços (entre 15 mil e 25 mil barris por dia) e sem novas quedas no valor do barril de petróleo.

Assumindo um cenário de preço baixo do petróleo, com o aumento



da oferta, em um ambiente de economia mundial com fraco desempenho, a Petrobras terá menor rendimento no longo prazo e, como consequência, menor capacidade de investimento. Isto implicaria em metas menos ambiciosas, retração da presença internacional, venda de ativos, diminuição do tamanho da empresa e acirramento do debate sobre o modelo de partilha de produção no pré-sal. Tais conjecturas estão obviamente expostas à própria geopolítica do petróleo no mundo.

O desejável declínio do petróleo na matriz energética nacional e a consequente diminuição das emissões advindas de seu uso dependerão do estímulo aos biocombustíveis no transporte e de opções sustentáveis ou menos intensivas em carbono na geração térmica, como o bagaço de cana-de-açúcar e o gás natural, respectivamente.

## Gás Natural

O gás natural contribui com 12,8% na matriz energética e 11,3% na matriz elétrica nacional. No total, são 138 termelétricas no território nacional, responsáveis pela geração de 13 GW.

O gás natural atende às indústrias, às residências, ao setor de transporte e ao próprio setor de energia. Como insumo no transporte, converte-se em alternativa menos poluente que óleo diesel e gasolina. Como insumo energético é a opção menos poluente dentre os combustíveis fósseis usados em termelétricas, proporcionando taxas de retorno altas para o investidor.

Há certa dependência de importação de gás da Bolívia e pouca infraestrutura de gasodutos no país. O potencial do gás natural no Brasil está vinculado à política de petróleo. Caso sejam confirmadas as expectativas de crescimento de oferta de gás natural no Brasil, advinda do pré-sal, a transformação de térmicas a diesel e óleo combustível para térmicas a gás natural tornaria o parque termelétrico menos intensivo em emissões de GEE.

## Nuclear

A participação da geração nuclear no Brasil chega a 1,9 GW da matriz elétrica e 1,3% da matriz energética. A fatia nuclear deve ser ampliada para 3,39 GW, com a entrada em operação da terceira usina, Angra 3, prevista para 2018. A implementação de usinas adicionais parece estar fora do horizonte de 2030.

O Brasil possui grandes reservas da fonte primária, o urânio, e também detém o domínio tecnológico do ciclo de enriquecimento de urânio. Para além desses fatores, é preciso considerar ainda, no desenvolvimento do potencial nuclear, questões como: a política nuclear, o aumento em escala da produção de combustível nuclear e a viabilidade

de construções de novas usinas term nucleares.

Uma das principais vantagens dessa forma de geração de energia é que ela é isenta de emissões de CO<sub>2</sub>. Todavia a tragédia com os reatores nucleares de Fukushima, no Japão, lembrou os riscos associados à geração nuclear. Apesar de raros, os acidentes nucleares possuem consequências severas, traumáticas e de longa duração.

Além do “estigma nuclear” associado aos acidentes e às bombas atômicas, prejudicam a expansão da geração nuclear: a necessidade de investimentos muito altos, o longo tempo de construção e o problema do lixo atômico.

## Carvão Mineral

Na matriz energética nacional, a participação do carvão mineral e de seus derivados está em torno de 5,6%. No setor elétrico, são gerados 3,6 GW em termelétricas a carvão, localizadas em sua maioria no Rio Grande do Sul e Santa Catarina, onde estão as maiores reservas nacionais.

Além de o carvão mineral ser um insumo altamente poluente, as reservas nacionais são reconhecidamente de baixa qualidade, o que implica na necessidade de importação de carvão de melhor qualidade no mercado internacional, especialmente para a siderurgia.

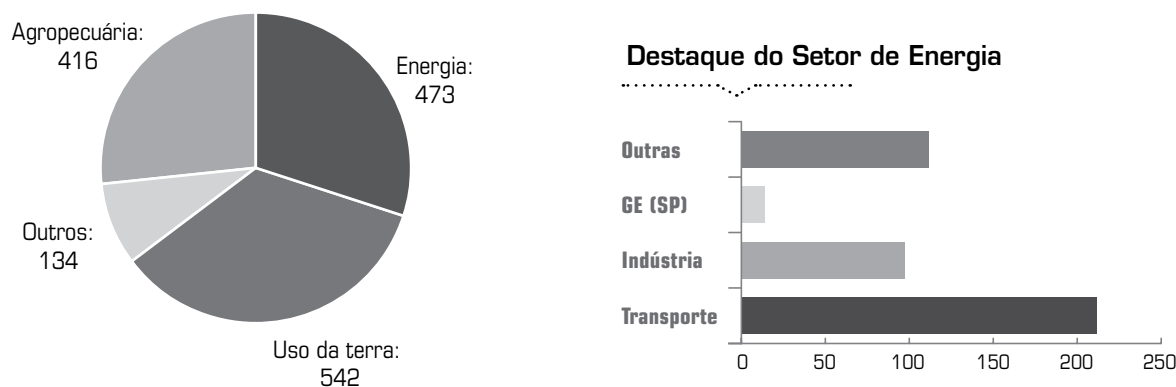
A tecnologia de gaseificação do carvão com captura e armazenamento de carbono abre uma possibilidade para o uso mais plural e sustentável do carvão mineral na matriz energética nacional. No entanto são necessárias análises de custo e de adaptabilidade ao carvão nacional e o desenvolvimento efetivo da tecnologia no Brasil.

## 2.4 O SETOR DE TRANSPORTES E AS EMISSÕES DE GEE: ANDANDO NA CONTRA MÃO DA SUSTENTABILIDADE

A matriz de transporte é o conjunto de modais que um país ou região possui e que representam a totalidade de suas malhas de transporte de passageiros e de carga. No Brasil, ela é predominantemente rodoviária e isso gera vários problemas de ordem logística e ambiental.

Gasolina, óleo diesel e querosene de aviação têm como destino principal o setor de transportes, que só emite menos CO<sub>2</sub> na atmosfera do que a agricultura e a pecuária, setores da economia diretamente relacionados com o desmatamento (SEEG, 2013). Desse modo, o consumo de energia no setor de transporte representa o “Calcanhar de Aquiles” da matriz energética nacional, como mostra a Figura 5.

FIGURA 5

Emissões de GEE por setores em 2013 (milhões tCO<sub>2</sub>eq – GWP)

GRÁFICOS ELABORADOS PELO AUTOR, A PARTIR DE SEEG (<http://www.seeg.eco.br/emissoes-totais/>).

Como mostra o gráfico, os dois principais setores responsáveis pelas emissões da matriz energética são o setor de transportes (46,9%) e a indústria (19,4%). Da energia total consumida pelo setor de transportes apenas 17% vêm de fontes renováveis. Na indústria, esse índice é de 56% (BEN, 2014).

## A opção pelo rodoviarismo no Brasil

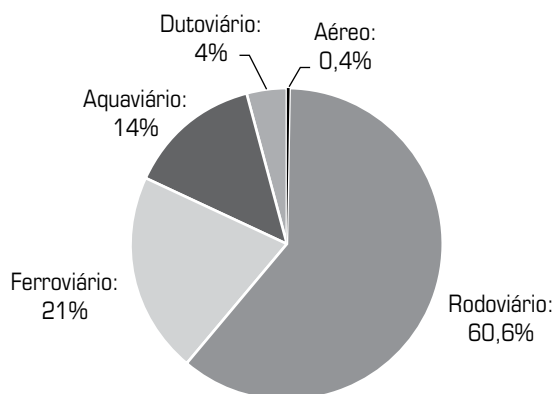
A opção brasileira pelo rodoviarismo e pelo transporte individual, evidente na Figura 6, intensifica o uso de combustíveis fósseis, aumenta o chamado Custo Brasil e agrava os problemas de mobilidade e de poluição nos grandes centros urbanos.

O investimento em outros modais, associado à melhoria das condições das rodovias, é condicionante para a construção de uma matriz de transporte mais sustentável. Além disso, o etanol e o biodiesel são opções sustentáveis para a matriz de transporte.

O Brasil já deu indicações de que pretende caminhar nessa direção. Entre os elementos orientadores da posição brasileira nas negociações da Agenda de Desenvolvimento Pós-2015 apresentados no ano passado, constavam a redução de veículos automotores movidos a combustíveis fósseis e a substituição de combustíveis fósseis por renováveis no transporte público (GT INTERMINISTERIAL SOBRE A AGENDA PARA O DESENVOLVIMENTO PÓS-2015, 2014, p.23).

FIGURA 6

## Matriz de transporte do Brasil em 2013



## Matriz de transporte em outros países em 2012

PAÍS	Rodoviário	Aquaviário	Ferroviário	Dutoviário
EUA	13%	43%	13%	31%
CHINA	11%	63,5%	23,5%	02%
RÚSSIA	04%	03%	43%	50%
BRASIL	61%	14%	21%	04%

GRÁFICOS ELABORADOS PELO AUTOR, A PARTIR DE BOLETIM ESTATÍSTICO CNT, EUROPEAN COMMISSION.

## Etanol

O setor de etanol passou por um vigoroso crescimento entre 2003 e 2009, impulsionado pela alta do preço do petróleo, por incentivos como os carros *flex fuel* com IPI reduzido, pelo acesso a crédito, e pelo ambiente internacional favorável. Porém, desde o início da década de 2010, o setor passou a sofrer com endividamento, perda de competitividade em relação à gasolina e ao açúcar, problemas climáticos e um ambiente internacional desfavorável.

Tendo em vista os benefícios ambientais do uso do etanol, faz-se necessário uma política própria para o setor que atue em três frentes: (i) redução tributária (ICMS) sobre o etanol; (ii) oneração dos combustíveis fósseis (elevação de PIS, COFINS e o retorno da Contribuição de Intervenção no Domínio Econômico – CIDE); (iii) proteção do etanol às oscilações do preço do açúcar no mercado internacional quando este for mais rentável aos usineiros, evitando risco de desabastecimento e perda de confiança.

É notável que o aumento do percentual de álcool anidro na gasolina (atualmente em 27,5%) tem sido um importante instrumento para estimular a demanda por etanol, mas não se converte em política estrutural.

Atualmente, a participação do etanol na matriz de transporte é de, aproximadamente, 14,3% (BEN, 2014).

## Biodiesel

Estimativas apontam que o Biodiesel (B7) – misturado ao óleo diesel a 7% – evita a emissão de 7,3 milhões de toneladas de CO<sub>2</sub> ao ano no Brasil (EMBRAPA, 2015). A participação de biodiesel na matriz nacional de transportes é de 2,3% (BEN, 2014).

O Selo Combustível Social, que proporciona incentivos fiscais aos produtores de biodiesel que insiram a agricultura familiar em seus processos produtivos, é uma importante iniciativa governamental. Porém a predominância da soja como insumo principal do biodiesel deve ser minorada. Isso porque a produção em larga escala de biodiesel à base do óleo de soja pode aumentar a pressão sobre a fronteira agrícola, ampliando a área de desmatamento na Região Norte. Ainda, pode inviabilizar a inclusão da agricultura familiar, sem condições de competir com a escala do agronegócio, além de não estimular a diversidade de culturas como amendoim, mamona, girassol e palma – atividades importantes para o desenvolvimento de potencialidades locais, que é uma das bandeiras do PNPB.

## 3. A QUESTÃO ENERGÉTICA NA NOVA AGENDA DE DESENVOLVIMENTO INTERNACIONAL

Os Objetivos de Desenvolvimento do Milênio (ODM), inaugurados em 2000, foram responsáveis por promover esforços globais que ocasionaram diversos avanços para temas como fome, miséria, mortalidade infantil e desigualdade de gênero dentre outros. Em razão de seu iminente prazo de encerramento (setembro de 2015), os Estados membros das Organizações das Nações Unidas (ONU) vêm discutindo a necessidade de criação de uma nova agenda que dê continuidade à iniciativa dos ODM, possibilitando a manutenção das conquistas até então realizadas e o alcance de novas metas.

Dentre as prioridades dessa nova agenda de desenvolvimento, chamada de Agenda Pós-2015, destacam-se as questões ambientais e climáticas. Para lidar com esse problema, o Grupo de Trabalho Aberto, fruto da Conferência Rio+20, apresentou uma proposta que compreende 17 sugestões de metas, denominadas Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS). Algumas das metas propostas estão ligadas de maneira indireta à questão energética, a qual é abordada de maneira mais explícita no ODS7 (ver Box 1.) A discussão e aprovação destas metas estão na pauta de trabalho da próxima Assembleia Geral da ONU, com início em setembro de 2015.

## BOX 1

## Os 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável

**ODS1.** Acabar com a pobreza em todas as suas formas, em todos os lugares;

**ODS2.** Acabar com a fome, alcançar a segurança alimentar, melhorar a nutrição, e promover a agricultura sustentável;

**ODS3.** Assegurar uma vida saudável e promover o bem-estar para todos, em todas as idades;

**ODS4.** Garantir educação inclusiva e equitativa de qualidade, e promover oportunidades de aprendizado ao longo da vida para todos;

**ODS5.** Alcançar igualdade de gênero e empoderar todas as mulheres e meninas;

**ODS6.** Garantir disponibilidade e manejo sustentável da água e saneamento para todos;

**ODS7.** Garantir acesso à energia barata, confiável, sustentável e moderna para todos;

**ODS8.** Promover o crescimento econômico sustentado, inclusivo e sustentável, emprego pleno e produtivo, e trabalho decente para todos;

**ODS9.** Construir infraestrutura resiliente, promover a industrialização inclusiva e sustentável e fomentar a inovação;

**ODS10.** Reduzir a desigualdade entre os países e dentro deles;

**ODS11.** Tornar as cidades e os assentamentos humanos inclusivos, seguros, resilientes e sustentáveis;

**ODS12.** Assegurar padrões de consumo e produção sustentáveis;

**ODS13.** Tomar medidas urgentes para combater a mudança do clima e seus impactos;

**ODS14.** Conservar e promover o uso sustentável dos oceanos, mares e recursos marinhos para o desenvolvimento sustentável;

**ODS15.** Proteger, recuperar e promover o uso sustentável dos ecossistemas terrestres, gerir de forma sustentável as florestas, combater a desertificação, bem como deter e reverter a degradação do solo e a perda de biodiversidade;

**ODS16.** Promover sociedades pacíficas e inclusivas para o desenvolvimento sustentável, proporcionar o acesso à justiça para todos e construir instituições eficazes, responsáveis e inclusivas em todos os níveis;

**ODS17.** Fortalecer os mecanismos de implementação e revitalizar a parceria global para o desenvolvimento sustentável.

É possível notar que a diversificação da matriz energética, através da introdução de fontes renováveis e limpas, está alinhada aos ODS. Acompanhada de programas de eficiência e conservação de energia e de investimentos em P&D, a diversificação pode atender a questões prioritárias da política nacional e da agenda internacional, como segurança energética, desenvolvimento social e econômico e respeito ao meio ambiente.

#### 4. CONCLUSÃO

Partindo de um patamar já favorável, com alto percentual de renováveis em sua matriz energética, sem paralelos no mundo para países de mesma dimensão, o Brasil possui todos os pré-requisitos para superação de uma fase de insegurança energética, através da diversificação de sua matriz energética em bases sustentáveis. Contribui, para isso, a variedade de recursos energéticos existentes no território nacional e as condições naturais favoráveis à exploração de fontes como a eólica e a solar.

Apesar desses fatores positivos, o país possui um conjunto de obstáculos que precisa ser superado para consecução de sua potencialidade energética em bases sustentáveis: históricas lacunas de infraestrutura, de formação educacional e profissional; insegurança jurídica; burocracia excessiva; pouco estímulo à inovação; politização das decisões no setor energético; crescimento desordenado das cidades; matriz de transporte equivocada; dificuldade de coordenar um setor energético desverticalizado, com múltiplos atores; e o descompasso entre o planejamento energético e a gestão ambiental nacional.

Diante deste complexo cenário, o Brasil deve canalizar seus esforços para dois eixos principais: inovação e educação. A segurança e a independência energética dependerão cada vez mais de inovação, pesquisa e domínio tecnológico. Por outro lado, a temática ambiental, intensamente debatida em fóruns internacionais, precisa se aproximar do cidadão comum. Para tanto, é preciso educar de forma crítica o consumidor de energia do futuro, que formará a base de uma nova sociedade, com estilos de vida e padrões de consumo mais sustentáveis. Afinal, o crescimento tem limites, mas o desenvolvimento socioambiental não.

## 5. LISTA DE ACRÔNIMOS

<b>ANEEL:</b> Agência Nacional de Energia Elétrica	<b>PDE 2023:</b> Plano Decenal de Expansão de Energia 2023
<b>APA:</b> Áreas de Proteção Ambiental	<b>P&amp;D:</b> Pesquisa e desenvolvimento
<b>BEN:</b> Balanço Energético Nacional	<b>PIB:</b> Produto Interno Bruto
<b>BIG:</b> Banco de Informações de Geração	<b>PIS:</b> Programas de Integração Social
<b>BNDDES:</b> Banco Nacional de Desenvolvimento	<b>PNPB:</b> Programa Nacional de Produção e Uso de Biocombustíveis
<b>CAIT:</b> Climate Analysis Indicators Tool	<b>PPT:</b> Programa Prioritário de Termelétricas
<b>CGH:</b> Central Geradora Hidrelétrica	<b>Proálcool:</b> Programa Nacional do Alcool
<b>CONFAZ:</b> Conselho Nacional de Política Fazendária	<b>PROINFA:</b> Programas de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica
<b>COFINS:</b> Contribuição para Financiamento da Seguridade Social	<b>SEEG:</b> Sistema de Estimativa de Emissão de Gases de Efeito Estufa
<b>EPE:</b> Empresa de Pesquisa Energética	<b>SIN:</b> Sistema Interligado Nacional
<b>Finame:</b> Financiamento de Máquinas e Equipamentos	<b>UFV:</b> Usina Geradora Solar Fotovoltaica
<b>GEE:</b> Gases de Efeito Estufa	<b>UHE:</b> Usina Hidrelétrica
<b>GW:</b> Gigawatts	<b>UTE:</b> Usina Termelétrica
<b>IEA:</b> International Energy Agency	<b>WRI:</b> World Resources Institute
<b>ICMS:</b> Imposto de Comercialização de Mercadorias e Serviços	
<b>IPI:</b> Imposto sobre Produtos Industrializados	
<b>KWES:</b> Key World Energy Statistics	
<b>MME:</b> Ministério de Minas e Energia	
<b>MW:</b> Megawatts	
<b>MWp:</b> Megawatt-pico	
<b>OCDE:</b> Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico	
<b>ODM:</b> Objetivos do Milênio	
<b>ODS:</b> Objetivos do Desenvolvimento Sustentável	
<b>ONU:</b> Organizações das Nações Unidas	
<b>PCH:</b> Pequena Central Hidrelétrica	



## 6. BIBLIOGRAFIA

ABBUD, O; TANCREDI, M. Transformações recentes da matriz brasileira de geração de energia elétrica – causas e impactos principais. **Centro de Estudos da Consultoria do Senado: Textos para Discussão**. Brasília: n. 69, 64p., mar. 2010. Disponível em: <<http://www2.senado.leg.br/bdsf/item/id/182500>>. Acesso em: 16 jul. 2015.

ALVES FILHO, J. **Matriz energética brasileira: da crise à grande esperança**. Rio de Janeiro: Maud, 2003.

ANEEL – AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. Aberta audiência pública sobre o Leilão de Energia de Reserva de fonte solar. *Informações Técnicas*, 02 jun. 2015a. Disponível em <[http://www.aneel.gov.br/aplicacoes/noticias/Output\\_Noticias.cfm?Identidade=8591&id\\_area=90](http://www.aneel.gov.br/aplicacoes/noticias/Output_Noticias.cfm?Identidade=8591&id_area=90)>. Acesso em: 16 jul. 2015.

\_\_\_\_\_. BIG – Banco de Informações de Geração: Capacidade de Geração do Brasil. Atualizado em: 17 mar. 2015b. Disponível em: <<http://www.aneel.gov.br/aplicacoes/capacidadebrasil/capacidadebrasil.cfm>>. Acesso em: 16 jul. 2015.

\_\_\_\_\_. Revisão da norma que trata da micro e minigeração distribuída está em audiência. *Imprensa*, 05 mai. 2015c. Disponível em <[http://www.aneel.gov.br/aplicacoes/noticias/Output\\_Noticias.cfm?Identidade=8534&id\\_area=90](http://www.aneel.gov.br/aplicacoes/noticias/Output_Noticias.cfm?Identidade=8534&id_area=90)>. Acesso em: 16 jul. 2015.

\_\_\_\_\_. Estabelece as condições gerais para o acesso de microgeração e minigeração distribuída aos sistemas de distribuição de energia elétrica, o sistema de compensação de energia elétrica, e dá outras providências. Resolução Normativa nº 482, de 17 de abril de 2012. Disponível em: <<http://www.aneel.gov.br/cedoc/ren2012482.pdf>>. Acesso em: 16 jul. 2015.

BERMANN, Célio. Impasses e controvérsias da hidreletricidade. **Estudos Avançados**, v.21, n.59, p.139-153, 2007.

BRASIL – PRESIDÊNCIA DA REPÚBLICA. Lei Complementar n.140, de 8 de dezembro de 2011. Fixa normas, nos termos dos incisos III, VI e VII do caput e do parágrafo único do art. 23 da Constituição Federal, para a cooperação entre a União, os Estados, o Distrito Federal e os Municípios nas ações administrativas decorrentes do exercício da competência comum relativas à proteção das paisagens naturais notáveis, à proteção do meio ambiente, ao combate à poluição em qualquer de suas formas e à preservação das florestas, da fauna e da flora; e altera a Lei no 6.938, de 31 de agosto de 1981. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/Leis/LCP/Lcp140.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/LCP/Lcp140.htm)>. Acesso em: 16 jul. 2015.

BRASIL. MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA, EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. Plano Nacional de Energia 2030. Brasília: MME; EPE, 2007.

\_\_\_\_\_. Plano Decenal de Expansão de Energia 2023. Brasília: MME; EPE, 2014.

CAMILLO, E. As políticas de inovação da indústria de energia eólica: uma análise do caso brasileiro com base no estudo de experiências internacionais. 2013. [s.n.]. Tese (Doutorado) – Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Geociências, Campinas, 2013.

CONFAZ – CONSELHO NACIONAL DE POLÍTICA FAZENDÁRIA. Autoriza a conceder isenção nas operações internas relativas à circulação de energia elétrica, sujeitas a faturamento sob o Sistema de Compensação de Energia Elétrica de que trata a Resolução Normativa nº 482, de 2012, da Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL. Convênio ICMS 16, de 22 de abril de 2015. Disponível em: <[https://www.confaz.fazenda.gov.br/legislacao/convenios/convenio-icms/2015/cv016\\_15](https://www.confaz.fazenda.gov.br/legislacao/convenios/convenio-icms/2015/cv016_15)>. Acesso em: 16 jul. 2015.

EMBRAPA – EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Biodiesel reduz em 70% a emissão de Gases do Efeito Estufa. **EMBRAPA Notícias**, 17 abr. 2015. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/2723697/biodiesel-reduz-em-70-a-emissao-de-gases-do-efeito-estufa>>. Acesso em: 16 jul. 2015.

EPE – EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. Balanço Energético Nacional 2014: relatório síntese – ano base 2013. **Relatório**. Rio de Janeiro, maio de 2014. Disponível em: <[https://ben.epe.gov.br/downloads/S%C3%ADntese%20do%20Relat%C3%B3rio%20Final\\_2014\\_Web.pdf](https://ben.epe.gov.br/downloads/S%C3%ADntese%20do%20Relat%C3%B3rio%20Final_2014_Web.pdf)>. Acesso em: 16 jul. 2015.

FRISCHTAK, C. R. A matriz de energia elétrica brasileira e a economia de baixo carbono. **Estudos e Pesquisa n.286**. In: Fórum Nacional – Na crise global, o novo papel do Brasil (Crise como oportunidade, através do Plano de Ação), 21, 2009. Rio de Janeiro, INAE, 2009, p.22. Disponível em: <<http://www.interb.com.br/content/matriz-de-energia-el%C3%A9trica-brasileira-e-economia-de-baixo-carbono>>. Acesso em: 16 jul. 2015.

FRANKFURT SCHOOL; UNEP COLLABORATING CENTRE et al. **Global Trends in Renewable Energy Investment 2015**. Relatório. 2015, 85p. Disponível em: <<http://fs-unep-centre.org/publications/global-trends-renewable-energy-investment-2015>>. Acesso em: 16 jul. 2015.

GOLDEMBERG, J. **Energy and human well-being**. UNDP, 2001. Disponível em: <<http://hdr.undp.org/en/content/energy-and-human-well-being>>. Acesso em: 16 jul. 2015.

\_\_\_\_\_. Pesquisa e desenvolvimento na área de energia. **São Paulo em Perspectiva** [online], v.14, n.3, p.91-97, 2000. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0102-88392000000300014&script=sci\\_abstract](http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0102-88392000000300014&script=sci_abstract)>. Acesso em: 16 jul. 2015.

GOLDEMBERG, J; LUCON, O. Energia e meio ambiente no Brasil. **Estudos Avançados** [online], v.21, n.59, p.7-20. 2007. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0103-40142007000100003&script=sci\\_abstract&tlng=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0103-40142007000100003&script=sci_abstract&tlng=pt)>. Acesso em: 16 jul. 2015.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Pesquisa de Informações Básicas Municipais: perfil dos municípios brasileiros 2013**. Rio de Janeiro: IBGE, 2014. Disponível em: <[ftp://ftp.ibge.gov.br/Perfil\\_Municipios/2013/munic2013.pdf](ftp://ftp.ibge.gov.br/Perfil_Municipios/2013/munic2013.pdf)>. Acesso em: 16 jul. 2015.

IEA – INTERNATIONAL ENERGY AGENCY. Key World Energy Statistics 2014. França: Chirat, 2014, 80p. Disponível em: <<https://www.iea.org/publications/freepublications/publication/KeyWorld2014.pdf>>. Acesso em: 16 jul. 2015.

INPE-OBT. Projeto PRODES: Monitoramento da floresta amazônica brasileira por satélite. Apresentação Geral. Disponível em <<http://www.obt.inpe.br/prodes/index.php>>. Acesso em: 16 jul. 2015.

LOBATO, E. A mineração brasileira. Minas Gerais: J. Mendo Consultoria; MME; BIRD, 2009. 32p. (Relatório Técnico 37. Perfil do Quartzo. Projeto Estal). Disponível em: <<http://www.jmendo.com.br/tipo/a-mineracao-brasileira/>>. Acesso em: 16 de julho de 2015.

MCT – MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA/COPPE/IVIG/PPE-COPPE. Emissões de dióxido de carbono e de metano pelos reservatórios hidrelétricos brasileiros. In: Primeiro inventário brasileiro de emissões antrópicas de gases de efeito estufa. Relatório. 2006. Disponível em: <[www.mct.gov.br/upd\\_blob/0008/8855.pdf](http://www.mct.gov.br/upd_blob/0008/8855.pdf)>. Acesso em: 16 jul. 2015.

MEADOWS, D. et al. **The Limits to Growth**. New York: Universe Books, 1972.

MELO, E. Fonte eólica de energia: aspectos de inserção, tecnologia e competitividade. **Estudos Avançados**, v.27, n.77, p.125-142, 2013.

GT INTERMINISTERIAL SOBRE A AGENDA PARA O DESENVOLVIMENTO PÓS-2015. Negociações da Agenda de Desenvolvimento Pós-2015: elementos orientadores da posição brasileira. 2014. Disponível em: <[http://www.itamaraty.gov.br/images/ed\\_desenvsust/ODS-pos-bras.pdf](http://www.itamaraty.gov.br/images/ed_desenvsust/ODS-pos-bras.pdf)>. Acesso em: 16 jul. 2015.

PASTERNAK, A. Global energy futures and human development: a framework for analysis, UCRL-ID-140773. Los Alamos: Lawrence Livermore National Laboratory, 2000.

PNUD. Open Working Group proposal for Sustainable Development Goals. 2014. Disponível em: <<https://sustainabledevelopment.un.org/index.php?page=view&type=400&nr=1579&menu=1300>>. Acesso em: 16 jul. 2015.

REGO, E. Entendendo a expressiva participação das termelétricas a gás natural no primeiro leilão de energia nova. **Revista Brasileira de Energia**, v.13, n.2, p.84-101, 2007.

RITTL, C. Mudanças Climáticas e Transferência de Tecnologia. **WWF Brasil** (Opinião), 29 set. 2009. Disponível em: <<http://www.wwf.org.br/informacoes/opiniao/?21640/ARTIGO-Mudanas-Climticas-e-Transferencia-de-Tecnologia>>. Acesso em: 16 jul. 2015.

ROSA, L. P. Geração Hidrelétrica, Termelétrica e Nuclear. **Estudos Avançados**, v.21, n.59, p.39-58, 2007.

SCHAEFFER, R. Energia em Debate. (Vídeo). Rio de Janeiro, Museu do Meio Ambiente, 16 de março de 2013, Entrevista concedida ao programa Conversa no Museu. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=wMoRak2109A>>. Acesso em: 16 jul. 2015.

SEEG BRASIL – SISTEMA DE ESTIMATIVA DE EMISSÃO DE GASES DE EFEITO ESTUFA. Observatório do Clima. Disponível em: <<http://www.seeg.eco.br/>>. Acesso em: 16 jul. 2015.

SILVA, M; GUIMARÃES, L. Uso do índice de desenvolvimento humano como instrumento de projeção de demanda de energia elétrica. **Economia & Energia**, Ano XVI, n.86, jul./set. 2012. Disponível em: <[http://ecen.com/eee86/eee86p/idh\\_eletricidade.htm](http://ecen.com/eee86/eee86p/idh_eletricidade.htm)>. Acesso em: 16 jul. 2015.

SIMAS, M; PACCA, S. Energia eólica, geração de empregos, e desenvolvimentos sustentável. **Estudos Avançados**, v.27, n.77, p.99-115, 2013.

TIBA, Chiqueru. et al. **Atlas solarimétrico do Brasil: banco de dados solarimétricos**. Recife: Ed. UFPE, 2000.

TOLMASQUIM, M; GUERREIRO, A; GORINI, R. Matriz energética brasileira: uma prospectiva. **Novos Estudos - CEBRAP**, n.79, p.47-69, 2007.

TOLMASQUIM, M. Mudanças nos números do mercado. GESEL/UFRJ, Rio de Janeiro, 08 dez. 2009. Entrevista concedida no Fórum/GESEL: Perspectivas do Setor Elétrico Brasileiro. Disponível em: <[www.nuca.ie.ufrj.br/gesel/eventos/forum2/entrevista2.pdf](http://www.nuca.ie.ufrj.br/gesel/eventos/forum2/entrevista2.pdf)>. Acesso em: 16 jul. 2015.

WRI, CAIT – WORLD RESOURCES INSTITUTE. CAIT Climate Data Explorer. Disponível em: <<http://cait.wri.org/>>. Acesso em: 07 jun. 2015.

## Sites

<http://data.worldbank.org>

<http://www.mme.gov.br/programas/proinfra/>

<http://www.pnud.org.br>

<http://cait.wri.org>

[http://ec.europa.eu/transport/index\\_en.htm](http://ec.europa.eu/transport/index_en.htm)

<http://www.cnt.org.br/Paginas/Boletins.aspx>

## EXPEDIENTE

### **Produção editorial**

Jonathan Fernandes  
Laís Ramalho  
Renata H. Dalaqua  
Roberto Fendt Jr.  
Tatiana Oliveira

### **Revisão**

Charlotte Valadier  
Lívia Azevedo  
Lorena Lira Vieira Correa  
Teresa Costa

### **Projeto gráfico**

EDF Design Gráfico/Web Design

### **Ilustração**

Almanix Web & Design

### **Impressão**

Walprint Gráfica

**Todos os direitos reservados ao**



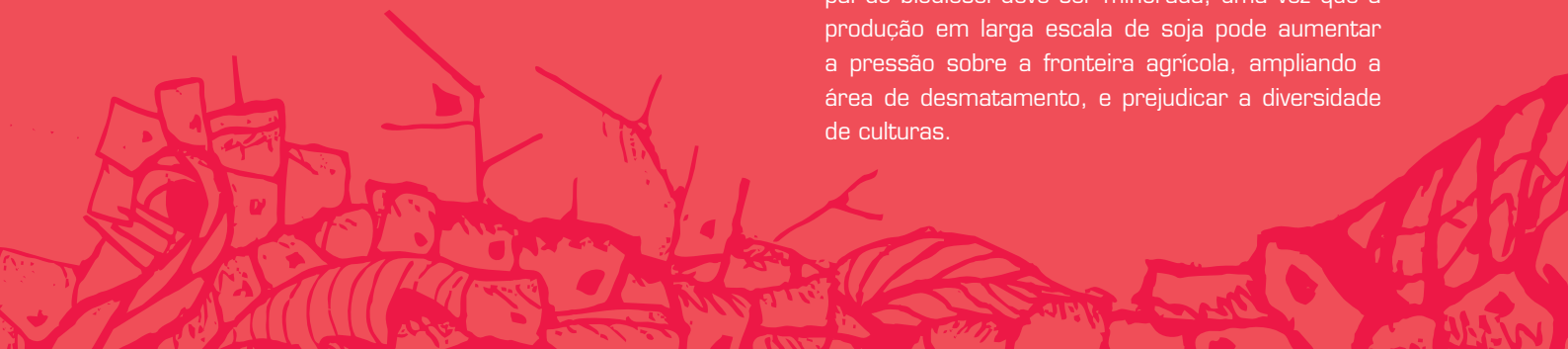
CENTRO BRASILEIRO DE RELAÇÕES INTERNACIONAIS  
Rua Candelária, 9 – Grupo 201 – Centro  
20091-904 – Rio de Janeiro, RJ – Brasil  
+55 21 2206-4444 – [www.cebri.org](http://www.cebri.org) – [cebri@cebri.org.br](mailto:cebri@cebri.org.br)

## PONTOS-CHAVE

- 1.** A matriz energética corresponde à oferta de energia primária que move todos os setores da economia de um país, dos combustíveis líquidos derivados do petróleo que são queimados nos motores dos automóveis à energia cinética das águas dos rios, convertida em energia elétrica pelas usinas hidrelétricas.
- 2.** No Brasil, a matriz energética é composta por 41% de fontes renováveis e 59% de fontes não renováveis. Com esse perfil, a matriz energética brasileira é uma das mais limpas do mundo.
- 3.** A diversificação através da introdução e da ampliação de fontes de energia renováveis é um caminho para garantir a segurança energética do país, sem comprometer o perfil limpo da matriz brasileira.
- 4.** Políticas públicas que visam a desonerar a cadeia produtiva de fontes alternativas e limpas de energia e soluções de mercado que ofereçam condições de competitividade com formas tradicionais de geração de energia são instrumentos importantes para promover a diversificação da matriz energética brasileira.
- 5.** Embora seja uma das mais limpas do mundo, a matriz energética brasileira representa cerca de um terço das emissões de GEE no país. O setor de transportes é o principal responsável pelas emissões da matriz energética.
- 6.** A opção brasileira pelo rodoviarismo e pelo transporte individual intensifica o uso de combustíveis fósseis, aumenta o chamado Custo Brasil e agrava os problemas de mobilidade e de poluição nos grandes centros urbanos.

## RECOMENDAÇÕES

- 1.** A microgeração distribuída, em especial, a solar fotovoltaica, deve ser estimulada de todas as formas, pois promove interatividade entre o usuário final da energia e o sistema como um todo, trazendo cidadania ao processo de gestão energética.
- 2.** Uma maneira de estimular a expansão da energia solar fotovoltaica em residências é expandir o alcance de medidas de isenção e desoneração de tributos, de modo a reduzir o custo e o tempo de retorno do investimento.
- 3.** O Brasil detém cerca de 95% das reservas mundiais de quartzo – material que dá origem ao silício utilizado nos painéis da captação de energia solar. É preciso aproveitar essa oportunidade e desenvolver o potencial da indústria solar no Brasil, agregando valor à cadeia do quartzo, dominando a tecnologia dos produtos finais, como, por exemplo, a própria purificação de silício.
- 4.** Para reduzir as emissões decorrentes da geração térmica, recomenda-se ampliar a utilização de fontes menos intensivas em carbono nas termelétricas, como o bagaço de cana-de-açúcar e o gás natural, respectivamente.
- 5.** Para construir uma matriz de transporte mais sustentável, é crucial investir em modais variados (ferrovias, hidrovias, transporte dutoviário) e melhorar as condições das rodovias. O estímulo aos biocombustíveis é também fundamental, uma vez que estes desempenham importante papel no processo de substituição e mitigação no uso da gasolina e do óleo diesel.
- 6.** Tendo em vista os benefícios ambientais do uso do etanol, faz-se necessário uma política própria para o setor que atue em três frentes: (i) redução tributária sobre o etanol; (ii) oneração dos combustíveis fósseis; (iii) proteção do etanol às oscilações do preço do açúcar no mercado internacional quando este for mais rentável aos usineiros, evitando risco de desabastecimento e perda de confiança.
- 7.** A predominância da soja como insumo principal do biodiesel deve ser minorada, uma vez que a produção em larga escala de soja pode aumentar a pressão sobre a fronteira agrícola, ampliando a área de desmatamento, e prejudicar a diversidade de culturas.



# CAMINHOS PARA O FUTURO QUE QUEREMOS

**VOLUME 1** 2015

O CEBRI é um *think tank* – centro de pensamento – que tem por objetivo desenvolver conhecimento e promover o debate sobre temas das relações internacionais, oferecendo subsídios para a definição de políticas públicas. Busca também fomentar o diálogo entre diferentes atores, públicos e privados, com o objetivo de promover um melhor entendimento da agenda internacional, bem como do papel do Brasil no cenário global.

O projeto Caminhos para o Futuro que Queremos é fruto da parceria entre o CEBRI e a Fundação Konrad Adenauer (KAS) para avançar o conhecimento sobre a agenda internacional do desenvolvimento sustentável e formular propostas voltadas para a atuação do Brasil nessa área.

