

> A ENERGIA QUE QUEREMOS



Os caminhos para uma matriz sustentável

Quais são os desafios para uma expansão eficiente do setor elétrico, seus erros e acertos e por que a sociedade civil precisa saber e discutir o futuro da energia no país



Apresentação

4 Uma Luz para o Brasil

1



Energia elétrica: Um bem essencial

12 Energia e Progresso

2



Geração, transmissão e consumo de energia elétrica

- 20 Bases para Funcionamento de uma Matriz
- 22 Variação de Consumo e Segurança do Sistema
- 23 O Preço da Geração
- 24 Tarifas de Energia
- 28 Fator de Capacidade
- 32 A Interdependência e Complementariedade das Fontes
- 35 E se houver uma sobrecarga de consumo de energia?
- 36 Fontes de Geração Disponíveis no Mundo
- 38 Principais Fontes de Geração de Energia no Brasil

3



Nossa matriz elétrica

- 54 Um Olho na Oferta, Outro na Demanda
- 56 A Matriz Elétrica Nacional
- 60 O Pib e o Crescimento da Demanda
- 62 Por que não conseguimos cumprir nosso Planejamento Elétrico?
- 64 A Capacidade Instalada Atual e as Projeções para 2030
- 66 E quais são os Impactos do Descumprimento?
- 68 Cenários de Expansão

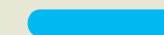
4



Os desafios para a expansão sustentável do setor elétrico brasileiro

- 75 Desafios da Sociedade
- 76 As Vantagens Nacionais em Função da Energia Hídrica
- 80 Amazônia: a Grande Fornecedora de Energia do Futuro
- 80 Os Esforços para preservar a Biodiversidade da Floresta
- 81 Um Novo Olhar para a Questão Indígena
- 82 Erros e Acertos do Setor Elétrico
- 84 Elementos de um Novo Fazer
- 85 Caminhos para uma Expansão Sustentável
- 86 Mitos e Verdades

5



A matriz elétrica nacional ideal

- 92 Perspectivas
- 94 Vocações Energéticas Regionais
- 96 Qual é nossa Matriz Ideal?

/UMA LUZ PARA O BRASIL

POR QUE A SOCIEDADE BRASILEIRA PRECISA DISCUTIR
AMPLAMENTE A QUESTÃO ENERGÉTICA E DECIDIR QUAL
ENERGIA ELA QUER PARA O FUTURO



Com exceção das poucas comunidades indígenas isoladas, que vivem completamente independentes da sociedade moderna, todos nós dependemos de energia elétrica em praticamente todas as nossas atividades diárias.

A importância da energia elétrica para a sociedade, porém, vai muito além disso. Ela influencia diretamente no Produto Interno Bruto (PIB) de um país, pode ser correlacionada com o seu Índice de Desenvolvimento Humano (IDH), além de estar por trás, como suporte, de direitos e serviços fundamentais nas áreas da saúde, educação e segurança.

Não há dúvidas de que uma sociedade que consegue solucionar a sua demanda de eletricidade abre um grande espaço para o seu desenvolvimento social, tecnológico e de inovação. Aproveitando, assim, a cadeia de benefícios que a energia pode gerar.

Neste contexto, o que se observa desde o descobrimento da eletricidade é uma corrida mundial para o desenvolvimento de novas tecnologias de geração, buscando cada vez mais otimização dos custos.

Todos os países desenvolvidos equacionaram, de alguma forma, a sua questão energética fazendo escolhas sobre quais as fontes utilizariam, a fim de proporcionar à população o suporte energético para se desenvolver, crescer e melhorar suas condições de vida – ainda que as soluções historicamente encontradas estejam sendo questionadas e repensadas para buscar uma redução de emissões poluentes, o que vem alterando as matrizes dos países desenvolvidos, principalmente na Europa.

Não tem sido diferente no Brasil. Vivenciamos uma forte expansão da nossa fonte mais abundante: as hidrelétricas. Diversas usinas, pequenas e grandes, foram instaladas nas últimas décadas, tornando a matriz elétrica brasileira predominantemente hídrica, considerada por muitos uma opção privilegiada em função do seu baixo custo de geração e de seu caráter renovável.

De fato, o Brasil é privilegiado nesse sentido. Apesar de duramente questionada por questões ambientais, a geração hidrelétrica é, por natureza, renovável, pois não se “gasta” água na geração. A aceleração das turbinas se dá apenas pelo movimento da água de um ponto mais alto para outro mais baixo, por gravidade, sendo ela devolvida ao seu curso após esse movimento. Somado a isso, a eletricidade produzida por fontes hídricas é mais barata, como será explicado mais adiante, e permite o estoque de água para utilização em tempos de seca ou de demandas maiores.

Além disso, o Brasil também apresenta um alto potencial para a utilização de outras fontes, como a eólica, proveniente dos ventos, a gerada por biomassa e a solar. Todas apresentaram grandes avanços tecnológicos nos últimos anos, o que vem influenciando positivamente nos custos de geração e no aumento da participação de cada uma delas na nossa matriz.

No entanto, mesmo com toda essa potencialidade para energias renováveis, não se pode dizer que Brasil equacionou a questão elétrica nacional. Longe disso.

Nosso planejamento é constantemente questionado por especialistas e raramente cumprido. Isso ocorre tanto por questões políticas e pressão de diversos atores, inclusive internacionais, quanto por dificuldades tarifárias e fatores ambientais.

> Nosso planejamento é constantemente questionado por especialistas e raramente cumprido. Isso ocorre tanto por questões políticas e pressão de diversos atores, inclusive internacionais, quanto por dificuldades tarifárias e fatores ambientais.



Acima, moradores do Norte e Nordeste que são alvos de projetos sociais que incentivam o uso de energia renovável: o Brasil tem o desafio de expandir sua matriz energética de forma eficiente e sustentável

Em função de equívocos cometidos em algumas obras do setor, além da ação de grupos ativistas contrários, as usinas hidrelétricas estão em processo de demonização no país. Adicionalmente, quando o assunto é expansão hidroenergética, todas as atenções recaem inevitavelmente sobre a Amazônia, onde se encontra o nosso maior potencial. O fato vem gerando, é claro, uma dura oposição de grupos nacionais e estrangeiros preocupados com danos socioambientais à região.

Por outro lado, o setor aposta muitas fichas em fontes como eólica e solar, que são importantes para expansão da geração nacional, mas apresentam limitações desconsideradas por seus defensores.

O debate ganha ainda mais força com a participação cada vez maior das termelétricas na matriz nacional, mesmo com sua energia mais cara e seu alto potencial de poluição global, tendo elas garantido o atendimento da nossa demanda nos últimos anos. Curiosamente, as termelétricas encontram baixa resistência por parte dos grupos ativistas socioambientais.

O que buscamos aqui, neste documento, é lançar luz a toda essa discussão com dados oficiais e atualizados. Compreender ainda quais são as nossas dificuldades, o que, de fato, é viável para o cenário nacional em termos de geração e quais são os requisitos para que cada fonte cumpra seu papel numa matriz diversificada, sustentável e eficiente.

Acreditamos que a sociedade brasileira precisa debater amplamente a questão energética nacional, entender por meio de informações consistentes quais os benefícios e os custos financeiros, sociais e ambientais de cada fonte geradora e, assim, decidir qual **A Energia que Queremos**.

Ao final, ficará claro que não se deve optar por uma ou outra fonte e que o conjunto delas nos dará o suporte fundamental para o nosso desenvolvimento.

A Energia que Queremos deve ser, invariavelmente, decidida pela sociedade brasileira. Para isso, necessitamos entender, conhecer e ponderar tudo sob um olhar responsável. O texto a seguir pretende esclarecer pontos importantes para enriquecer esse debate.

Boa leitura!

> CAPÍTULO 1

ENERGIA
ELÉTRICA:
UM BEM
ESSENCIAL

/ENERGIA E PROGRESSO

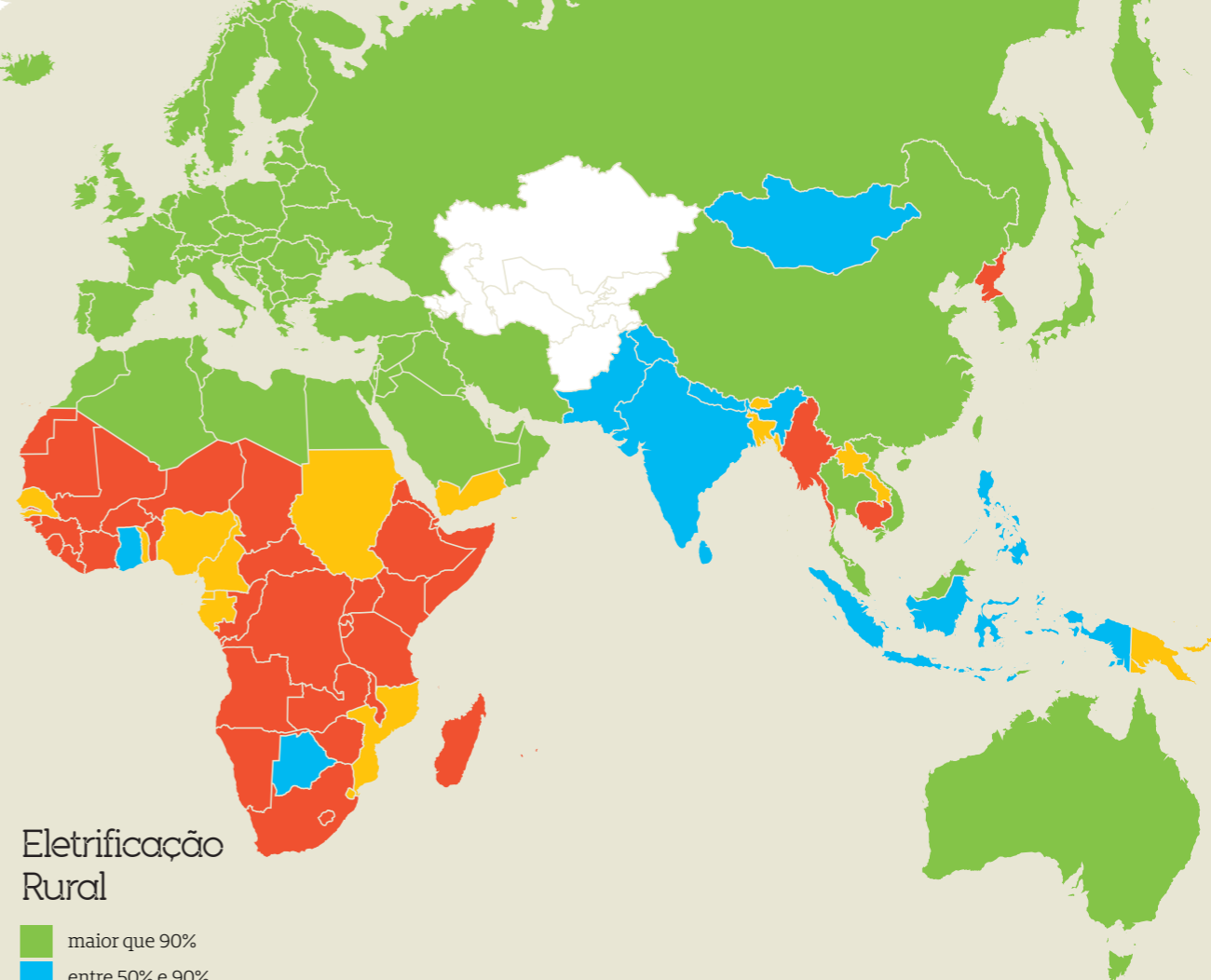
COMO O AMPLO ACESSO À ELETRICIDADE SE TORNA UM IMPORTANTE INDICADOR DE QUALIDADE DE VIDA E AJUDA A ALAVANCAR O CRESCIMENTO DE UM PAÍS

A qualidade de vida de uma população está intimamente relacionada à disponibilidade e à quantidade de energia elétrica. Ter amplo acesso a esse bem essencial é um importante indicador social e vital para o desenvolvimento econômico de um país.

A realidade global, porém, é preocupante: 1,3 bilhão de pessoas, 18% do total da população mundial, ainda vivem às escuras e estão longe das redes de eletrificação.

As populações que exibem baixíssimo consumo de energia se concentram em sua maioria nas regiões mais pobres da África subsaariana e da Ásia, segundo levantamento apresentado pelo Mapa de Acesso à Energia de 2015.

Já no Brasil, um exemplo disso pode ser tirado das informações do Programa Luz para Todos. O levantamento demográfico realizado em 2000 pelo Censo do IBGE identificou dois milhões de famílias – um universo de aproximadamente 10 milhões de pessoas – vivendo no meio rural sem acesso à energia elétrica. Desse total, 90% viviam com até três salários mínimos e 33%, com menos de um salário, ou seja, famílias mais pobres com menos acesso à energia. (Pesquisa Quantitativa Domiciliar de Avaliação da Satisfação e de Impacto do Programa Luz para Todos - Principais Resultados, MME, julho/2009)



Eletrificação Rural

- maior que 90%
- entre 50% e 90%
- entre 20% e 50%
- menor que 10%

BERC - Berkeley Energy & Resources Collaborative



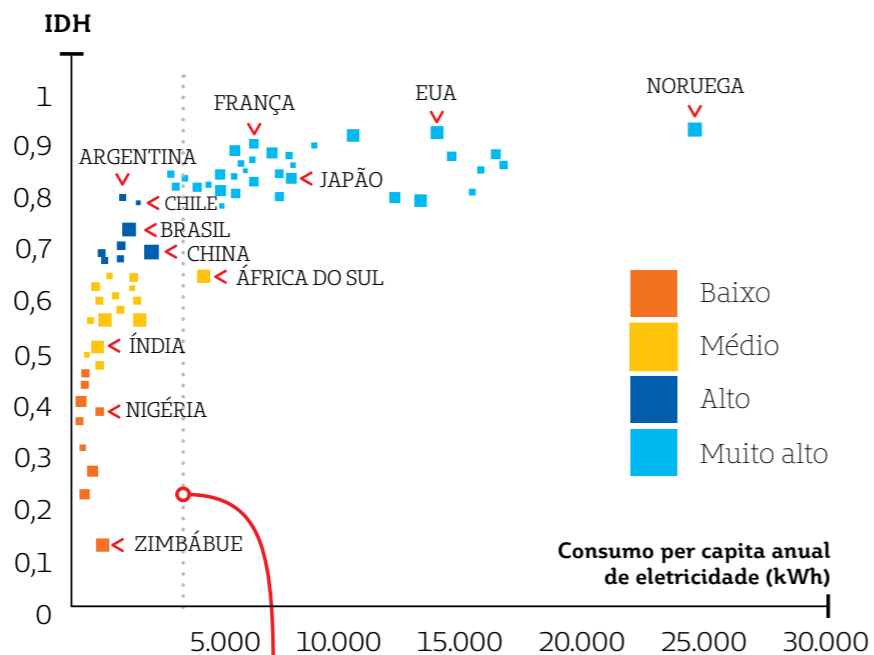
1,3 bilhão

de pessoas no mundo ainda não têm acesso à energia elétrica

Correlação de IDH e consumo de energia elétrica per capita

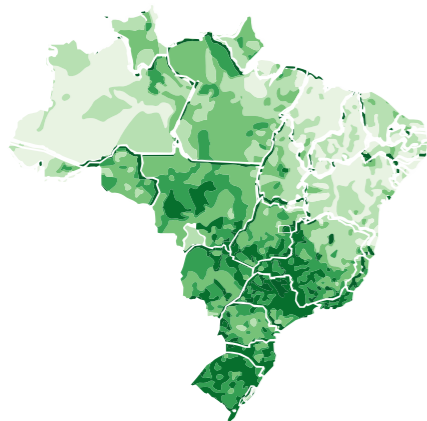
Fonte: World Bank 2007

▼
O Índice de Desenvolvimento Humano – IDH é uma medida comparativa usada para classificar unidades geográficas pelo seu grau de desenvolvimento e qualidade de vida, e leva em consideração três dimensões: (i) Uma vida longa e saudável. Expectativa de vida ao nascer; (ii) O acesso ao conhecimento: Anos Médios de Estudo e Anos Esperados de Escolaridade; e (iii) Um padrão de vida decente. PIB per capita.

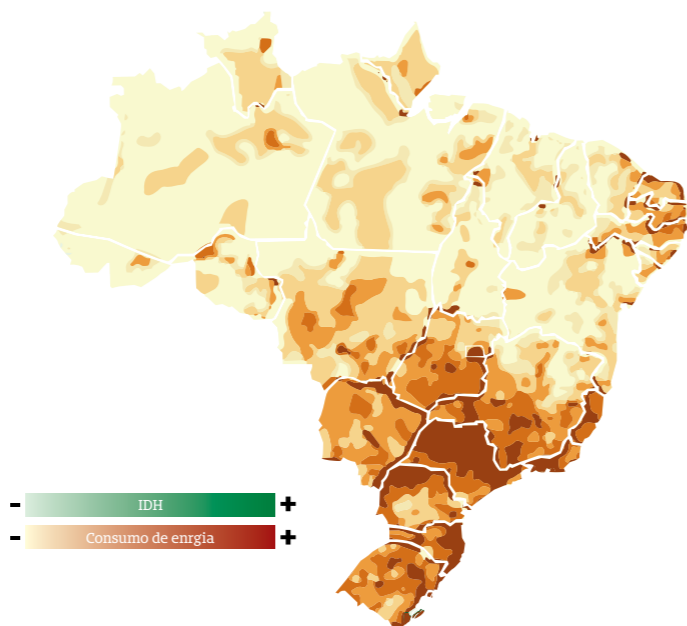


4.000 kWh por pessoa, ao ano, pode ser considerada a linha divisória entre países desenvolvidos e em desenvolvimento

Mais energia, mais desenvolvimento



▼
No Brasil, as regiões Sul e Sudeste, por exemplo, apresentam IDHs mais altos, enquanto suas populações têm maior acesso à eletricidade. Já as regiões Norte e Nordeste ainda registram IDHs baixos e um menor acesso à eletrificação.



– IDH +
– Consumo de energia +



No Brasil, é possível conferir a correlação entre o aumento do fornecimento e acesso à energia e o crescimento econômico, que é um indutor de bem-estar e segurança social. Os municípios e estados com menores taxas de eletrificação são aqueles mais atrasados do ponto de vista social e econômico, ficando claro que o Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) está fortemente relacionado ao acesso à eletricidade.

As regiões Sul e Sudeste, por exemplo, apresentam IDHs mais altos, enquanto suas populações têm maior acesso à eletricidade, ao passo que as regiões Norte e Nordeste ainda registram IDHs baixos e um menor acesso à eletrificação.

Mesmo com diferenças dentro do próprio território, o Brasil está bem posicionado relativamente a outras regiões e países no quesito acesso à energia. Após um contínuo programa de eletrificação rural (o Luz para Todos), o país alcançou em 2016 mais de 99% de cobertura deste serviço. A universalização total, porém, depende de investimentos em comunidades isoladas, dentre as quais figuram, inclusive, as populações indígenas.

Temos um cenário diferente, entretanto, quando o assunto é consumo per capita, que mede a energia consumida durante um ano em todos os setores (residências, indústria, comércio, etc.) em relação ao total da população. Enquanto as nações desenvolvidas apresentam um consumo acima de 4.000 kWh por ano per capita, o gasto de eletricidade por habitante no Brasil é de apenas 2.600 kWh por ano per capita.

A figura na página ao lado mostra que quanto melhor o IDH de um país, maior é o seu consumo de energia elétrica per capita, onde este último representa a soma do consumo residencial e industrial, refletindo locais de maior atividade econômica e melhores patamares de qualidade de vida e desenvolvimento social.

O que se percebe, então, é que pela relação entre IDH e o consumo per capita a capacidade de produção de eletricidade em países em desenvolvimento, como o Brasil, ainda precisa ser ampliada para acompanhar o desenvolvimento econômico e social, mesmo considerando um grande esforço para melhorar a eficiência energética.

Família da zona rural contemplada pelo programa Luz para Todos, do governo federal: o país alcançou em 2016 mais de 99% de cobertura deste serviço.

> CAPÍTULO 2

GERAÇÃO,
TRANSMISSÃO
E CONSUMO
DE ENERGIA
ELÉTRICA

/ GERAÇÃO, TRANSMISSÃO E CONSUMO

QUAIS SÃO OS CONCEITOS BÁSICOS DE UMA MATRIZ ELÉTRICA,
AS PRINCIPAIS FONTES DE GERAÇÃO EXISTENTES E COMO FUNCIONA
HOJE A SEGURANÇA DE UM SISTEMA DE ENERGIA ELÉTRICA

A energia elétrica pode ser gerada de diversas formas. Ela é transportada por linhas de transmissão desde as usinas até subestações próximas aos centros de carga ou consumo e então distribuída até os consumidores residenciais, comerciais, industriais ou outros.

Recentemente, em alguns países, inclusive no Brasil, existe uma tendência de o consumidor também gerar energia, localmente (ex. através de painéis solares instalados no telhado de sua casa) para reduzir seu consumo de energia e, eventualmente, exportar energia de volta para a rede. Porém, apesar da grande contribuição na redução do consumo de energia do sistema, os consumidores dificilmente são 100% sustentados pela energia gerada em sua propriedade, em função do custo da geração, do espaço que eles dispõem e da impossibilidade - devido à ausência de tecnologia de baixo custo, de armazenamento de energia. Futuramente é esperado um forte crescimento do uso de energia solar fotovoltaica pelos consumidores pela queda do custo dos painéis solares, baterias e demais componentes.



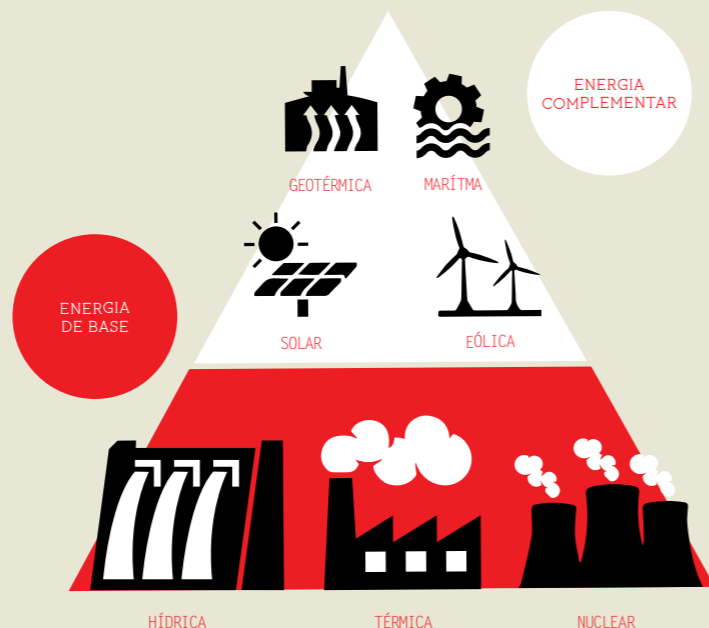
> **Estator:**
A peça é responsável por produzir e manter o fluxo de energia em um gerador. Está presente em todas as matrizes e é um exemplo de como as fontes funcionam, sempre priorizando o fluxo e não o armazenamento de eletricidade.

BASES PARA FUNCIONAMENTO DE UMA MATRIZ

O processo de produção de eletricidade envolve fontes de energia renováveis e não renováveis.

Energia renovável é aquela que vem de recursos naturais que são naturalmente repostos pela natureza, como sol, vento, chuva, marés, etc. As fontes de energias não renováveis têm recursos naturais limitados, que dependem da quantidade disponível no planeta, como exemplo o carvão. Na medida em que mais deste recurso é utilizado, são necessários investimentos em prospecções e desenvolvimento de novos campos, como no caso do pré-sal brasileiro.

É preciso entender que a energia elétrica ainda não conta com tecnologia de baixo custo para estoques em grandes quantidades. Ainda não existe solução economicamente viável, apesar dos avanços, para guardar um grande volume de energia já gerada e disponibilizar para um grande centro de consumo, como uma cidade. Por isso, o Operador Nacional do Sistema – ONS, no caso do Brasil, coordena o acionamento das diversas fontes da matriz de acordo com a demanda instantânea.



> Fontes “despacháveis”

Algumas fontes podem ser acionadas a qualquer tempo para atender ao consumo ou a sua variação. Elas são as chamadas fontes “despacháveis”. Apesar de sua grande variabilidade ao longo dos meses e anos, algumas hidrelétricas, como se verá mais adiante, dispõem de reservatórios que possibilitam armazenar água para atender as variações de consumo de energia.

Eles funcionam como grandes “baterias” de reservação, cujo acúmulo de água pode se transformar a qualquer momento em energia elétrica.

As termelétricas também podem armazenar combustível em quantidade suficiente para suprir as alterações de carga ou demanda. E, por estarem disponíveis, podem ser acionadas pelo sistema ou despachadas quando houver necessidade.

> Fontes de base

Pela sua possibilidade de estocar o recurso que será utilizado para gerar energia elétrica, as fontes hidráulicas, térmicas a carvão e nucleares são mundialmente convencionadas como fontes de base em uma matriz.

> Fontes complementares

Algumas fontes, como a energia eólica ou a solar, dependem diretamente da disponibilidade de vento ou radiação do sol. Elas não podem ser armazenadas e não são “despacháveis”. Quando disponíveis, podem ajudar na economia de combustíveis nas térmicas ou água nos reservatórios das hidrelétricas.

TODOS OS MODELOS DE PRODUÇÃO

A PRODUÇÃO MUNDIAL DE ENERGIA

Brasil se destaca pela grande utilização de energia renovável, principalmente a hidrúca, e ultimamente com acréscimo das renováveis complementares

PRODUÇÃO DE ENERGIA RENOVÁVEL

A VARIAÇÃO E A SEGURANÇA DO NOSSO SISTEMA

Sabe-se que a energia elétrica não pode ser estocada no local onde é consumida em quantidades significativas. Por esta razão, ela precisa ser gerada e transportada até o consumo em tempo real, com os recursos e fontes disponíveis. Quando um consumidor acende uma lâmpada, alguma usina do sistema elétrico aumenta sua produção e a eletricidade é transportada instantaneamente pelas linhas de transmissão e distribuição até a sua casa.

A capacidade do sistema, portanto, é dimensionada para não haver falha e atender à demanda máxima. O consumo varia de acordo com os períodos do dia, sendo menor de madrugada e maior em horário comercial - em média, no Brasil, o ápice ocorre entre 15h e 17h em dias de muito calor, em função da alta incidência de carga de ar condicionado (veja o gráfico ao lado).

Durante a semana, a média é menor no sábado e domingo. Já ao longo do ano, a demanda máxima costuma ocorrer no verão, também devido a carga de ar condicionado. No Canadá, um país de clima frio, ocorre o contrário: no inverno, o consumo cresce muito em função da carga elétrica usada na calefação.

É importante ressaltar que deve haver folga no sistema de produção para atender às variações repentinas da demanda e oferta, caso da quebra de geradores, queda de linhas de transmissão e redução de produção de fontes renováveis (diminuição brusca de ventos ou radiação solar, por exemplo).

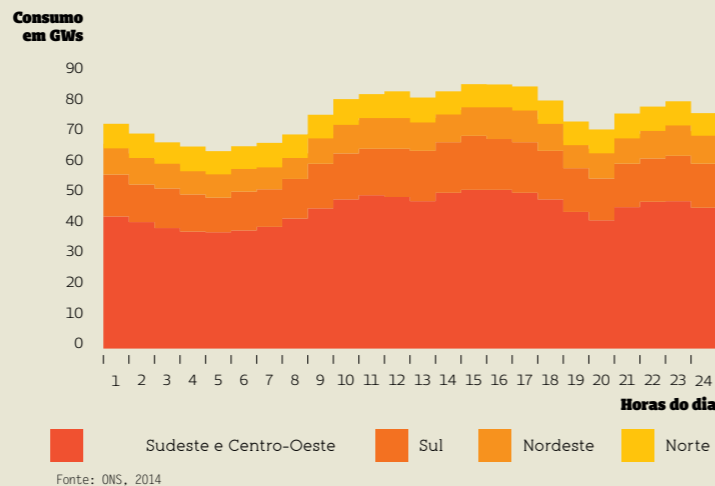
▼
A fonte mais preparada para atender flutuações bruscas de consumo são as hidrelétricas.

Como consequência, há uma capacidade extra tanto nas usinas como nas linhas de transmissão, que precisam ser dimensionadas para que, mesmo em situações de contingência, o consumo seja atendido sem interrupções.

Observa-se, portanto, que a variabilidade da carga no curto prazo, que pode atingir o seu máximo em momentos bem caracterizados (por exemplo, uma partida final de copa do mundo ou fim de uma novela), exige do sistema elétrico a disponibilidade de fontes de base de produção de energia para acompanhar essas alterações na demanda, sem riscos.

Nem todas as usinas, porém, têm essa capacidade: as complementares, como não são “despacháveis”, dependem diretamente da disponibilidade momentânea do recurso primário, como o vento ou a radiação solar.

O consumo diário da família brasileira



PREÇO DE REFERÊNCIA NO BRASIL R\$/MWH



O preço da geração

Para que se possa comparar os custos de implantação de geração de energia nova para a expansão do sistema elétrico é preciso considerar suas diferenças. Hidrelétricas, por exemplo, produzem três vezes mais energia por potência instalada que usinas solares, que não funcionam à noite e produzem pouco ao início do dia e fim da tarde. Térmicas custam menos para construir, mas custam mais para operar devido ao consumo de combustíveis.

Hidrelétricas pagam mais tarifa de transmissão por dependerem mais destes investimentos do que as térmicas, que podem ser instaladas junto ao consumo, e assim por diante.

Os chamados “preços de energia”, apresentados no gráfico, representam o preço de venda da energia ao sistema de transmissão brasileiro em R\$/MWh, que será repassado a tarifa de energia do consumidor. Pode-se ver pelo gráfico que as usinas hidrelétricas são aquelas que resultam nos menores preços referenciais para a tarifa. Nos meses do ano em que as usinas hidrelétricas estão com pouca disponibilidade de água, e a energia é gerada por outras fontes, como a das usinas termelétricas, e a conta se torna mais alta (bandeiras tarifárias amarela e vermelha na conta de energia do consumidor).

Algumas térmicas também não conseguem variar sua produção de forma instantânea, por limitações técnicas - há “rampas” para aumento ou redução da potência, assim como um carro que não consegue sair de 20km/h para 110 km/h instantaneamente. O exemplo do carro é ilustrativo, principalmente nas grandes usinas térmicas, em função da inércia do sistema (aquecimento de água nas caldeiras, produção de vapor com pressão mínima, etc.).

A fonte mais preparada para atender flutuações bruscas de consumo é a hídrica. Isso ocorre porque, pelo simples controle da abertura das aletas das turbinas, é possível responder automática e imediatamente à variação da demanda. Esse atributo é fundamental para manter a confiabilidade e qualidade da energia elétrica ofertada aos consumidores. Sem uma resposta rápida, em situação de desequilíbrio momentâneo entre oferta e demanda, a frequência da rede elétrica (no sistema brasileiro, é de 60 Hz) oscilaria, provocando graves danos a aparelhos elétricos e eletrônicos.

TARIFAS DE ENERGIA

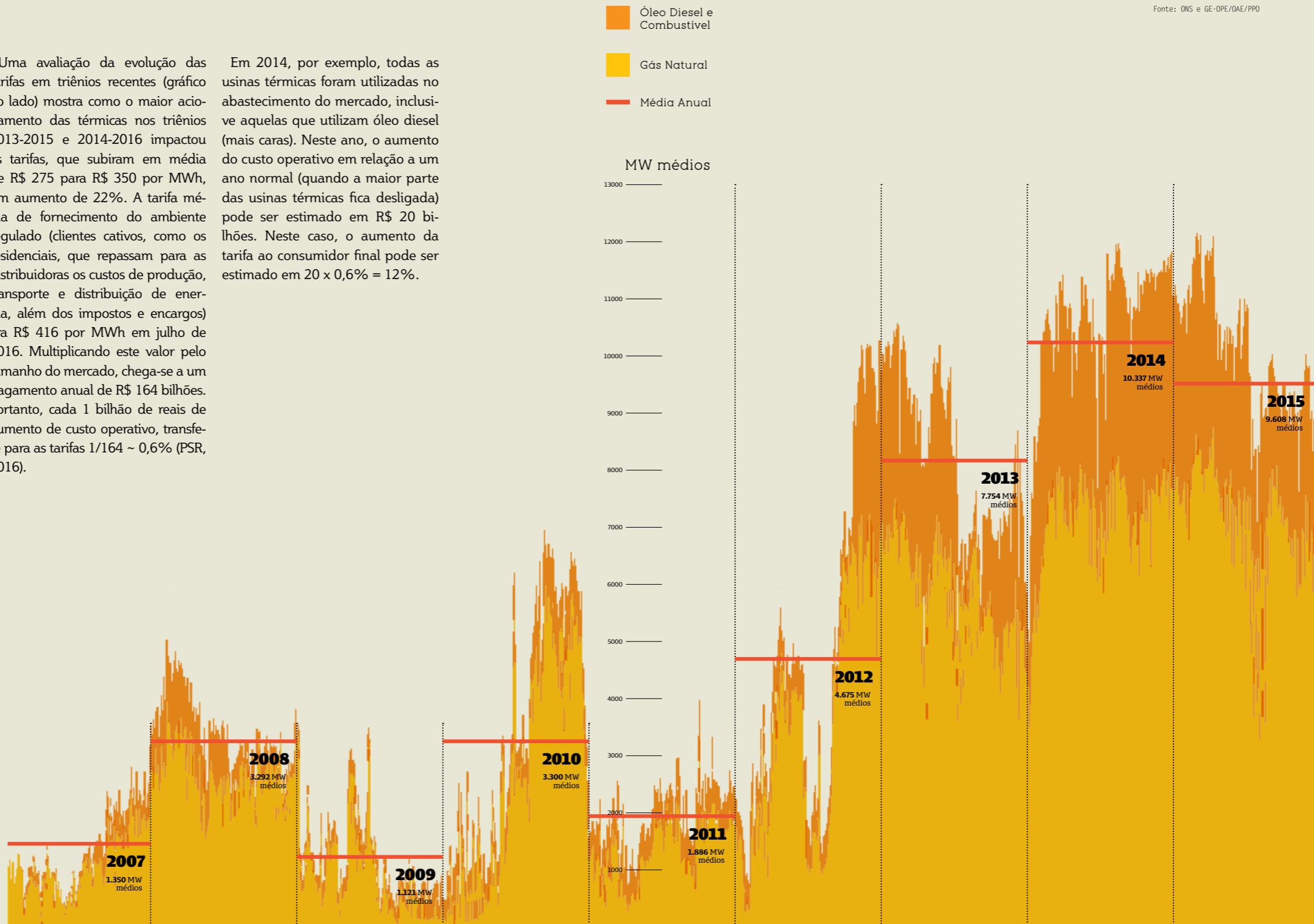
As “contas de luz” são definidas para remunerar os diversos aspectos de toda cadeia (geração, transmissão e distribuição de energia) além de arrecadar alguns encargos setoriais (por exemplo, utilizados em programas como o Luz para Todos e para subsidiar o custo da energia a diesel nos sistemas isolados da região Norte), para arrecadar impostos estaduais (ICMS) e federais (PIS e COFINS) e, em alguns casos, até mesmo para encargos de iluminação pública municipais.

O comportamento das tarifas também depende da variação da utilização por parte das distribuidoras (ex. Eletropaulo, Light, Cemig, Celpe, etc.) e da projeção da evolução de seus contratos.

As tarifas, portanto, refletem as condições de mercado: se a nota do risco do Brasil é rebaixada, há uma elevação das taxas de juros e o financiamento dos projetos de geração e transmissão de energia ficam mais caros, sendo inevitavelmente repassados às tarifas. De forma análoga, o aumento dos custos operativos por exemplo, pelo maior acionamento de usinas térmicas durante períodos de estiagens, em especial em secas prolongadas, ou devido a frustração de entrada de novas usinas no sistema, também contribui para aumentos tarifários.

Uma avaliação da evolução das tarifas em triênios recentes (gráfico ao lado) mostra como o maior acionamento das térmicas nos triênios 2013-2015 e 2014-2016 impactou as tarifas, que subiram em média de R\$ 275 para R\$ 350 por MWh, um aumento de 22%. A tarifa média de fornecimento do ambiente regulado (clientes cativos, como os residenciais, que repassam para as distribuidoras os custos de produção, transporte e distribuição de energia, além dos impostos e encargos) era R\$ 416 por MWh em julho de 2016. Multiplicando este valor pelo tamanho do mercado, chega-se a um pagamento anual de R\$ 164 bilhões. Portanto, cada 1 bilhão de reais de aumento de custo operativo, transfere para as tarifas 1/164 ~ 0,6% (PSR, 2016).

Em 2014, por exemplo, todas as usinas térmicas foram utilizadas no abastecimento do mercado, inclusive aquelas que utilizam óleo diesel (mais caras). Neste ano, o aumento do custo operativo em relação a um ano normal (quando a maior parte das usinas térmicas fica desligada) pode ser estimado em R\$ 20 bilhões. Neste caso, o aumento da tarifa ao consumidor final pode ser estimado em $20 \times 0,6\% = 12\%$.

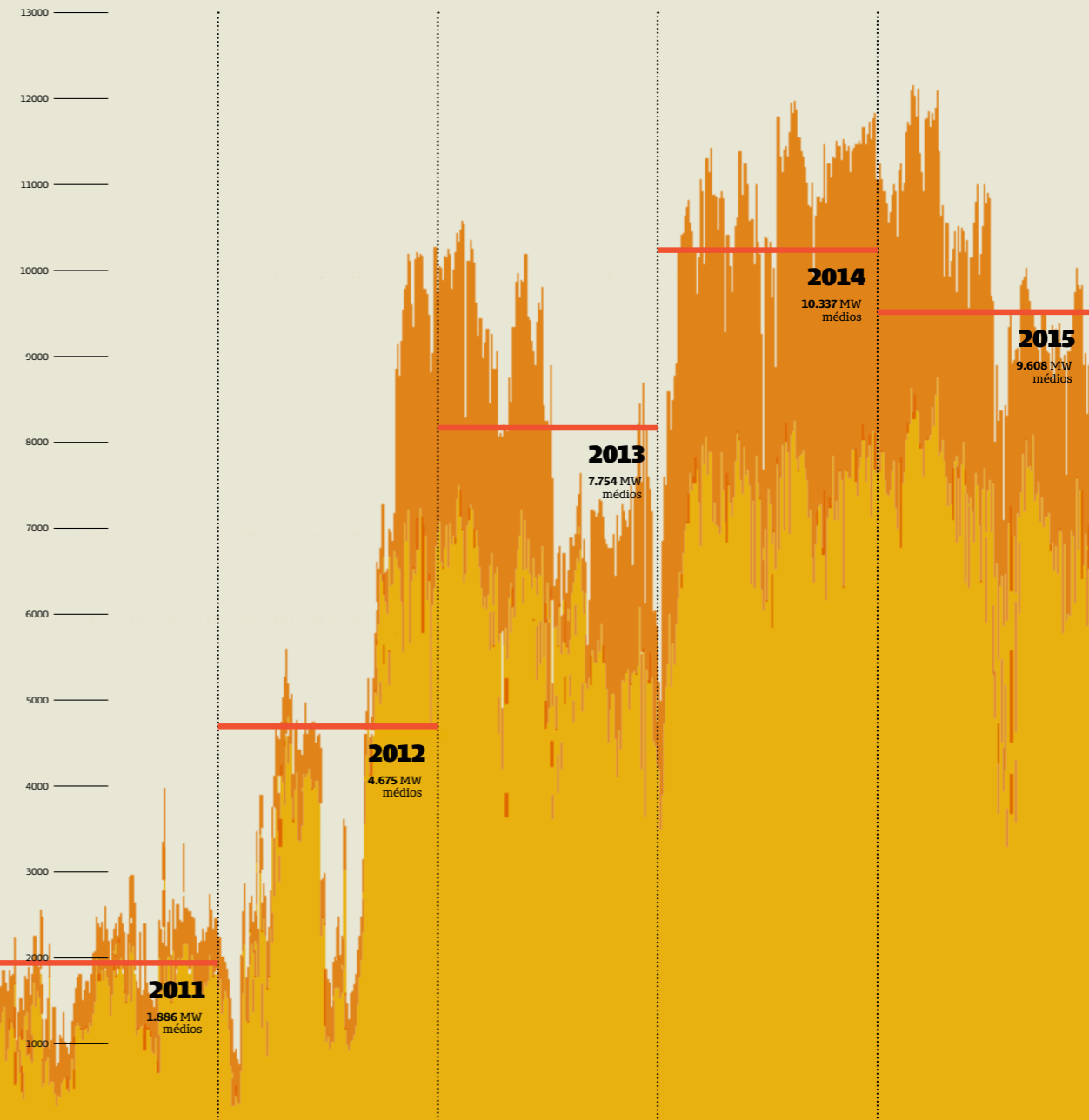


Histórico recente da geração termelétrica no país.

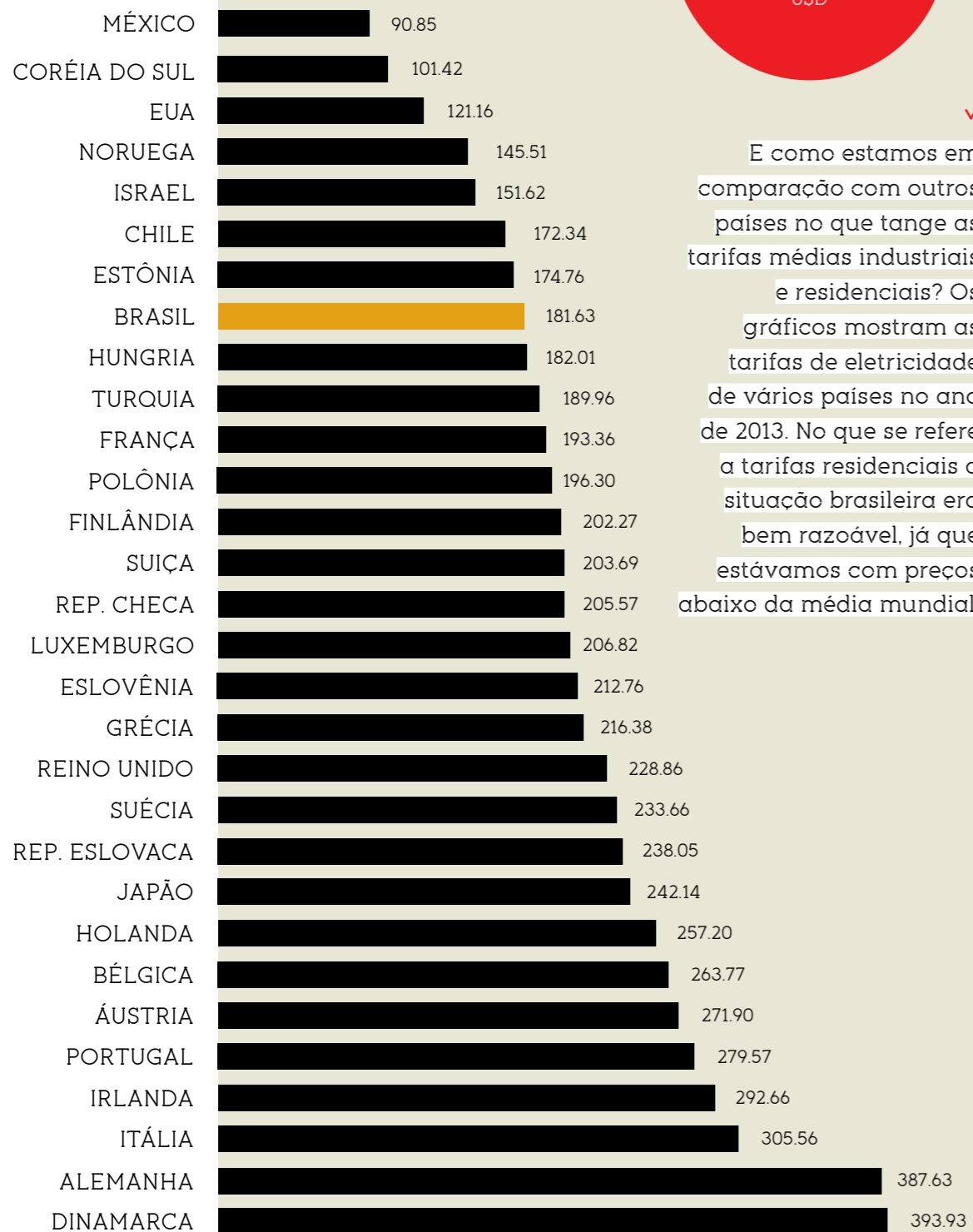
Ao longo dos últimos anos, houve aumento do uso de geração termelétrica no país, inclusive com uso maciço de UTEs à óleo

- Óleo Diesel e Combustível
- Gás Natural
- Média Anual

MW médios

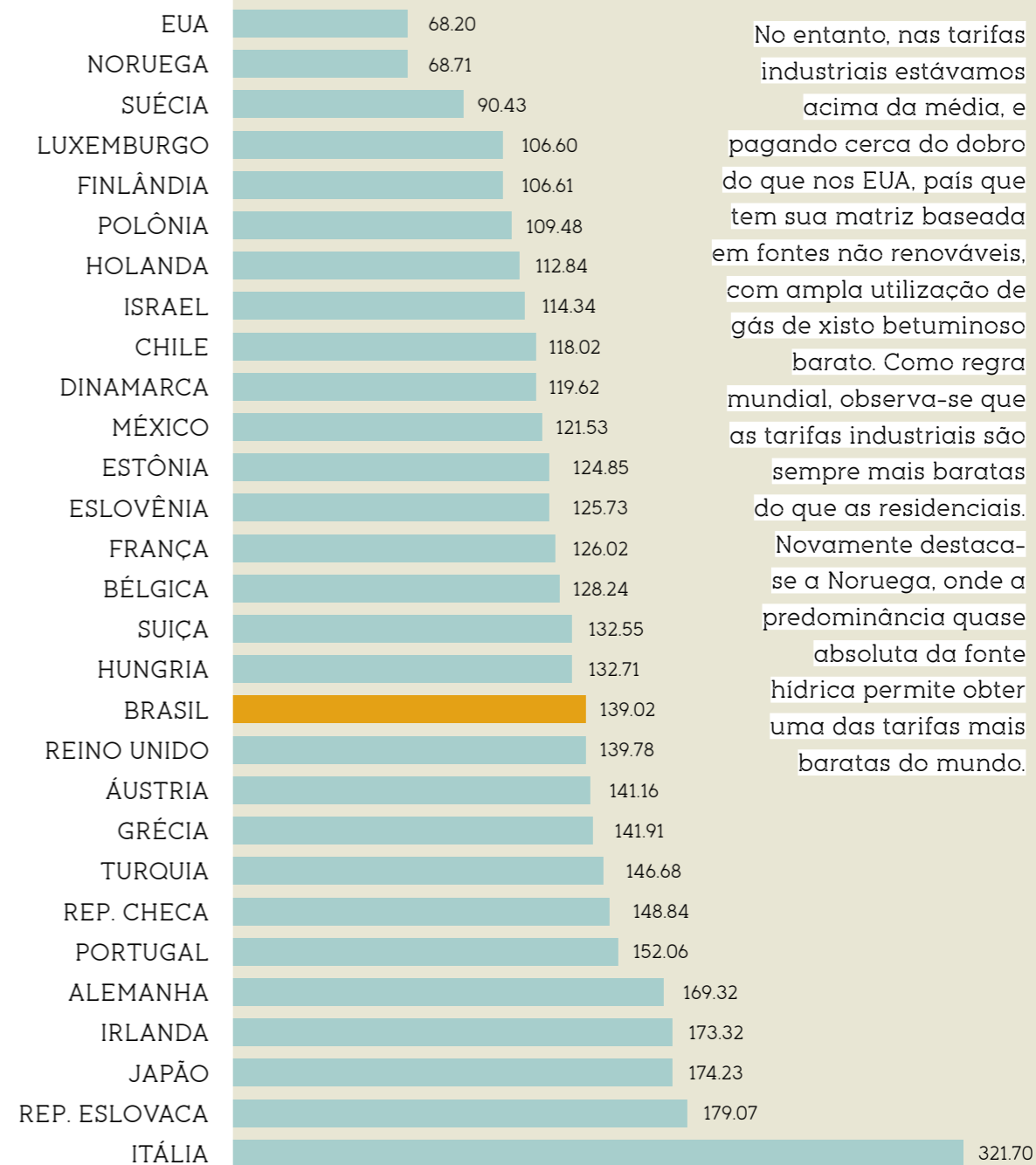


TARIFAS MÉDIAS DE ENERGIA ELÉTRICA EM 2013 (RESIDENCIAL) USD



E como estamos em comparação com outros países no que tange as tarifas médias industriais e residenciais? Os gráficos mostram as tarifas de eletricidade de vários países no ano de 2013. No que se refere a tarifas residenciais a situação brasileira era bem razoável, já que estávamos com preços abaixo da média mundial.

TARIFAS MÉDIAS DE ENERGIA ELÉTRICA EM 2013 (INDUSTRIAL) USD



No entanto, nas tarifas industriais estávamos acima da média, e pagando cerca do dobro do que nos EUA, país que tem sua matriz baseada em fontes não renováveis, com ampla utilização de gás de xisto betuminoso barato. Como regra mundial, observa-se que as tarifas industriais são sempre mais baratas do que as residenciais. Novamente destaca-se a Noruega, onde a predominância quase absoluta da fonte hídrica permite obter uma das tarifas mais baratas do mundo.

FATOR DE CAPACIDADE

Imagine uma usina solar fotovoltaica disponível para gerar durante todo o dia claro, admitido com duração média de 12 horas. Esta usina produzirá muito pouco ao nascer do dia, atingirá seu máximo por volta de meio dia, quase nada ao final da tarde, e atingirá zero ao escurecer. Um modelo gráfico aproximado da energia produzida seria um triângulo com base de 12 horas e altura máxima igual à sua potência, que podemos assumir como unitária.

Se não houvessem as nuvens, a produção média seria, portanto, $(12 \times 1)/2 = 6$ unidades de energia. Considerando-se os períodos em que o tempo está nublado, e que existem outras perdas, a produção média será um pouco menor, digamos 20% menor, ou 4,8 unidades de energia.

Assim, a relação entre a energia efetivamente produzida e aquela que seria gerada continuamente nas 24 horas do dia à máxima capacidade é de $4,8 / 24 = 20\%$.

Esta relação entre produção efetiva e produção máxima contínua (que neste caso nem seria possível pela ausência do sol) é denominado de fator de capacidade da usina (FC).

Quanto as eólicas brasileiras, os dados são ainda muito recentes e referem-se aos parques de melhor rentabilidade, que são primeiramente escolhidos por apresentarem ventos de maior duração e intensidade. Por ora, nossos principais parques eólicos tem apresentado um fator de capacidade entre 0,4 e 0,5. Isto significa que

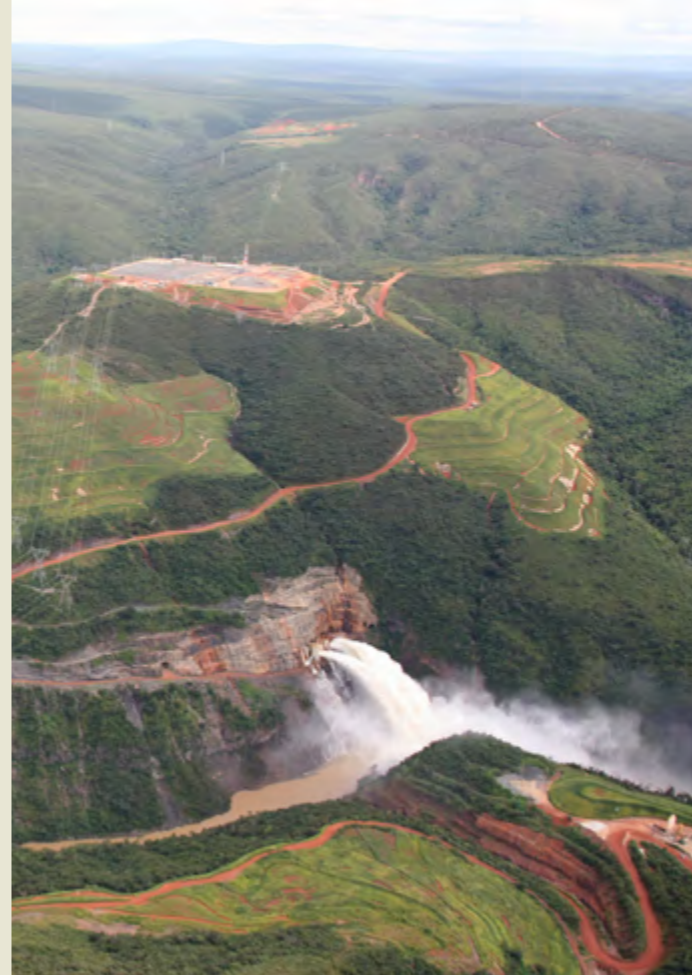
> **Energia firme**
Corresponde à máxima produção contínua de energia que pode ser obtida, supondo a ocorrência da pior seca registrada no histórico de vazões do rio onde ela está instalada. No Brasil, esse período crítico ocorreu na maior parte das bacias na década de 1950.

> **Hidrelétricas Fio D'Água**
São aquelas que não dispõem de reservatório de água para regularização das vazões

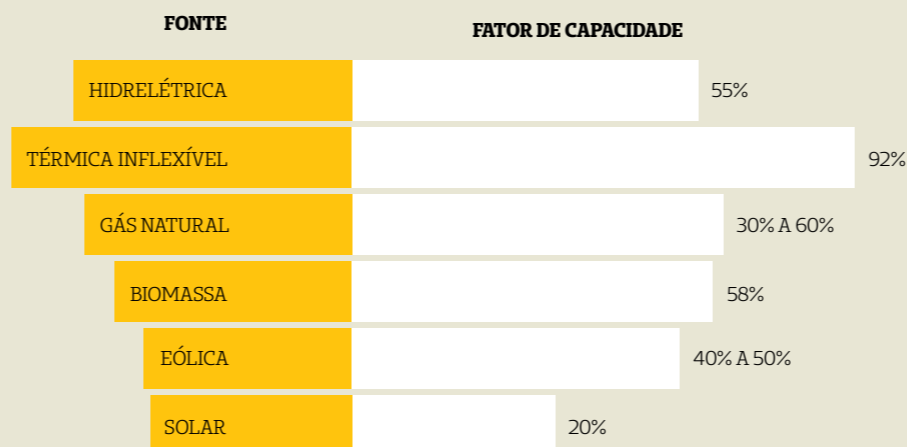
em média produzem entre 40% e 50% da produção contínua associada à capacidade máxima. Na Europa já é comum campos eólicos com fator de capacidade à partir de 20% cuja energia é evidentemente mais cara.

Para as usinas brasileiras à biomassa a avaliação é interessante: durante o período de safra da cana de açúcar (7 meses por ano), as usinas produzem sua máxima capacidade, pois podem ser alimentadas continuamente com o bagaço de cana. Fora da safra, não há produção. Assim, seu fator de capacidade é diretamente $7/12 = 0,58$ ou 58%.

Para usinas "de base", isto é, que funcionam praticamente o tempo todo, o fator de capacidade é maior. Só não atinge os 100% porque os equipamentos necessitam de manutenção. A usina nuclear de Angra, por exemplo, é paralisada por 1 mês para manutenção preventiva, funcionando a máxima capacidade o restante do ano. Assim, seu fator de capacidade é $11/12 = 92\%$. O mesmo acontece com muitas usinas térmicas que utilizam combustíveis fósseis baratos, como o caso do carvão. Já as usinas térmicas que utilizam combustíveis mais caros, como óleo diesel ou óleo combustível, funcionam em regime de complementação, sendo acionadas somente em situações de stress para o sistema, por exemplo, quando os reservatórios esvaziam muito. Assim sendo, o usual é que estas usinas sejam acionadas a sua capacidade máxima, porém em situações pouco frequentes. Como consequência, o



> A operação do nosso sistema tornou-se atualmente mais complexa e onerosa, devido ao maior acionamento das usinas térmicas, que utilizam combustíveis fósseis e tem alto custo de produção.



fator de capacidade esperado seria da ordem de 20%. Existem usinas térmicas que nem operam na base (como nuclear) nem somente em situações de stress (como as usinas a diesel). Neste grupo estão as usinas a gás natural. Os custos operativos podem ser bastante diferentes em função da eficiência das máquinas (ex. se operam em regime de ciclo aberto, menos eficientes, ou aproveitam também o calor da queima do gás para instalar turbina a vapor, no chamado ciclo combinado, que são mais eficientes).

Nesta categoria, o fator de capacidade variará, como esperado, de acordo ao custo de produção da usina, sendo menor para aquelas com custo baixo e maior para aquelas de custo alto. Como referência, podem variar entre 30 e 60%. Existem outros fatores relativos à forma de contratação do combustível que alteram o FC desta fonte, mas aqui não entraremos nestes detalhes.

Finalmente as usinas hidrelétricas, que utilizam um combustível renovável (água) sem nenhum custo de reposição, porém sujeito ao regime do ciclo hidrológico anual. Pela ótica do custo zero com combustíveis, o ideal seria instalar o máximo de capacidade possível. Mas é preciso avaliar que acrescentar turbinas e geradores tem um custo (de instalação). Assim, é preciso comparar o benefício econômico do ganho de produção de energia para um aumento da capacidade

instalada por um lado, com o custo de instalação destes equipamentos por outro. Este exercício econômico leva ao dimensionamento das usinas hidrelétricas. De uma forma geral, um fator de capacidade de 55% é uma boa referência para o segmento das hidrelétricas brasileiras.

Resumindo a discussão: a comparação dos custos unitários (R\$/kW instalado) é insuficiente para avaliar a competitividade econômica das diferentes fontes de energia. Outros dois aspectos precisam ser considerados: (i) a relação entre a energia produzida e a capacidade instalada da fonte (também conhecida por fator de capacidade); (ii) o custo de produção de energia, que é baixo para hidrelétricas, usinas eólicas ou usinas solares e alto para usinas que utilizam combustíveis fósseis (carvão, gás natural ou óleo).

No caso específico das usinas hidrelétricas, como já foi dito, uma forma de aumentar a produção para a mesma capacidade (portanto, aumentar seu FC) é dotá-las de reservatórios que armazenam água no período de chuvas para uso nos meses de escassez. Assim, aquela energia que seria “desperdiçada” no período de chuvas (por ser maior que a capacidade instalada das turbinas) fica armazenada para o período quando ocorre o reverso (há menos água chegando à usina do que poderia ser utilizada nas turbinas). Percebe-se que os reservatórios, ao

aumentarem o FC das hidrelétricas, são úteis para sua competitividade. E que na ausência de novas usinas com reservatórios, como já visto, o sistema elétrico demandará cada vez mais o acionamento das usinas térmicas no atendimento da carga, com aumento de custos (repassados para as tarifas) e de emissões de gases de efeito estufa.

O sistema brasileiro até a década de 1980 era projetado com reservatórios de regularização plurianual para que o volume armazenado pelas barragens permitisse dispor de maiores vazões nas estiagens severas, aumentando a energia firme do sistema e diminuindo o risco de não atendimento da demanda, ou o acionamento de termelétricas. O não atendimento ocorrerá quando se verificar uma vazão mais severa do que aquela ocorrida na pior estiagem já registrada. Assim, com reservatórios era possível uma economia no investimento e na operação das usinas térmicas, com impactos benéficos para as tarifas dos consumidores.

Desde os anos 1990, sob o argumento de redução dos impactos ambientais, o Brasil tem priorizado a construção de usinas hidrelétricas a fio d’água, ou seja, sem dispor

de volume de regularização nos reservatórios. Essa estratégia vem sendo questionada por especialistas, inclusive da área ambiental. Eles defendem que é preferível, neste caso, instalar grandes usinas com reservatórios de regularização e deixar trechos ou mesmo rios inteiros livres, já que elas podem gerar mais que o somatório de médias e pequenas que operam em regime de fio d’água.

A operação do nosso sistema tornou-se atualmente mais complexa e onerosa, devido ao maior acionamento das usinas térmicas, que utilizam combustíveis fósseis e tem alto custo de produção.

Como já visto anteriormente, parques eólicos e solares (fontes complementares) pressupõem a existência de backup (energia de reserva) na ausência de ventos ou de radiação solar. No Brasil, as hidrelétricas ainda são essa reserva estratégica. Em outros países, como a Alemanha, cuja matriz elétrica é de base térmica, a opção mais comum ainda é o combustível fóssil. Neste caso, investir em fontes renováveis fica muito mais caro, pois implica aplicar também em fontes despacháveis fósseis ou nucleares.

1 Fonte: <https://www.itaipu.gov.br/energia/fator-de-capacidade-operativa>
 2 Fonte: http://www.ons.org.br/sala_imprensa/2016out19-condicoes_atendimento_consumidores_Nordeste.aspx
 3 Fonte: <http://www.mme.gov.br/documents/1138787/0/Capacidade+Instalada+de+EE+2014.pdf/cb1d150d-0b52-4f65-a86b-b368ee715463>

A INTERDEPENDÊNCIA E A COMPLEMENTARIEDADE DAS FONTES

No Brasil, além da hidroeletricidade, com o potencial de geração instalado de 90 GW, e que ainda dispõe para desenvolver de cerca 120 GW (EPE, 2015), duas novas fontes renováveis se tornaram competitivas nos últimos anos. A partir de 2005, a cogeração por biomassa de cana de açúcar, conhecida como bioeletricidade, passou a contribuir de maneira significativa para a produção de energia, com quase 10 GW instalados em 2016. De 2009 em diante, a fonte eólica teve um crescimento acelerado, também atingindo 10 GW em 2016, e com previsão de crescimento para os próximos anos.

No entanto, um dos maiores obstáculos para a inserção econômica das fontes complementares no mundo é o seu caráter intermitente, isto é, a geração de energia pode variar bastante de um minuto para o outro (caso da eólica e da solar) ou sazonalmente (como a biomassa, cuja produção no Brasil se concentra no período de safra da cana de açúcar, de maio a novembro).

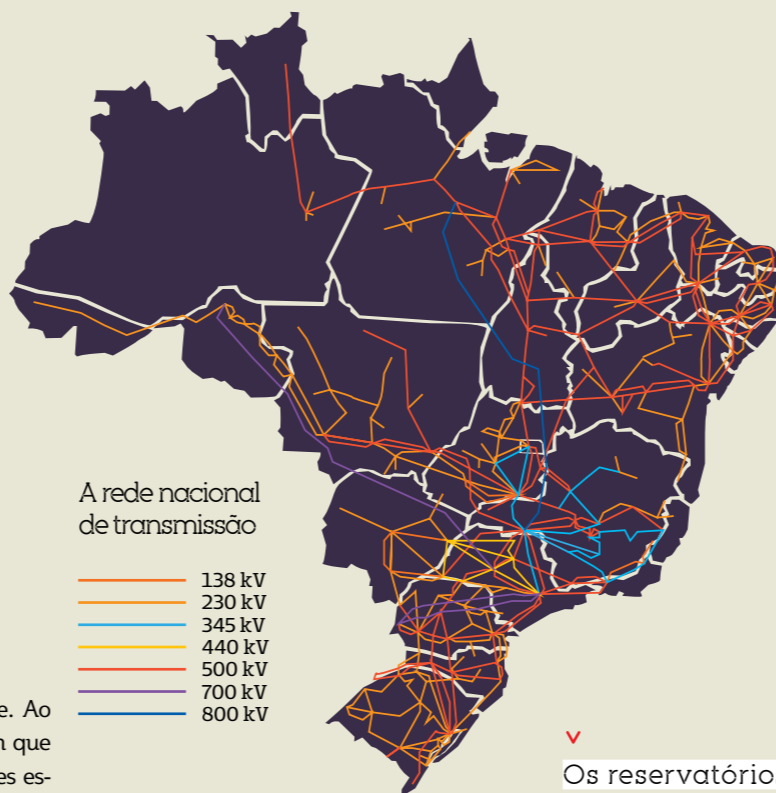
Por exemplo, a Alemanha, o país com maior capacidade eólica instalada (cerca de 44 GW em 2015), registrou em 2012 uma queda brusca na sua geração de energia. Entre 12 a 18 de novembro daquele ano, toda a produção solar e eólica agregou somente 3 GW, em média, de um total à época de 63 GW,

portanto menos de 5% da capacidade. Ao longo da semana, houve momentos em que a geração combinada dessas duas fontes esteve muito próxima de zero.

Em termos de Brasil, é como se toda a usina de Itaipu, com 14 GW, parasse de funcionar.

Há três estratégias possíveis para compensar a variabilidade de uma fonte de produção de energia (não mutuamente exclusivas):

a. Efeito de conjunto ou portfólio. A oferta destas fontes não é concentrada geograficamente, isto é, a geração eólica de uma região pode estar aumentando, porém a de outra região pode estar diminuindo. Da maneira análoga a uma carteira de ações, isto significa que a produção total de energia eólica varia menos do que as produções individuais das mesmas. O aproveitamento desta diversidade, no entanto, requer que o país tenha uma grande extensão territorial, pois o vento em um país pequeno varia da mesma maneira em todo o seu território, e que a rede de transmissão seja bastante robusta, para transportar a energia excedente das regiões em que está ventando forte para as que estão em calmaria. O grande e eficiente sistema de transmissão permite a utilização desse efeito de portfólio no Brasil;



Os reservatórios hidrelétricos deixaram de armazenar somente água e hoje também armazenam vento, sol e cana de açúcar.

A “reengenharia” do sistema hidrelétrico para um sistema integrado de armazenamento e transporte de eletricidade explica a competitividade da energia renovável complementar.

b. Capacidade de armazenamento de energia que pode ser usada para suavizar as variações da produção intermitente. O problema é que as tecnologias atuais de armazenamento de energia em grande escala, ainda não se mostraram viáveis, sendo então a energia potencial hidrelétrica, com seus reservatórios, a única forma de “estocar” energia para momentos de baixa nas fontes complementares e de aumento repentino de demanda;

c. Fonte despachável como reserva, acionada apenas quando for necessário.

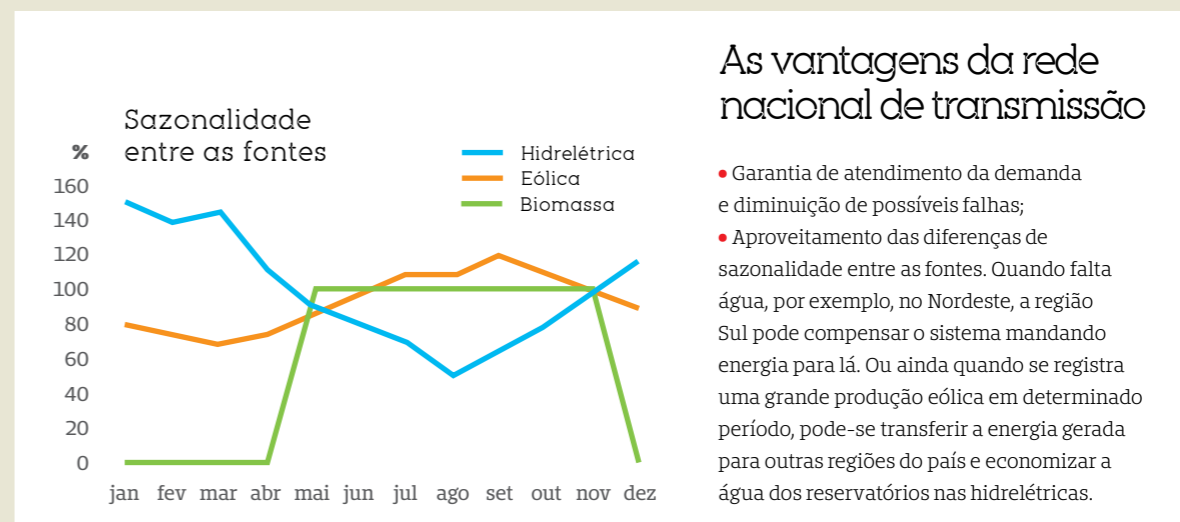
Esta é, por exemplo, a opção da Alemanha, que possui 30 GW de capacidade termelétrica (quase duas vezes a usina de Itaipu) em reserva.

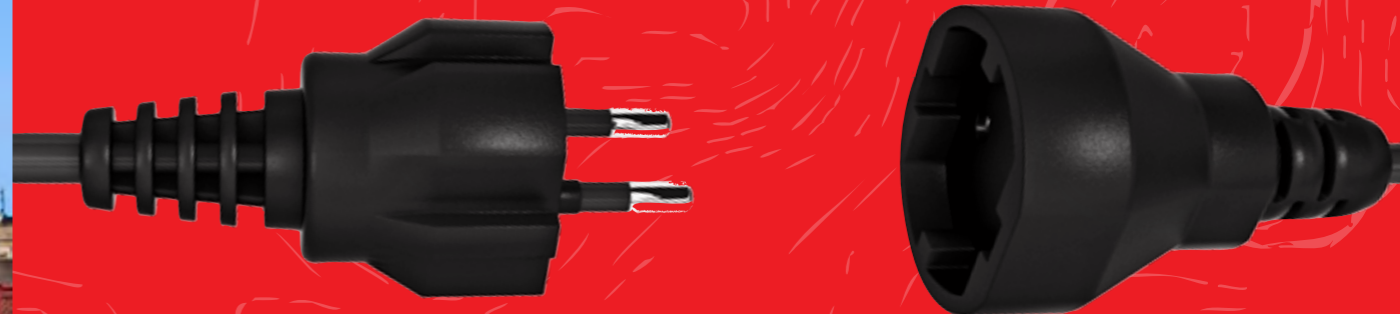
No caso do Brasil, o problema da variabilidade na produção tem sido resolvido através de uma combinação das estratégias (a) e (b) das opções vistas acima: efeito “portfólio” e capacidade de armazenamento. O efeito “portfólio” se deve ao fato de que a bioeletricidade e energia eólica (região Nordeste) tendem a produzir mais energia nos períodos hidrológicos secos, isto é, há uma sinergia entre os padrões de produção das fontes, conforme o gráfico abaixo do Sistema Interligado

Nacional (SIN).

No caso do armazenamento, os reservatórios das hidrelétricas passaram a funcionar como armazéns virtuais de energia. No período de entressafra da cana de açúcar ou quando a produção eólica é menor, aumenta-se a produção de energia hidrelétrica através do esvaziamento dos reservatórios. E vice-versa: na época da safra de cana ou quando a produção de energia eólica aumenta, reduz-se a geração hidrelétrica e, com isto, aumenta-se o armazenamento nos reservatórios. Figurativamente, os reservatórios hidrelétricos deixaram de armazenar somente água e hoje também armazenam vento, sol e cana de açúcar.

Outro aspecto importantíssimo para a expansão da geração e operação do sistema, como já mencionado anteriormente, é a extensão da rede de transmissão de energia. A brasileira tem mais de 100.000 km de linhas de transmissão e interliga todo o sistema nacional.





E se houver uma sobrecarga de consumo de energia?

— ou coisas que você precisa saber sobre a segurança do sistema



> Tempo real

Quando um consumidor acende uma lâmpada, alguma usina do sistema aumenta a sua produção no mesmo momento e a eletricidade é transportada até chegar à sua casa



> Planejamento

A capacidade do sistema elétrico precisa estar dimensionada para não haver interrupções de energia e atender à demanda máxima



> Todas as TVs ligadas

O sistema dispõe de fontes de base de produção de energia para suprir as variações repentinas de consumo, como os dias de muito calor, devido ao uso em massa de ar condicionado, ou de uma final de Copa do Mundo, quando milhões de consumidores ligam ao mesmo tempo a TV de suas casas



> Sem resposta rápida

Nem todas fontes, porém, conseguem atender à necessidade de forma instantânea. A eólica e a solar dependem da disponibilidade de recursos naturais e as térmicas a vapor não conseguem aumentar sua potência instantaneamente



> Resposta rápida das hidros

A partir de um simples controle da abertura das aletas das turbinas, as hidrelétricas respondem quase que imediatamente à variação da demanda e conseguem garantir o fornecimento em momentos de flutuações bruscas de consumo.

Além da rápida resposta da fonte hidráulica, e seu papel de bateria natural de energia elétrica, outra característica do sistema é que o volume de investimentos nas grandes obras de usinas hidrelétricas permitem a implantação de longas linhas de transmissão de alta tensão, permitindo a integração nacional

CHINA 5.682

NORUEGA 97.9

EUA 4.326

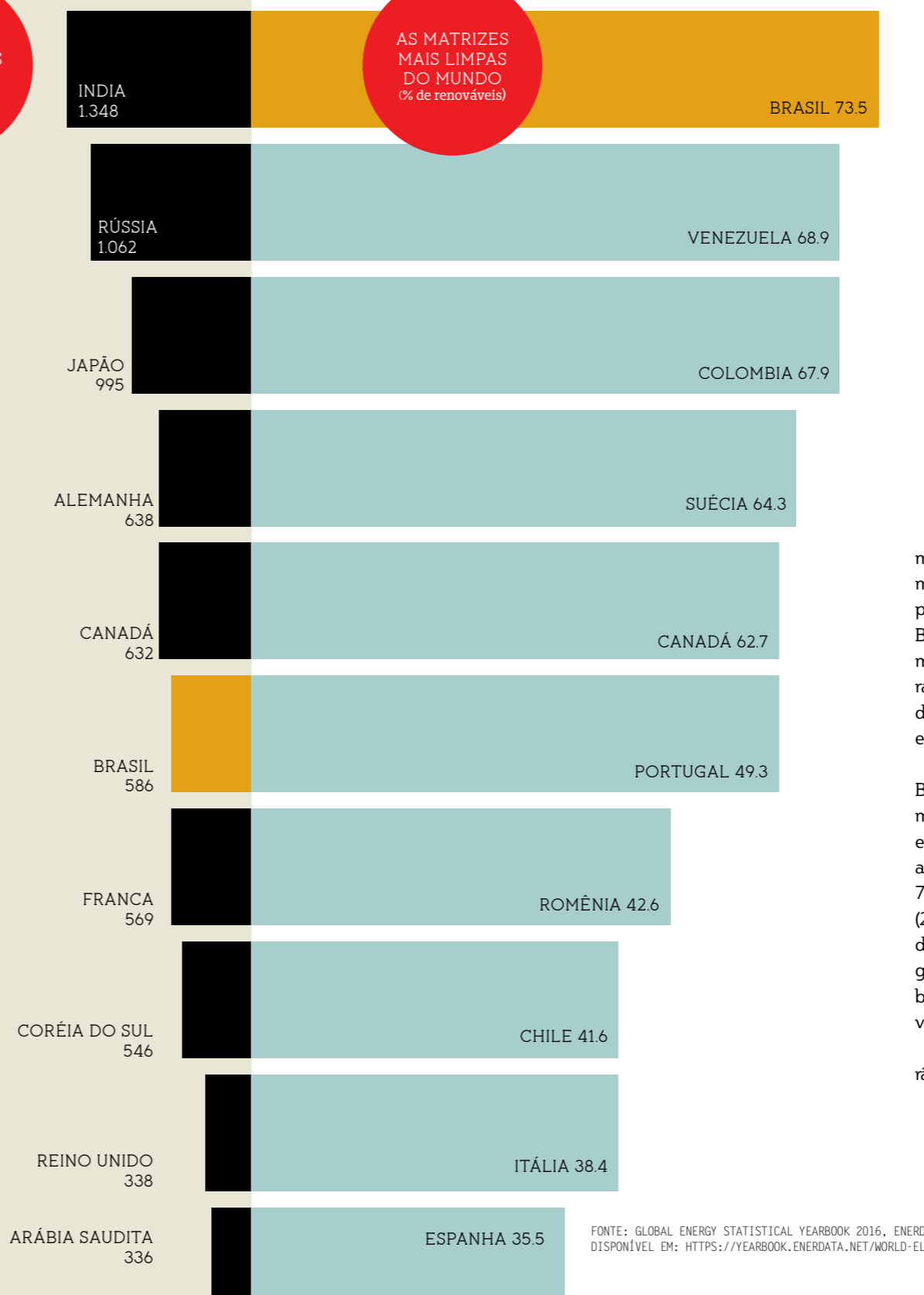
NOVA ZELÂNDIA 80

OS MAIORES PRODUTORES DE ENERGIA (TWH)

AS MATRIZES MAIS LIMPAS DO MUNDO (% de renováveis)

FONTES DE GERAÇÃO DISPONÍVEIS NO MUNDO

Em resumo, as principais tecnologias para geração no mundo são: a hidrelétrica; a termelétrica, através da queima de recursos vindos de diversas fontes (carvão, óleo combustível, diesel, gás natural e biomassa); a nuclear; a solar fotovoltaica, resultante de radiação solar direta; e a eólica, a partir da cinética dos ventos. Há ainda a termosolar, com concentração de radiação solar direta e armazenamento do calor possibilitando uso contínuo, a marémotriz na qual se explora o movimento das ondas do mar e a geotérmica, obtida a partir do calor proveniente do interior da Terra.



Dados globais demonstram que os maiores produtores de energia elétrica no mundo são, disparadamente, a China, em primeiro lugar, e o EUA, em segundo. O Brasil aparece em oitavo lugar na economia e no consumo. Isso mostra que a geração de energia no país ainda precisa se desenvolver e acompanhar o crescimento econômico.

Por outro lado, uma grande vantagem do Brasil, é a geração de energia elétrica por meio de fontes renováveis. Nesse quesito, em termos percentuais, somos considerados a terceira matriz mais limpa do mundo, com 73,5% da energia proveniente dessas fontes (2015). Isso mostra a importância do papel das hidrelétricas, que além de representar grande fatia na matriz nacional, serve como base para outras fontes de geração renovável, caso da eólica, da solar e da biomassa.

As principais fontes da matriz brasileira serão explicadas nos infográficos da sequência.

/A ENERGIA NO BRASIL

QUAIS SÃO AS PRINCIPAIS FONTES DE GERAÇÃO EXISTENTES NO PAÍS

HÍDRICA

ENERGIA DE BASE

RENOVÁVEL

DESPACHÁVEL

VARIABILIDADE MÉDIA DE FONTE *

ORIGEM

Recursos Hídricos

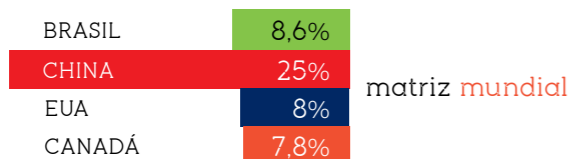
* Depende da Variável Hidrológica e em períodos de seca precisa de complementação.



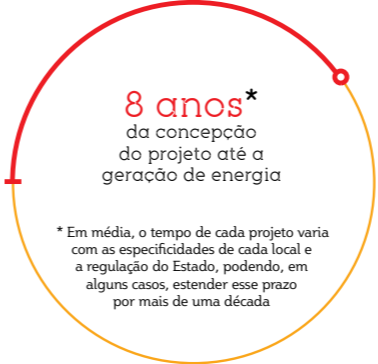
FONTE: ANEEL • DISPONÍVEL EM: [HTTP://WWW2.ANEEL.GOV.BR/APLICACOES/CAPACIDADEBRASIL/OPERACAO/CAPACIDADEBRASIL.CFM](http://www2.aneel.gov.br/aplicacoes/capacidadebrasil/operacao/capacidadebrasil.cfm)
DATA DE REFERÊNCIA: 05/10/2016

Hidrelétricas utilizam a energia potencial de uma queda d'água ou barragem e as vazões de um rio para o acionamento das pás de turbinas, que funcionam como uma roda d'água, para conversão da energia mecânica em energia elétrica através do gerador (acoplado ao mesmo

61,3% da matriz brasileira



eixo da turbina). Nesse processo a água passa pelas turbinas e volta para o rio, sem qualquer consumo ou alteração de sua qualidade. É uma fonte renovável porque a água volta para a natureza, dentro do ciclo hidrológico das bacias hidrográficas. Por não queimar nenhum combustível é considerada uma fonte limpa.



Impacto Ambiental LOCAL / REGIONAL

A geração hidrelétrica não causa poluição do ar ou das águas, tampouco consome água no processo. A água que passa pelas turbinas é devolvida aos cursos d'água sem alterações. No entanto, dois eventos são responsáveis por impactos ambientais nas usinas hidrelétricas: As obras de construção da barragem e a criação de um lago com inundações das margens dos rios. Enquanto as obras geram impactos sociais significativos, pois demandam muitos trabalhadores que em muitos casos alteram a dinâmica social regional, a inundações de terras pode forçar a remoção de populações ribeirinhas, em alguns casos até partes de cidades urbanizadas, e reduz habitats terrestres de alguns animais. A criação do lago pode também prejudicar algumas espécies de peixes, em função do barramento, alteração de habitats (rio corrente para água com menor movimentação) e qualidade da água.

A vida útil é indefinida, e muitas já completaram um século em operação. No Brasil a usina Henry Borden em Cubatão, São Paulo, hoje em operação com 890MW, teve sua primeira etapa inaugurada em 1926. A UHE Fontes opera desde 1905 com 24MW.

TENDÊNCIAS DE CUSTO
De alta em função do aumento dos custos socioambientais.

Preço de Referência
156 R\$/MWh

FÓSSIL

ENERGIA DE BASE E COMPLEMENTAR *

NÃO RENOVÁVEL

DESPACHÁVEL

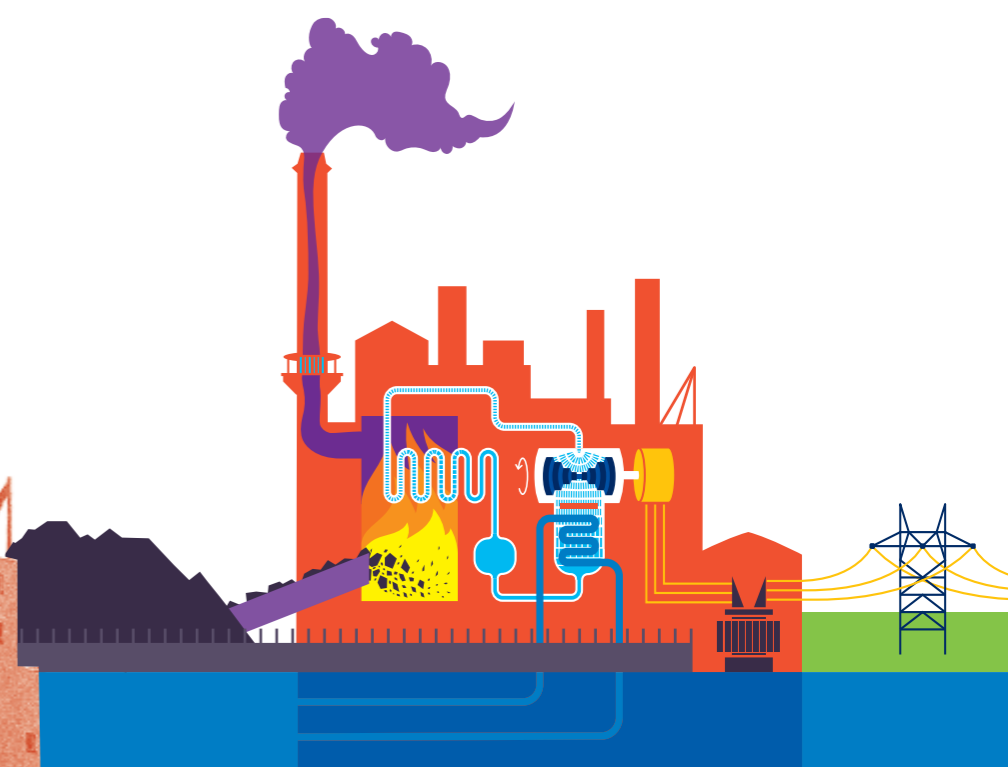
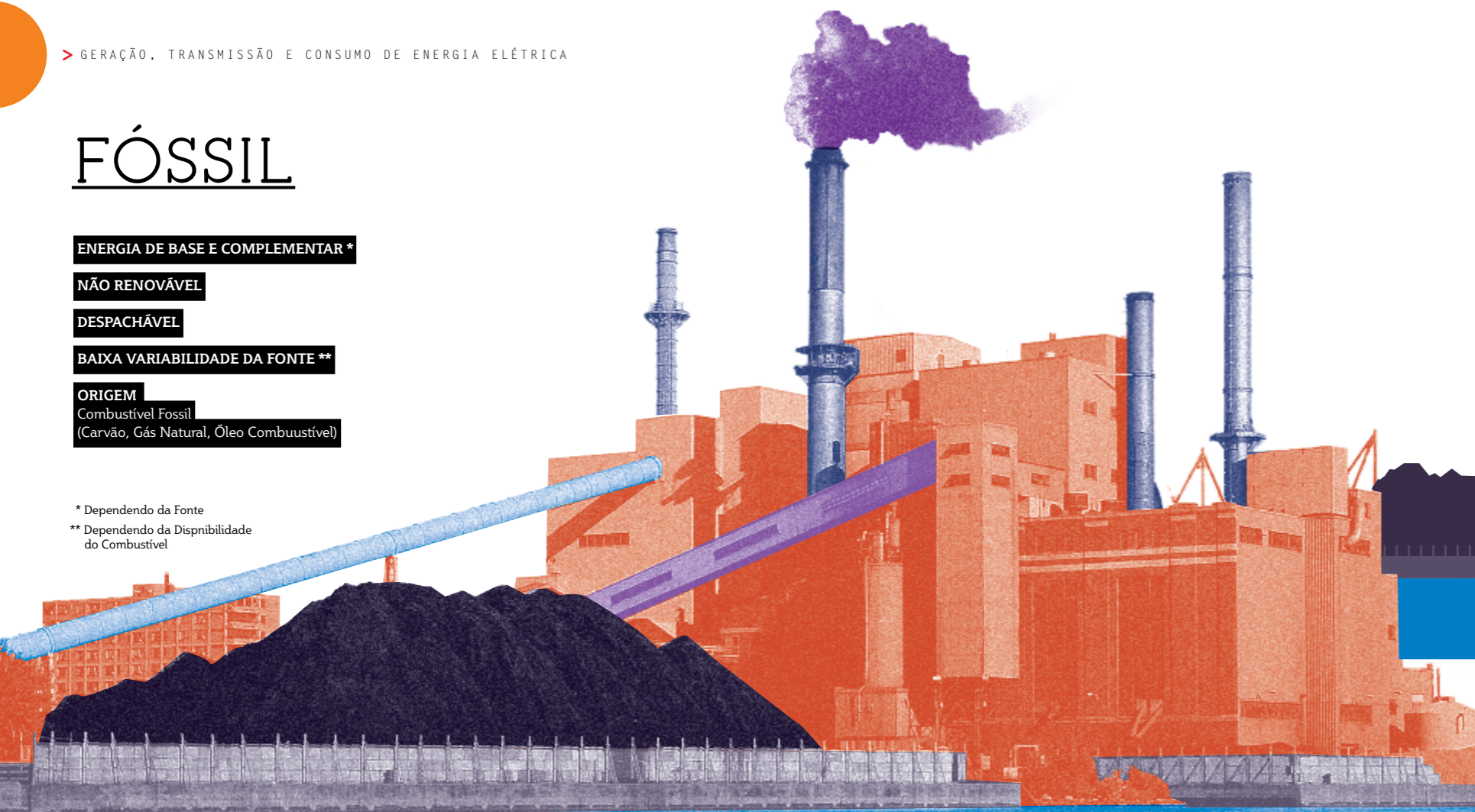
BAIXA VARIABILIDADE DA FONTE **

ORIGEM

Combustível Fóssil
(Carvão, Gás Natural, Óleo Combustível)

* Dependendo da Fonte

** Dependendo da Disponibilidade do Combustível



FONTE: ANEEL • DISPONÍVEL EM: [HTTP://WWW2.ANEEL.GOV.BR/APLICACOES/CAPACIDADEBRASIL/OPERACAO/CAPACIDADEBRASIL.CFM](http://www2.aneel.gov.br/aplicacoes/capacidadebrasil/operacao/capacidadebrasil.cfm)
DATA DE REFERÊNCIA: 05/10/2016

17,2% da matriz brasileira

BRASIL	0,6%	matriz mundial
CHINA	22%	
EUA	21,7%	

Determinados tipos de termelétricas utilizam calor para aquecer caldeiras e gerar vapor para acionar as pás das turbinas e produzir energia elétrica. Este calor pode ser produzido de diversas formas, sendo a mais comum a queima de algum combustível fóssil, como carvão, gás natural ou óleo. Nesse caso, existe o consumo de dois recursos naturais: o combustível fóssil e a água para refrigeração dos equipamentos, além de gerar poluentes atmosféricos e emitir gases de efeito estufa.



TENDÊNCIAS DE CUSTO
As termelétricas possuem um custo muito variável, principalmente aquelas com combustíveis importados.



Impacto Ambiental LOCAL / REGIONAL / GLOBAL

✓ Durante a construção das usinas, a alteração do uso do solo para instalar e acessar os combustíveis impacta o ambiente e afeta a paisagem. Na produção de energia a partir de combustíveis sólidos, os descartes de resíduos poluem a água utilizada no processo. Dentre estes, o principal impacto das fontes fósseis é a poluição atmosférica, devido às emissões, principalmente de CO₂, que contribui para o aquecimento global.

GÁS NATURAL

Preço de Referência
277 R\$/MWh

CARVÃO

Preço de Referência
229 R\$/MWh

BIOMASSA

ENERGIA COMPLEMENTAR

RENOVÁVEL

NÃO DESPACHÁVEL

BAIXA VARIABILIDADE DA FONTE *

ORIGEM

Bagaço de Cana de Açúcar, casca de arroz ou madeira



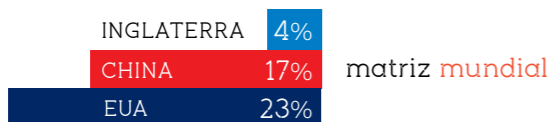
14 GW instalados no Brasil



531 usinas no Brasil

FONTE: ANEEL • DISPONÍVEL EM: [HTTP://WWW2.ANEEL.GOV.BR/APLICACOES/CAPACIDADEBRASIL/OPERACAO/CAPACIDADEBRASIL.CFM](http://www2.aneel.gov.br/aplicacoes/capacidadebrasil/operacao/capacidadebrasil.cfm)
DATA DE REFERÊNCIA: 05/10/2016

8,9% da matriz brasileira



No Brasil a biomassa utiliza calor gerado principalmente pela queima de bagaço de cana de açúcar para aquecer caldeiras e gerar vapor para acionar as pás das turbinas que acionam os geradores. Em alguns casos essa energia é considerada “renovável” porque a cada safra a biomassa utilizada é repostada por novas colheitas. Há carbono liberado na queima da biomassa, mas também há carbono sendo consumido pela planta em seu crescimento, o que reduz o saldo de emissão de gases de efeito estufa. Porém, é preciso considerar todo o processo, que também contribui com emissões no transporte, além dos impactos relacionados à utilização de pesticidas e fertilizantes.



Impacto Ambiental

LOCAL

▼

Em primeira vista, os biocombustíveis aparecem como uma solução de energia ideal. São renováveis, e as plantas absorvem dióxido de carbono à medida que crescem, podendo neutralizar as emissões. Porém, é preciso uma quantidade enorme de energia e grandes áreas para o cultivo, além da utilização de fertilizantes e pesticidas. Há um debate em curso se o etanol fornece mais energia do que consome para o cultivo, transporte e processamento das plantas.



TENDÊNCIAS DE CUSTO

A variável de custo depende do preço da cultura de cana de açúcar.

Preço de Referência
192 R\$/MWh

EÓLICA

ENERGIA COMPLEMENTAR

RENOVÁVEL

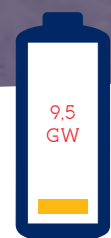
NÃO DESPACHÁVEL

ALTA VARIABILIDADE DA FONTE *

ORIGEM

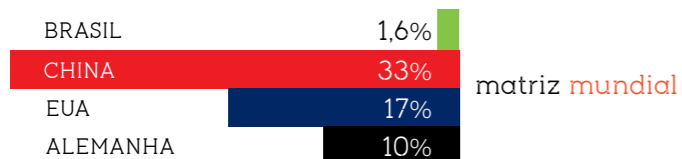
Velocidade dos ventos

* Depende da Disponibilidade do Vento



FONTE: ANEEL - DISPONÍVEL EM: [HTTP://WWW2.ANEEL.GOV.BR/APLICACOES/CAPACIDADEBRASIL/OPERACAO/CAPACIDADEBRASIL.CFM](http://www2.aneel.gov.br/aplicacoes/capacidadebrasil/operacao/capacidadebrasil.cfm)
DATA DE REFERÊNCIA: 05/10/2016

6,09% da matriz brasileira



Usinas eólicas aproveitam a energia cinética dos ventos para movimentar as pás das turbinas, transformando energia mecânica em energia elétrica de forma análoga às fontes hídricas e térmicas.

Essas usinas têm tido um grande desenvolvimento tecnológico. Na década de 1990, por exemplo, tinham tipicamente 50m de diâmetro e menos de 1 MW de capacidade unitária. Atualmente as torres podem ter mais de 150m de altura (onde os ventos são bem mais fortes) e a capacidade unitária é 3 MW. Como consequência, há uma melhoria de eficiência e redução de custos.



Impacto Ambiental

LOCAL

Uma das formas mais limpas e sustentáveis para a geração de energia elétrica, já que o vento é inesgotável e acessível, e a geração por ele não produz poluição do ar ou o aquecimento global por emissões, nem poluição das águas. O impacto ambiental mais grave da energia eólica é atribuído ao seu efeito sobre aves, além do ruído que pode afetar a população do entorno.

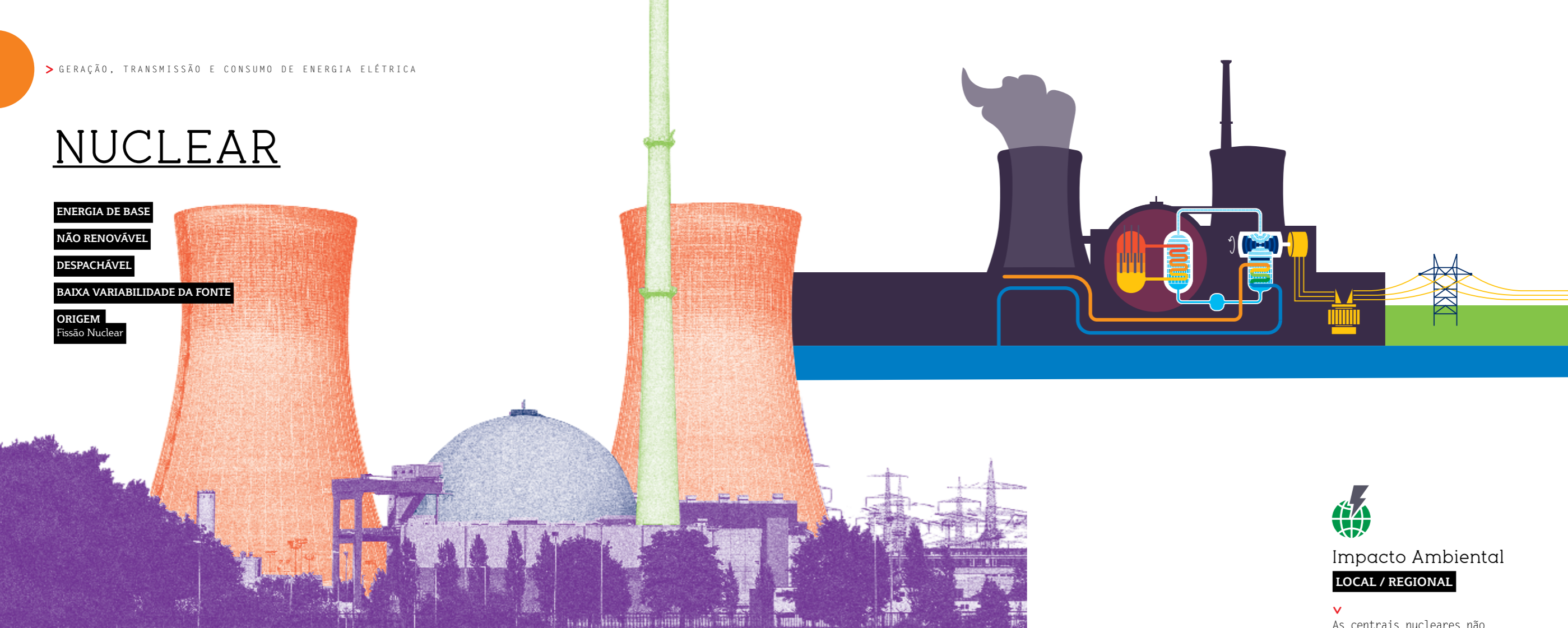
TENDÊNCIAS DE CUSTO

A tendência das Usinas Eólicas é ficar com os custos cada vez mais baixos com seu avanço tecnológico.

Preço de Referência
173 R\$/MWh

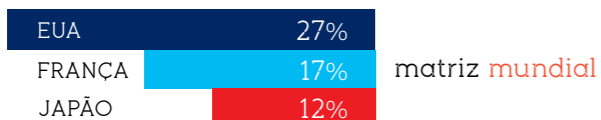
NUCLEAR

- ENERGIA DE BASE
- NÃO RENOVÁVEL
- DESPACHÁVEL
- BAIXA VARIABILIDADE DA FONTE
- ORIGEM
Fissão Nuclear

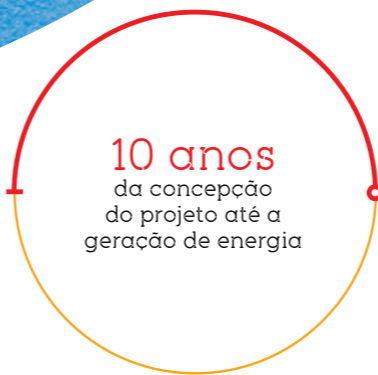


FONTE: ANEEL • DISPONÍVEL EM: [HTTP://WWW2.ANEEL.GOV.BR/APLICACOES/CAPACIDADEBRASIL/OPERACAO/CAPACIDADEBRASIL.CFM](http://www2.aneel.gov.br/aplicacoes/capacidadebrasil/operacao/capacidadebrasil.cfm)
DATA DE REFERÊNCIA: 05/10/2016

1,3% da matriz brasileira



Em usinas nucleares a geração de calor é obtida da fissão de átomos de urânio ou tório. O calor aquece uma caldeira de vapor que, exatamente como nas outras termelétricas convencionais, transforma a energia mecânica da movimentação das pás das turbinas em energia elétrica.



TENDÊNCIAS DE CUSTO
As usinas nucleares possuem um custo estável.

Preço de Referência
700 R\$/MWh



Impacto Ambiental LOCAL / REGIONAL

As centrais nucleares não produzem poluição do ar ou dióxido de carbono, mas geram subprodutos como resíduos nucleares e combustível irradiado. Alguns dos resíduos são altamente radioativos e devem ser armazenados em instalações especialmente concebidas - o que gera riscos no caso de acidentes. Além do descarte destes materiais radioativos, grande parte dos equipamentos tornam-se contaminados com radiação, permanecendo radioativos durante milhares de anos. Além disso, as centrais nucleares utilizam grandes quantidades de água para a produção de vapor e para a refrigeração, podendo afetar vidas aquáticas.

SOLAR

ENERGIA COMPLEMENTAR

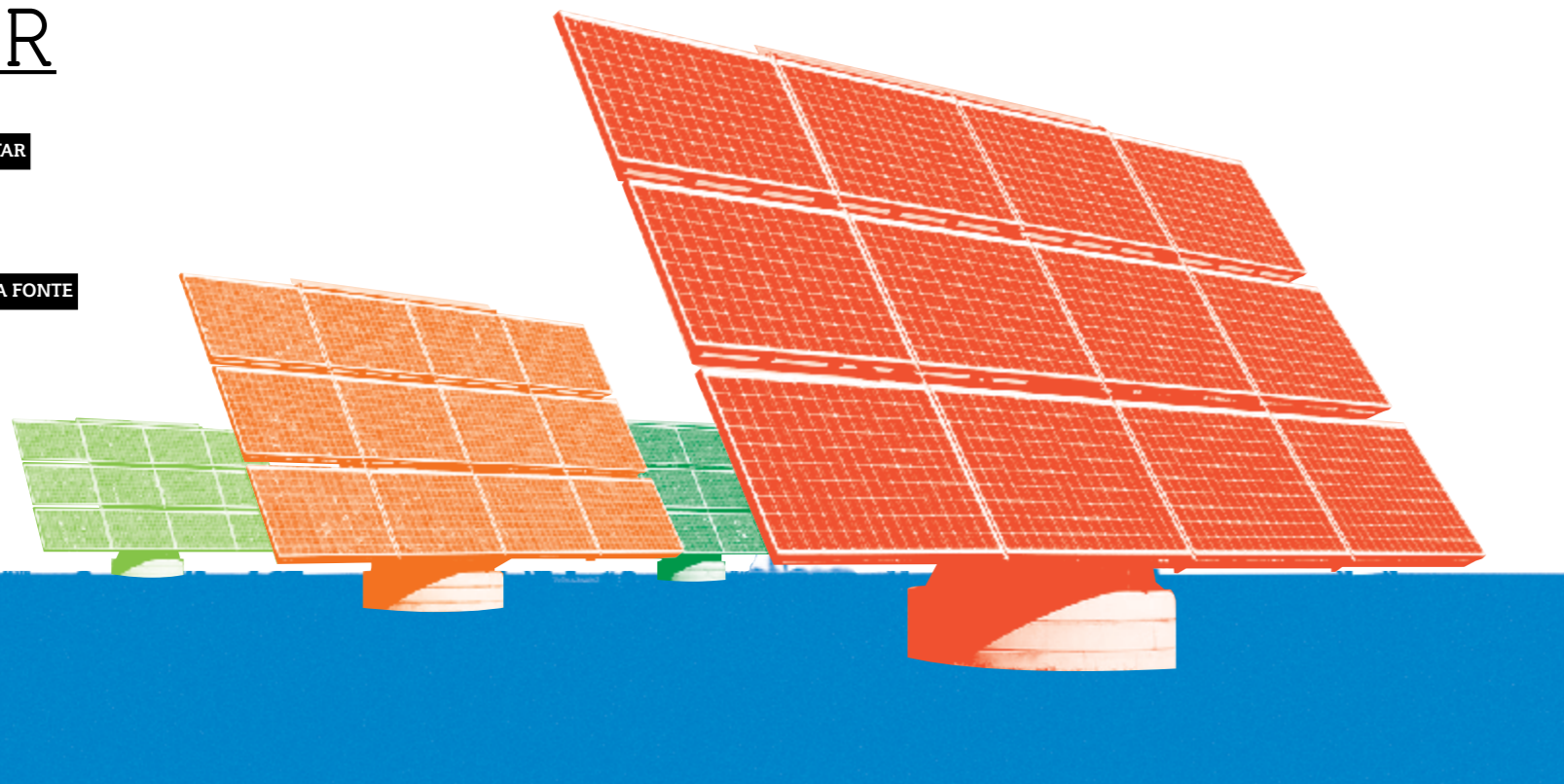
RENOVÁVEL

NÃO DESPACHÁVEL

ALTA VARIABILIDADE DA FONTE

ORIGEM

Radiação solar direta



Impacto Ambiental

LOCAL

✓

Os impactos ambientais associados à energia solar incluem o uso da terra para instalação de placas e a perda de habitat de determinadas espécies. A fabricação de painéis solares requer uma quantidade imensa de energia - muitas vezes, a partir da energia produzida pelo carvão, como no caso das chinesas. O ciclo de vida, estimada na ordem de 25 anos, e capacidade de reciclagem de painéis solares também são incertos e preocupantes, podendo causar consequências ambientais graves, como toxicidade do solo em aterros.



23 MW

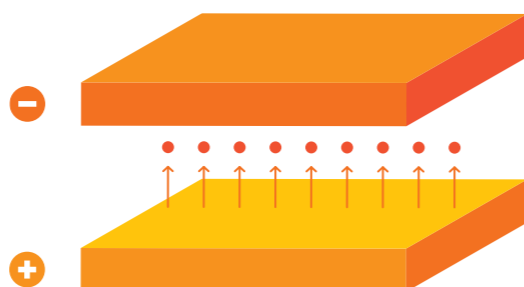
instalados no Brasil

42 usinas no Brasil

FONTE: ANEEL • DISPONÍVEL EM: [HTTP://WWW2.ANEEL.GOV.BR/APLICACOES/CAPACIDADEBRASIL/OPERACAOCAPACIDADEBRASIL.CFM](http://www2.aneel.gov.br/aplicacoes/capacidadebrasil/operacaocapacidadebrasil.cfm)
DATA DE REFERÊNCIA: 05/10/2016

✓

O movimento dos fótons de luz, atraídos do semicondutor positivo para o semicondutor negativo, cria a energia elétrica.



✓

Outra tecnologia ainda em desenvolvimento é a termosolar de concentração, onde os raios solares aquecem fluídos ou sais, que são utilizados para produção de vapor de água, que por sua vez acionam turbinas e geradores, inclusive a noite.

2 anos da concepção do projeto até a geração de energia

0,01% da matriz brasileira

Usinas solares fotovoltaicas convertem diretamente a radiação solar em energia elétrica pelo fenômeno fotoelétrico, sem nenhum dos equipamentos mecânicos presentes nas demais fontes.

TENDÊNCIAS DE CUSTO

A tendência da Energia Solar é reduzir os custos a medida que a tecnologia avança.

Preço de Referência
302 R\$/MWh

> CAPÍTULO 3

NOSSA MATRIZ ELÉTRICA

/UM OLHO NA OFERTA, OUTRO NA DEMANDA

O PLANEJAMENTO DA NOSSA MATRIZ ELÉTRICA DEPENDE DE PROJEÇÕES E INDICADORES DO SETOR, COMO O CRESCIMENTO DO PIB E A DISPONIBILIDADE DAS FONTES DE GERAÇÃO. ENTENDA POR QUE É TÃO DIFÍCIL PLANEJAR E CUMPRIR O PLANEJAMENTO ELÉTRICO NO BRASIL E OS PRINCIPAIS IMPACTOS DISSO PARA A SOCIEDADE.

A evolução da nossa matriz elétrica

A matriz elétrica brasileira, isto é, o conjunto de todas as usinas de geração construídas para atender a nossa demanda, vem se transformando ao longo dos anos. Sempre baseada em usinas hidrelétricas, explicado pelo nosso grande potencial hidráulico, porém sofrendo alterações quanto ao percentual de participação de cada fonte.

Políticas de incentivos a outras fontes renováveis, avanços tecnológicos e consequente queda de custos tem aumentado a participação da energia eólica, biomassa, e, mais recentemente, a energia solar.

O principal fator para redução da participação das hidrelétricas é a grande dificuldade para o licenciamento socioambiental, o que ocorre em muito menor grau com as demais fontes renováveis e mesmo com as usinas térmicas que utilizam combustíveis fósseis.



▼ Atualmente no Brasil é muito mais simples, rápido e barato licenciar uma termoeletrica movida a combustível fóssil do que uma hidrelétrica, apesar de suas emissões de gases de efeito estufa. Como resultado, nossa matriz tem ficado mais poluente, e também mais cara para o consumidor.

A matriz elétrica nacional

HÍDRICA

61,31%
95.763 MW

 1.229 USINAS INSTALADAS



FÓSSIL

17,21%
26.874 MW

 2.398 USINAS INSTALADAS



BIOMASSA

8,87%
13.861 MW

 531 USINAS INSTALADAS



EÓLICA

6,09%
9.507 MW

 389 USINAS INSTALADAS




IMPORTAÇÃO


5,23%
8.170 MW



1,27% NUCLEAR
1.990 MW

 2 USINAS INSTALADAS

0,01% SOLAR
23 MW

 42 USINAS INSTALADAS





A Lei nº 9.648/1998 introduziu um desconto na tarifa de uso do sistema de transmissão - TUST ou distribuição - TUSD (também conhecidas por tarifas fio) para a energia produzida por fontes renováveis, aumentando a sua competitividade nos leilões de energia e no mercado livre. Atualmente, esse benefício contempla pequenas centrais hidrelétricas, eólica, biomassa, solar e centrais de cogeração com uma capacidade instalada de até 300MW, oferecendo um desconto não menor do que 50% da tarifa fio tanto na geração como no lado do consumo. A energia solar é a única tecnologia renovável a qual atualmente é concedido um desconto ainda maior para projetos que entrem em operação comercial até 2017: neste caso o desconto atinge 80% nos 10 primeiros anos de operação da usina.

Estes incentivos correspondem a cerca de R\$ 10 por MWh. No caso da solar, são maiores, da ordem de R\$ 20 por MWh.

Além de aplicáveis para geradores de fontes incentivadas, os descontos na tarifa fio também são admissíveis para grandes consumidores que adquirem essas fontes.

Com o desconto na tarifa fio, a geração renovável pode ser atraente para estes consumidores, mesmo com preço de energia superior ao de uma usina hidrelétrica, principalmente no caso de geradores e consumidores conectados diretamente à rede de distribuição, uma vez que a tarifa fio cresce para consumidores conectados na rede de baixa tensão (são necessários investimentos maiores para atender estes consumidores, por isso eles pagam mais). A Lei permite ainda que a energia gerada por essas fontes seja vendida diretamente aos consumidores (ou grupos de consumidores) cuja carga esteja acima de 500 kW e até 3000 kW.

O mercado sujeito a estes incentivos econômicos é conhecido como incentivado e



os consumidores beneficiados são chamados especiais. O mecanismo de desconto na tarifa fio tem sido um dos principais caminhos para a integração de geração de energia renovável não-convencional no Brasil.

É claro que se uma parte dos consumidores paga menos pelos custos de construção e operação das redes (a "tarifa fio"), outro segmento terá que pagar mais para remunerar o total do investimento. No presente caso, os consumidores cativos (todos os consumidores residenciais e mais da metade do consumo comercial) acabam sendo mais onerados. Como consequência todo cidadão paga uma tarifa maior para subsidiar um grande grupo consumidor de energia (como um shopping center), que paga menos porque contratou sua energia com uma usina eólica ou solar.



O PIB e o crescimento da demanda

Como já visto, existe uma forte correlação entre o IDH e o consumo de energia elétrica per capita. Em países em desenvolvimento, como o Brasil, a capacidade de produção de eletricidade ainda precisa ser ampliada para acompanhar o desenvolvimento econômico e social.

A evolução do consumo de energia elétrica per capita mostra que, historicamente, o crescimento da demanda por energia é maior do que o crescimento populacional. Antes da crise de 2013, o Brasil apresentava taxas robustas de crescimento econômico, da ordem de 5% ao ano, bem maiores do que as taxas anuais de aumento populacional. Assim uma retomada do desenvolvimento econômico significará necessidade de novas usinas de geração.

Na última década, o crescimento do consumo de energia elétrica foi ancorado pelos segmentos comercial e residencial, com queda relativa do setor industrial principalmente após 2010 pela crise que se instalou. As projeções de consumo levam em conta um cenário macroeconômico, cuja variável-chave é a taxa de crescimento do PIB. Ou seja, crescimento econômico se traduz em crescimento de consumo de energia. Dessa forma, se elaboram cenários de expansão da oferta de energia conforme o crescimento esperado da economia.

Assim, o planejamento consiste em ajustar um cenário indicativo de expansão da oferta de energia elétrica conforme demanda esperada. Este cenário é composto por projetos de geração e interconexões de transmissão entre subsistemas que compõem o Sistema Interligado Brasileiro - SIN. Isso reflete a tendência da expansão da oferta de geração do Setor Elétrico Brasileiro, dadas as opções de expansão disponíveis.

Esse cenário de Expansão deve ser construído de tal modo que considere a competitividade e disponibilidade das diversas tecnologias (mínimo custo global para o consumidor) e os aspectos regulatórios do sistema brasileiro que afetam a expansão. Esses aspectos são focados na garantia de suprimento por parte das usinas geradoras, em função de sua disponibilidade, nos contratos entre as três partes do sistema: geração, transmissão e distribuição, e na competitividade entre as fontes para garantir o fornecimento e o menor custo de tarifa para o consumidor, e para esse fim são realizados leilões de venda de energia, sempre que necessário, com foco nas fontes disponíveis.

Assim, o sistema contrata a usina de geração elétrica, seja ela hidrelétrica, eólica, térmica ou solar, que estiver aprovada do

ponto de vista técnico e ambiental. A combinação das fontes é importante, pois são complementares, ainda que os custos sejam distintos. Quando falta água nos rios, ou vento nas eólicas, o sistema tem que dispor de termelétricas, mesmo sendo mais caras, para garantir o fornecimento de energia elétrica a população.

O cenário de expansão é montado em função das disponibilidades desses recursos naturais (fontes de geração) e a maturação do projeto naquele instante, isto é, se ele está aprovado e com licença ambiental.

> A expansão de nossa matriz elétrica tem sido feita, então, para atender o crescimento da demanda, em função das taxas de crescimento econômico e respeitando os critérios e exigências regulatórias, sempre projetando a nova geração a partir das fontes disponíveis e de suas características.

Por que não conseguimos cumprir nosso planejamento elétrico?

O Ministério de Minas e Energia (MME), por meio da Empresa de Pesquisa Energética (EPE), desenvolve periodicamente o Plano Decenal de Expansão de Energia. O objetivo do plano é ajustar a oferta e a demanda. Esse planejamento é cumprido na medida em que as fontes de geração ficam disponíveis – quando há viabilidade financeira e socioambiental, ou seja, após aprovação dos estudos e licenças ambientais.

Apesar de as previsões serem cada vez mais apuradas, ainda assim podem ocorrer imprevistos ao longo do percurso que impactam a oferta de energia. As usinas hidrelétricas, por exemplo, passam por um longo processo de maturação, que começa pela etapa de estudos de inventário, seguindo depois para os estudos de viabilidade. Nesse ponto do processo, costumam surgir embates entre os interesses regionais e locais sobre os impactos dos projetos de energia, o que geralmente altera o cronograma previsto.

Como consequência das dificuldades enfrentadas para a viabilização das hidrelétricas, outras fontes de energia são contratadas, a fim de que a oferta planejada seja cumprida. Entre elas, estão as usinas eólicas e termelétricas, estas com menor prazo de maturação e menor complexidade de licenciamento socioambiental.

Mesmo crises econômicas globais, como a de 2008, contribuem para que a matriz elétrica evolua de forma diferente do planejado. Por exemplo, em termos mundiais, muitas encomendas europeias de aerogeradores para eólicas foram canceladas devido a crise econômica. Isso constituiu uma janela de oportunidade excelente para a penetração maior desta fonte no Brasil, cuja retração econômica não se comparava à crise global. O câmbio estava atrativo e o risco do país estava baixo. Como resultado, houve uma inserção acelerada e não prevista da contratação de eólicas nos leilões de energia a partir de 2009.

Para exemplificar, a figura da página seguinte apresenta a capacidade instalada, em 2014, de acordo com o Balanço Energético Nacional (BEN), e as projeções para 2030 tanto do Plano Nacional de Energia (PNE) 2030, concluído em 2008, como da Nota Técnica de abril de 2016, que serviu de base para os compromissos ambientais assumidos pelo governo brasileiro na COP 21 (acordo de Paris), todos desenvolvidos e divulgados pela EPE.

Observa-se que a capacidade instalada projetada para 2030 na recente Nota da EPE é quase o dobro daquela verificada em 2014. Adicionalmente, esta previsão é bem superior à projeção feita em 2007 no PNE

2030, que considerava principalmente a expansão das fontes convencionais (hídricas e térmicas a gás natural, carvão e nuclear).

Na Nota da EPE de 2016, as fontes renováveis ganharam destaque, como no caso da energia solar (17 GW em 2030 contra zero no PNE 2030) e da energia eólica (a nova projeção é sete vezes superior à existente em 2014). Já para a biomassa, a realidade em 2014 superava em 100% a previsão para 2030.

Outro aspecto importante refere-se a alterações na projeção das demandas de energia em função das variações das taxas de crescimento. O Brasil passa por uma crise econômica grave, com taxas de crescimento muito baixas, não previstas nem pelo governo e tampouco pelos agentes financeiros. A demanda despencou e há, no momento, sobra de energia.

A previsão é de que essa sobra irá aumentar até 2019, como resultado da baixa projeção de crescimento da demanda nesse período e do início gradativo da geração de grandes projetos hidrelétricos já contratados (Belo Monte, usinas do Madeira e do Teles Pires).

- > O Brasil passa por uma crise econômica grave, com taxas de crescimento muito baixas, não previstas nem pelo governo e tampouco pelos agentes financeiros. A demanda despencou e há, no momento, sobra de energia.

Capacidade instalada

300 GW

250 GW

200 GW

150 GW

100 GW

50 GW

0 GW

A capacidade instalada atual e as projeções para 2030 (MME/EPE)

2015

> BEN
(ANO BASE 2014)

2030

> PNE
(ELABORADO EM 2008)

2030

> NT COP 21
(ELABORADO EM 2016)

OUTRAS TÉRMICAS 9.5

BIOGÁS 0.1

SOLAR 0.0

EÓLICA 4.9

BIOMASSA 12.3

NUCLEAR 2

CARVÃO 3.4

GN 12.6

HIDRO 89.2

TOTAL 133.9

OUTRAS TÉRMICAS 5.5

BIOGÁS 1.3

SOLAR 0.0

EÓLICA 4.7

BIOMASSA 6.6

NUCLEAR 7.3

CARVÃO 6.0

GN 21

HIDRO 164.1

TOTAL 216.5

OUTRAS TÉRMICAS 0

BIOGÁS 1

SOLAR 17

EÓLICA 33

BIOMASSA 28

NUCLEAR 5

CARVÃO 4

GN 21

HIDRO 139

TOTAL 248

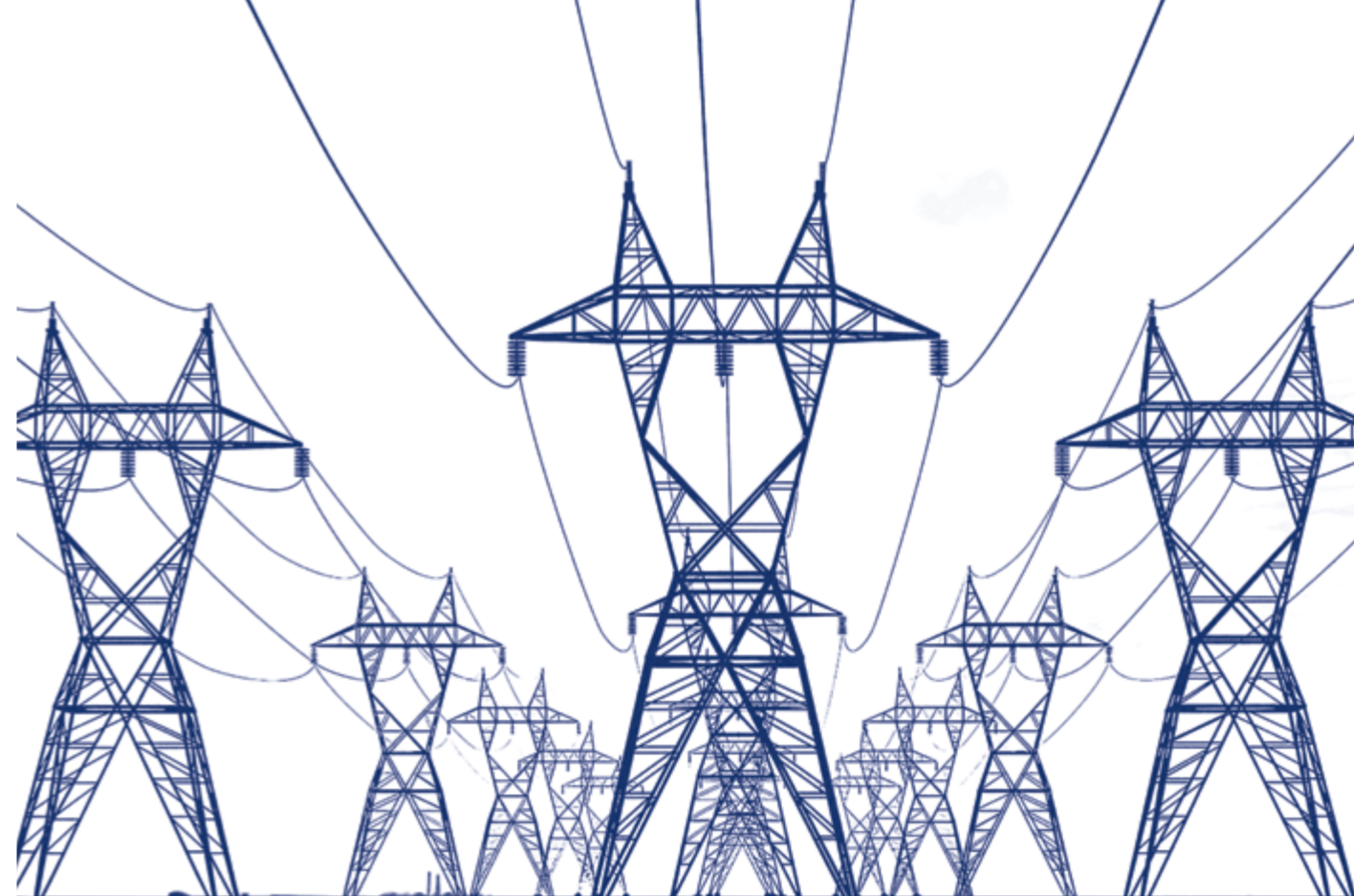


E quais são os impactos do descumprimento?

Os impactos dependem muito das dificuldades de realização dessas expectativas. Se os projetos de usinas hidrelétricas de grande porte não se viabilizarem, outras fontes serão desenvolvidas, como já vem ocorrendo. Na década de 1990, investimentos insuficientes em nova capacidade de geração de energia e transmissão resultaram no racionamento de 2001. Os cronogramas de implantação de novas usinas não se efetivaram, por motivos variados, tanto de hidrelétricas, como de térmicas, somado uma crise hídrica severa. O sistema não conseguiu atender a demanda numa época em que o país retomava o crescimento econômico.

No caso das hidrelétricas, as novas restrições ambientais tornaram o processo de aprovação muito mais lento, e as usinas com reservatório de regularização de vazões foram abandonadas pela maior dificuldade de licenciamento ambiental.

Como consequência a operação do sistema tem se tornada cada vez mais complexa e cara, principalmente na ocorrência de estiagens, como entre 2013 e 2015. Nesse caso as termelétricas foram acionadas a 100%, evitando um racionamento de energia como o de 2001, mas aumentando de forma significativa as tarifas aos consumidores.



As fontes renováveis e os compromissos da COP-21

Olhando as projeções feitas pelo setor energético, em especial o Plano Nacional de Energia de 2030 e a Nota Técnica da EPE de 2016 (que expõe a memória de cálculo usada pelo governo brasileiro em seu compromisso na COP 21), percebe-se que participação de 23% das fontes renováveis não hídricas na matriz elétrica (um dos compromissos do Brasil) implica num aumento significativo destas fontes, deixando menos espaço para a contratação de fontes tradicionais, como usinas hidrelétricas e térmicas.

A intermitência destas fontes renováveis precisa ser capturada no processo de planejamento setorial. Caso contrário, os balanços energéticos podem apresentar um plano difícil de ser posto em prática por complexidades operativas. Esse último ponto torna menos factível a meta de 23% de fontes renováveis, além da hídrica, na matriz elétrica. Além de ser necessário melhorar o ambiente financeiro e regulatório em que estão inseridas essas fontes, será preciso avaliar de que modo o sistema poderá manter um nível elevado de confiança no suprimento elétrico.

Em resumo os movimentos e ações indicam uma maior pressão para investimentos em renováveis pelos compromissos assumidos na COP-21, o que vai trazer maior dificuldade de operação e equilíbrio da matriz elétrica caso não sejam implementadas as hidrelétricas previstas no planejamento.

Como já foi explicado o aumento em 23% de fontes renováveis complementares demandará energia de base para segurança energética, o que impõe que seja ampliado a contribuição hídrica, já que a alternativa no Brasil, para o volume de geração necessário, seriam as térmicas baseadas em combustíveis fósseis, o que por sua vez contraria os compromissos assumidos e os objetivos da COP.

Portanto, a pressão pelos investimentos em fontes renováveis complementares deve ser acompanhada por investimentos em hidrelétricas, como forma de assegurar a despachabilidade, com menores custos e ainda com uma fonte igualmente renovável.

Cenário de Expansão

Como pode ser visto, é esperado um crescimento das fontes hidrelétrica, eólica, solar e gás natural. Observa-se, portanto, que naturalmente o Brasil teria uma evolução da oferta mantendo o perfil de grande participação de fontes renováveis.

Esta expansão, contudo, não atenderia os compromissos brasileiros firmados em Paris (COP 21) de que até 2030 a participação de fontes renováveis não hídricas deverá ser de 23% da matriz elétrica brasileira, em termos de produção de energia. Importante destacar que em 2013 esta participação era de 9%. O Brasil também se comprometeu a incrementar ações de eficiência energética de forma a reduzir o consumo em 10%

até 2030. Esta combinação de grande participação de renováveis não hídricas e menor crescimento de mercado no horizonte 2030 resultante da crise financeira iniciada em 2014 contribuem para uma redução da expansão de fontes convencionais (hidrelétricas e térmicas).

Neste sentido, se avaliou um cenário alternativo, supondo que somente as hidrelétricas em construção seriam implantadas, isto é, sem nenhuma nova hidrelétrica. Considerando os critérios que regem o planejamento energético, o que se conclui é que essa expansão que exclui a fonte hídrica, não é viável, pelos motivos tratados a seguir.

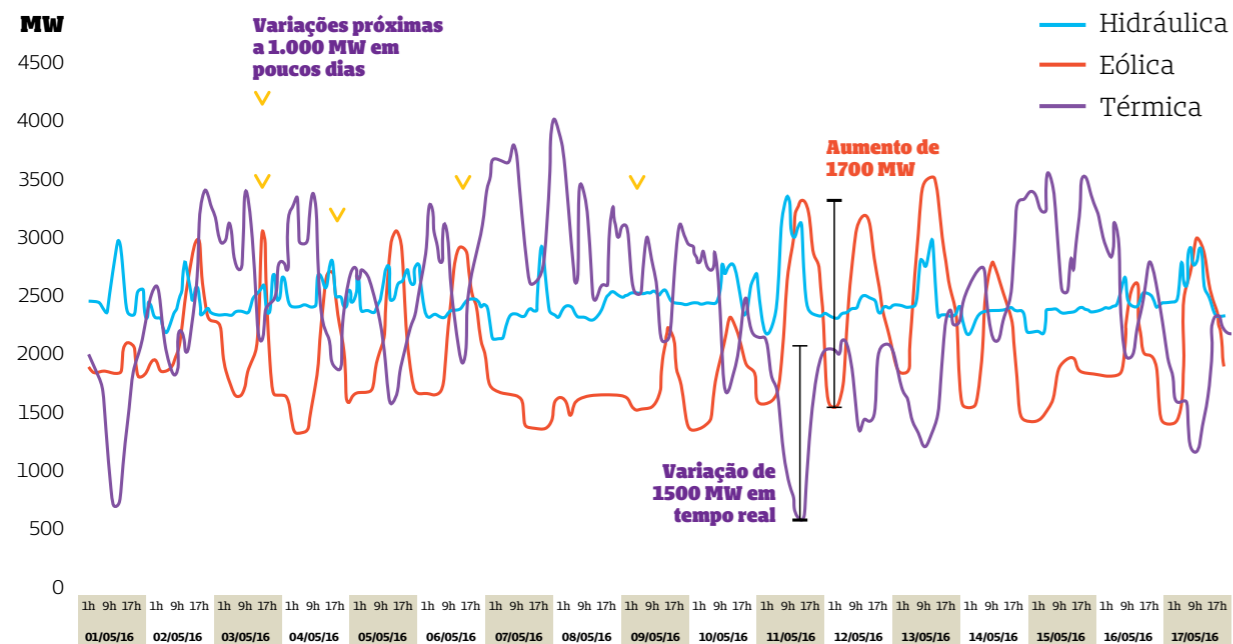


Custos

Considerando que as hidrelétricas possuem menor custo que as demais, e ainda, que com a eventual redução da participação hídrica a energia de base que sustentaria intermitências e sazonalidades da geração complementar seriam as térmicas, os custos de geração transferidos para o consumidor subiriam significativamente.

As demais fontes não hídricas, representam maiores custos operacionais. Além disso, é preciso ponderar que as térmicas não são projetadas para operar em tempo integral, pois requerem paradas técnicas para manutenção. Somado a isso, as novas fontes podem trazer custos de reparação do maquinário em períodos bem inferiores que as hidrelétricas, em função da vida útil de equipamentos.

- > Para alcançar uma matriz mais limpa, aumentando a participação de fontes intermitentes, a exemplo das eólicas, é preciso que o sistema conte com fontes despacháveis hídricas, já que as térmicas são emissoras de gases de efeito estufa.



Fonte: ONS (HOGC)

Segurança energética

A variabilidade das fontes complementares obedece diferentes ciclos. No caso da biomassa, por exemplo, está associada principalmente à safra anual de cana. A solar terá uma variação diária e com as estações em função da cobertura de nuvens. Por sua vez, as eólicas apresentam variações mais bruscas em termos temporais. Para demonstrar essa criticidade, o gráfico ao lado retrata a variabilidade das usinas eólicas em tempo real na operação do sistema (ONS). Observam-se alterações bruscas na operação.

Como já explicado, se o sistema não contar com fontes que apresentam alta despachabilidade, os riscos de falta de energia serão grandes. Nesse quesito a hidroeletricidade é fundamental para suportar a expansão de fontes renováveis complementares no Brasil, pois é a alternativa de base com menores custos e com melhor capacidade de resposta a picos de diminuição ou aumento de demanda na rede interligada.

Complementariedade

A complementariedade vai muito além da segurança energética. Ela pressupõe uma matriz devidamente planejada que garanta o suprimento com os menores custos e riscos para os objetivos nacionais.

Isso significa contar com um mix de fontes que se complementem entre si e com as outras modalidades.

Considerando nosso sistema interligado, para garantir a complementariedade inter-regional se faz necessário dispor de grandes blocos de energia de base, e também capacidade de transmissão, que em sua grande parte advém justamente das grandes hidrelétricas, onde a maior geração sustenta grandes investimentos em transmissão, o que não ocorre nas energias complementares, dado os investimentos envolvidos serem muito menores.

Além do exposto, cabe destacar ainda que o efeito de uma eventual moratória de novas hidrelétricas também atuaria em direção contrária a um dos objetivos advogados pelos grupos que defendem esta opção: esta alternativa aumentaria a emissão de gases de efeito estufa pela maior entrada de fontes fósseis ou nucleares para prover as reservas operativas de base necessárias para a maior penetração de fontes renováveis não convencionais.

> CAPÍTULO 4

OS DESAFIOS
PARA A
EXPANSÃO
SUSTENTÁVEL
DO SETOR
ELÉTRICO
BRASILEIRO



Uma sociedade avança quando tem clareza de seu rumo e dispõe de processos sociais capazes de gerar resultados eficientes para atender o bem comum. As definições sobre o que é relevante como bem social nascem de processos democráticos e transparentes, mas é preciso contar com instrumentos capazes de tornar realidade as decisões que são adotadas.

Quando ocorrem falhas no processo de cuidar do bem comum, o custo dos desastros é sempre socializado. No setor de energia elétrica, essa máxima é dramática e já foi vivenciada em diversas crises, mas infelizmente não gerou aprendizados que permitissem ajustes nos instrumentos sociais e corrigissem os equívocos da política e das instituições.

As perdas sociais e econômicas da crise de 2001 foram enormes. Os esforços para evitar o racionamento na crise hídrica impuseram um custo sem precedentes para os cidadãos, comprometendo a retomada de desenvolvimento do país.

Os problemas do setor não são uma exclusividade de um único governo, mas sim de uma repetição de condução danosa para o interesse público.

A incapacidade de oferecer os elementos essenciais para conscientizar a sociedade sobre os desafios envolvidos; as escolhas autoritárias e oportunistas; a falta de esclarecimento do cenário completo e das consequências das escolhas; a manipulação das informações para atender objetivos travestidos de coletivos; e a incapacidade de mediar diferentes interesses de grupos distintos são alguns exemplos dessa prática repetitiva e perversa para o país.

Devido à importância da energia elétrica e do alto volume de investimentos requeridos para um país como o Brasil, é esperado que sejam grandes os interesses envolvidos

> Os problemas do setor não são uma exclusividade de um único governo, mas sim de uma repetição de condução danosa para o interesse público.

na questão. Por isso, o setor deve ter força institucional para proteger o que é realmente relevante para o cenário nacional.

Somente a nossa imaturidade social pode explicar o fato de termos à disposição tantas possibilidades de oferecer energia elétrica à sociedade e, ao mesmo tempo, sofrer com elevação de tarifas, com fornecimento inseguro e com um setor economicamente desestruturado.

É constrangedor assistir na televisão relatos de que eólicas e hidrelétricas ficam prontas mas sem poder gerar, devido a cronogramas descompassados das usinas e das linhas de transmissão.

Como resultado, o World Energy Council, avaliando imparcialmente os aspectos de segurança, equidade e sustentabilidade ambiental, classificou o Brasil na posição 57, em 125 países analisados. O Brasil ganha destaque na lista de tendências negativas por não ser capaz de lidar com crises de seca e pelo aumento do preço da energia*.

*<https://trilemma.worldenergy.org/reports/main/2016/2016%20Energy%20Trilemma%20Index.pdf>

As vantagens nacionais em função da energia hídrica

Imagine um país com extensão continental e amplas bacias hidrográficas. Inclua a essa extensão uma posição no planeta que favoreça uma média de precipitação de mais de 1.600 mm/ano (Francisco Gomide, UFPR, set/15, Curitiba). Certamente, esse país terá uma enorme potencialidade hídrica e poderá utilizar o recurso para geração de energia e outros fins.

Foi o que o Brasil fez e com grandes vantagens em relação a outros países. Se comparamos a Europa, os EUA, Canadá, Rússia, Austrália, Índia e África do Sul, a precipitação brasileira é pelo menos o dobro, com exceção da Índia onde ultrapassamos em 70% a média anual (<http://data.worldbank.org/indicador/AG.LND.PRCP.MM>).

Os custos da energia de origem hidráulica são comparativamente menores por aqui, a energia é renovável e dispomos de capacidade técnica para conceber, projetar, construir e operar as hidrelétricas como poucas nações no mundo.

Considerando que operamos num sistema integrado de distribuição de energia, as hidrelétricas podem funcionar para reduzir os riscos de abastecimento se contarmos com capacidade de armazenamento de água, contribuição de fontes alternativas, principalmente eólica e solar, e ainda, uma certa complementariedade de bacias – quando ocorrer crise hídrica numa dada região, a geração de outras bacias pode compensar o déficit hídrico.

Outra vantagem das hidrelétricas para o Brasil é que exploramos menos de 1/3 do nosso potencial (<http://www.mme.gov.br/documents/1138769/2252804/2014>). A maioria dos países desenvolvidos

já explorou mais da metade dos seus potenciais.

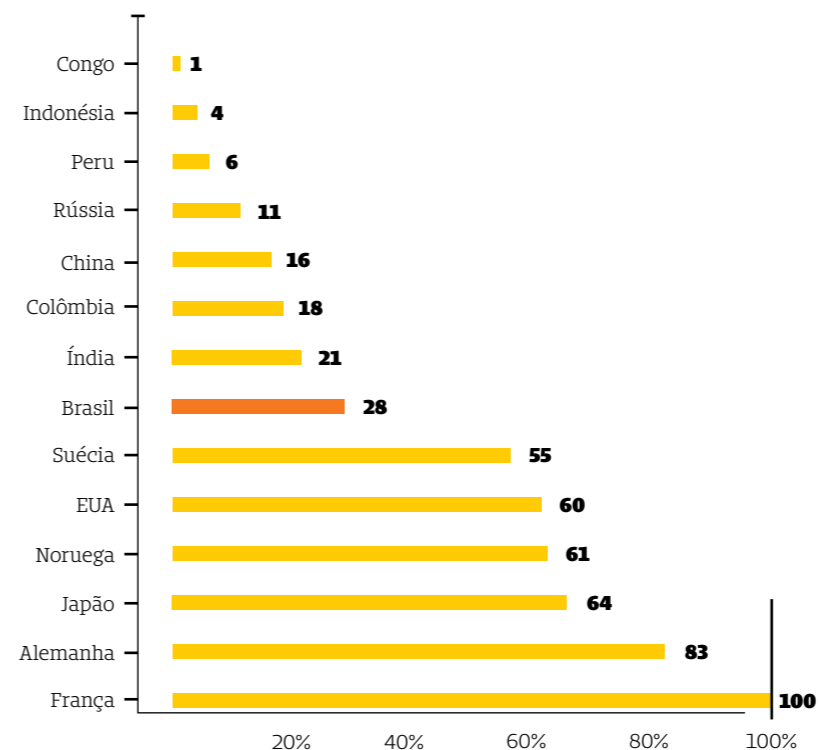
Nenhum país do mundo renunciou às hidrelétricas. Para as condições do Brasil, o potencial hídrico traz muitas vantagens e deveria ser considerado, ainda por muito tempo, no atendimento da demanda de energia da sociedade. Segundo o último relatório do World Energy Council, o Brasil teria possibilidade de triplicar a contribuição dessa fonte (<https://www.worldenergy.org/data/resources/resource/hydropower/>).

Então, como explicar os motivos que levaram a principal fonte de energia do país, a hidroeletricidade, que já foi responsável por quase 80% da geração, se transformar em algo tão criticado? Quais são os argumentos que justificam o descasamento entre um serviço essencial e a sua fonte principal de geração, levando em consideração o alto potencial hídrico de nossos rios?

Talvez, na forma de vida atual, nos acostumemos a tudo que está sempre ao alcance. Não nos preocupamos com o que está por trás do interruptor que apertamos ou da tomada utilizada para carregar o smartphone. Nosso comportamento em relação à energia elétrica parece a de uma criança urbana ao descobrir, durante uma visita de fim de semana a uma fazenda, que o leite vem da vaca, e não da prateleira do supermercado. O agravante no caso da energia é que ainda não nos encontramos com a vaca.

Poucos brasileiros sabem que foi necessário dispor do melhor que tínhamos em engenharia para implantar e coordenar a operação simultânea de cerca de 4.500 usinas de geração e uma rede de mais de 100.000 km de linhas de transmissão com o objetivo de levar a eletricidade à maioria da população.

O aproveitamento do potencial da hidroeletricidade no mundo



- 1. Baseado em dados do World Energy Council, considerando usinas em operação e em construção, ao final de 1999.
- 2. Para o Brasil, dados do Atlas de Energia Elétrica do Brasil, da ANEEL, referente a janeiro de 2002.
- 3. Os países selecionados detêm 2/3 do potencial hidráulico desenvolvido do mundo.
- 4. O potencial tecnicamente aproveitável corresponde a cerca de 35% do potencial teórico médio mundial.

A sociedade também não fez a conta de cada crise de abastecimento que já vivemos. Ou das falhas do nosso planejamento energético. O custo da energia, por exemplo, sobe com a necessidade de queimar combustíveis fósseis nas térmicas, causando um enorme ônus a todos. Isso sem considerar as emissões de CO2 resultantes dessa forma de geração, que vão no sentido contrário do esforço global de refrear o aquecimento do planeta.

Uma explicação pode estar na forma tecnocrática e pouco acessível como se conduz as escolhas para o sistema energético no país e, conseqüentemente, para a implantação de novos projetos ou na mudança dos já estabelecidos, cujo enorme volume de investimentos acaba se tornando alvo de possíveis desvios – muitas vezes,

apropriados pelo nosso sistema político em nome da governabilidade.

Outra questão que fomenta o debate sobre a saúde do setor elétrico brasileiro é o fator Amazônia, onde está o nosso maior potencial hídrico e, atualmente, o principal destino para novos projetos de hidrelétricas. O simbolismo que gira em torno da região e a falta de informação da sociedade em relação ao tema acabam sendo apropriados, principalmente por entidades não-governamentais, para criar o discurso de sua intocabilidade.

Depois da redução do desmatamento da região, esses grupos necessitavam de uma nova causa para justificar o seu ativismo e escolheram as hidrelétricas como seus principais alvos. Como é muito difícil obter resultados positivos com os problemas

reais da região, que são difusos e estão diretamente associados com as desigualdades sociais, as hidrelétricas se apresentam como alvos fixos e com maior chance de sucesso para o ativismo socioambiental.

Deve-se considerar ainda a inabilidade dos agentes públicos e privados em explicar à sociedade as assimetrias entre os impactos locais dos projetos hidrelétricos e os benefícios nacionais que eles podem trazer, tratando as implicações negativas e positivas dos empreendimentos de forma legítima, transparente e justa.

Também está em jogo a discussão sobre os interesses da indústria da energia renovável alternativa, que com a ociosidade nos seus países de origem e as vantagens cambiais, encontrou no Brasil uma chance bem-vinda de crescimento. No entanto, assume uma atitude oportunista e não esclarece abertamente o fato de sua expansão depender de energia de base e de uma integração inteligente entre as fontes de geração disponíveis no país.

Não se pode deixar de fora as escolhas políticas equivocadas de projetos, ou de mudança de projetos, que invariavelmente geraram mais custos, mais desvios e menos energia.

Pela importância da energia elétrica, e por consequência das hidrelétricas, analisar o tema é representativo das nossas dificuldades sociais e políticas, mesmo para questões tão fundamentais.

Não aprendemos com os erros, apontamos sempre para o outro, facilitamos o ganho particular em detrimento do coletivo, temos dificuldade de anteciparmos nossas necessidades para sustentar o mínimo de planejamento, somos facilmente manipulados por símbolos vazios e falsos discursos.

Cada uma das razões descritas anteriormente e muitas outras não relatadas aqui contribuem para explicar como lidamos com os problemas estruturais do País, e particularmente do setor elétrico. Porém, o mais relevante para a discussão da expansão sustentável da nossa matriz é decidir se de fato queremos manter esse processo de demonização das hidrelétricas e o discurso de intocabilidade da Amazônia. Essa escolha envolve lidar com as consequências descritas no quadro ao lado.

> O custo da energia sobe com a necessidade de queimar combustíveis fósseis nas térmicas, causando enorme ônus a todos. Isso sem considerar as emissões de CO2 resultantes dessa forma de geração, que vão no sentido contrário do esforço global de refrear o aquecimento do planeta. O papel de backup das térmicas está sendo desvirtuado no Brasil, e essas fontes vem sendo utilizadas nos últimos anos como energia de base para o sistema. Na última crise hídrica, em 2014, as térmicas tiveram dificuldades para cumprir seus cronogramas de manutenção, pois o necessário desligamento comprometeria a geração.



O papel de backup das térmicas está sendo desvirtuado no Brasil, e algumas usinas são tão demandadas em certos períodos que enfrentam dificuldades para realizar as paradas técnicas e receberem as manutenções necessárias

As desvantagens de não investir em hidrelétricas

- > Substituir a geração hídrica por térmicas a combustível fóssil ou nuclear – o sistema requer energia de base e despachável.
- > A escolha pode impactar de forma significativa o preço da tarifa para o consumidor – a custos atuais, e assumindo que não teremos mais hidrelétricas, a tarifa deve aumentar.
- > Enquanto o mundo vivencia uma corrida em busca de menos emissões e mais energia renovável, estaríamos tomando o caminho inverso. Estima-se que as emissões de gases de efeito estufa podem sextuplicar até 2050 devido à contribuição das fontes dependentes de combustíveis fósseis. Seria, então, muito difícil mantermos os compromissos ambientais internacionais.

Amazônia: a grande fornecedora de energia no futuro

Para a região amazônica fazer parte da solução de suprimento energético para a sociedade brasileira, é necessário equacionar um conjunto de desafios, que envolvem políticas públicas e a forma de contratação e condução dos empreendimentos. Se o país depende de recursos privados para expandir sua infraestrutura, as condições de oferta de contratos de concessão deverão demonstrar que os riscos socioambientais podem ser bem administrados. Abaixo, levantamos quatro pontos cruciais para a discussão sobre a Amazônia e seu potencial de se tornar a grande fornecedora de energia do país:

- A obtenção da conformidade ambiental e toda a burocracia e subjetividade envolvida neste processo;
- A inserção dos empreendimentos em contextos regionais fragilizados e incapazes de suportar, mesmo que apenas no período das obras, a pressão por serviços e infraestrutura públicos;
- A interferência em populações tradicionais, especialmente as comunidades indígenas; e
- Os impactos na conservação da biodiversidade, com destaque para os ambientes aquáticos das bacias envolvidas, sendo preciso lidar com conhecimento e inovação na gestão de impactos sobre o ecossistema.

Existe no Brasil o acúmulo de conhecimento, tecnologias e experiência para o equacionamento de todas essas questões, mas é necessário que haja um orquestramento de diálogos, mudanças de postura em vários setores, adequação normativa e gestão fundamentada nos resultados. Com o desgaste do setor advindo de alguns erros de condução e de escândalos, somente a atuação articulada do governo

pode recolocar a região no papel de geradora de energia elétrica para o país.

Com o desgaste do setor advindo de alguns erros de condução e de escândalos, somente a atuação articulada do governo pode recolocar a região no papel de geradora de energia elétrica para o país.

Os esforços para preservar a biodiversidade da floresta

A conservação da biodiversidade na região está entre as questões sensíveis para as hidrelétricas na Amazônia. O volume de recursos gastos é significativo, mas os resultados não são tangíveis. O tema começa a ser considerado desde o inventário, que inclui critérios ambientais na definição dos aproveitamentos. Depois, segue para a Avaliação Ambiental Integrada, que trata do conjunto dos aproveitamentos de uma bacia. Em seguida, é considerado nos Estudos de Impacto Ambiental, onde ele é diagnosticado e seus impactos são identificados, bem como as medidas de mitigação e compensação. Além das medidas que variam em função dos impactos, existe a previsão de uma compensação fixa, estabelecida como percentual do total do investimento destinado para áreas protegidas.

Mesmo depois de todas essas etapas, os resultados do esforço para a conservação não são divulgados e prevalece a versão de que os empreendimentos só destroem a biodiversidade local.



Um novo olhar para a questão indígena

Outro campo de desafios para a expansão do setor hidrelétrico está junto às populações tradicionais, principalmente as comunidades indígenas. A institucionalidade relacionada à proteção dos grupos mostra-se cada vez mais fragilizada e os processos de interação entre os índios e o resto da população, quase sempre, ocorrem sem a preparação e os cuidados necessários. As definições sobre as demandas e obrigações dos empreendimentos também se dão sem uma mediação madura, capaz de lidar com especificidades e diferentes níveis de envolvimento e dependência da cultura não-indígena.

Desde 2003, a decisão do Governo Federal foi de evitar construir hidrelétricas que interferissem em terras indígenas, o que não tem ajudado na redução dos conflitos. Entre as razões, estão o uso da força legal das regras que protegem os índios por aqueles que são contrários aos empreendimentos e a apropriação desta pressão para solucionar

passivos institucionais de proteção junto a essas comunidades. Geralmente, por meio de medidas compensatórias por parte dos empreendimentos.

Desse quadro surgem situações absurdas e distantes de serem benéficas para os índios, tais como a adoção de mesadas para aldeias, que, além de alimentar desvios, contribui para aumentar a dependência dessas comunidades e enfraquecer sua autonomia. Ou ainda a construção de enormes obras de infraestrutura que não podem ser mantidas e operadas nem pelos índios nem pelo órgão responsável por eles.

Se a decisão for de construir novos empreendimentos, principalmente na Amazônia, as populações indígenas demandariam outro tipo de tratamento, outra institucionalidade, para deixarem de ser massa de manobra de grupos contrários aos empreendimentos e, assim, se tornarem protagonistas de seus destinos, respeitando o próprio ritmo e contribuindo para a sua autonomia.

A decisão do Governo Federal foi de evitar construir hidrelétricas que interferissem em terras indígenas, o que não tem ajudado na redução dos conflitos.

Erros e acertos do setor elétrico

O grande acerto do setor elétrico brasileiro foi ao longo do tempo, a despeito de muitas crises, decidir manter uma matriz de energia baseada na hidroeletricidade, fonte renovável e de menor custo para a sociedade. Além disso, os empreendimentos também conseguiram, no geral, se reinventar e se inserir com sucesso em seus contextos. Também vimos uma série de iniciativas setoriais que ajudaram a criar possibilidades de melhorar o que já está sendo feito no setor.

Apesar de sua grandiosidade e de seus impactos, a usina hidrelétrica de Itaipu, por exemplo, conseguiu se transformar numa referência para a região onde está instalada ao adotar um cuidado maior com as bacias locais que alimentam o reservatório e ordenando o seu uso. A sua estrutura, inclusive, passou a ser um atrativo turístico e ícone nacional, atraindo milhares de visitantes todos os anos.

A Hidrelétrica de Santo Antônio, por sua vez, conduziu um premiado programa de capacitação de mão de obra que permitiu um dos maiores índices de inclusão de trabalhadores locais em grandes obras no Brasil - o que reduziu muito os impactos de atração de população. Todo o processo foi orientado para aproveitar e fortalecer as instituições já existentes para capacitação especializada.

Outro exemplo vem da Eletronorte, que tem um programa referencial para índios, na região da Usina Hidrelétrica de Balbina. Em 1987, os Waimiris Atroaris tinham somente 374 representantes. Depois de ter suas terras demarcadas e melhores condições de vida, hoje o grupo indígena possui mais de 1.500 pessoas. Eles contam com alimentação farta produzida pela própria

comunidade, ferramentas para o resgate de sua cultura e história e a liberdade para escolher as formas de relacionamento que desejam ter com o resto da sociedade brasileira.

A Usina de Belo Monte conseguiu reassentar grande parte da população mais pobre da cidade de Altamira, no Pará, que vivia em palafitas sob condições precárias. Cerca de 4 000 famílias foram transferidas para bairros estruturados, urbanizados e dotados de serviços básicos. No total, o programa conseguiu reassentar mais de 20 000 pessoas.

Ao mesmo tempo que é possível apontar grandes acertos, o setor apresenta também equívocos importantes. Entre eles, os de manter a lógica autoritária de sua condução, admitir intervenções oportunistas de diversos setores e não conseguir o apoio social necessário para implementar seus instrumentos, muito menos esclarecer quais as consequências sociais e ambientais das escolhas realizadas.

O brasileiro tem o direito de receber uma explicação sobre como as tarifas são reajustadas, de entender a razão das tarifas crescerem e de como as escolhas das fontes afetam a segurança do fornecimento de energia elétrica.

Um dos erros sistemáticos é o de abrir mão da capacidade de geração de um dado projeto sem considerar as consequências da escolha envolvida. No caso de aproveitamentos hidrelétricos, entre o potencial avaliado e o aproveitamento real, existem perdas significativas de geração de energia que, em geral, impõe maiores custos e levam a necessidade de novos projetos.

Na mesma linha, as escolhas tecnológicas feitas para atender à demanda ambiental, muitas vezes, funcionam no sentido contrário. A operação a fio d'água, por exemplo, tornou as novas usinas hidrelétricas sem reservação mais sazonais e vulneráveis às estiagens, que se agravam com as mudanças climáticas.

O crescimento dos gastos socioambientais dos empreendimentos também não resultou no esperado. A conta já chega a 15% dos investimentos em hidrelétricas, mas demonstra que a elevação dos gastos não resolve os conflitos e nem arrefece novas demandas.

A falta de preparação local para receber investimentos em infraestrutura do setor é outra falha fundamental. Sem o mínimo de condições institucionais, organização do capital social e mecanismos de participação e transparência, as oportunidades geradas pelos empreendimentos se transformam em ações descontínuas e geram desperdícios de recursos, disputas e passivos. Ao empreendedor, sem suporte do poder executivo, resta percorrer uma corrida de obstáculos para superar as disputas judiciais e atender às obrigações contratuais com a agência reguladora.

Se o licenciamento ambiental nos moldes atuais impõe que os empreendimentos equacionem infraestrutura e outros serviços públicos nos locais onde estão instalados, os investimentos deveriam, no mínimo, estar condicionados a uma reciprocidade por parte do Estado, no sentido de garantir o funcionamento dos municípios, estados e federação, por exemplo com o uso dos royalties ou mesmo com a antecipação na forma de capacidade de endividamento.




Sem o mínimo de condições institucionais, organização do capital social e mecanismos de participação e transparência, as oportunidades geradas pelos empreendimentos se transformam em ações descontínuas e geram desperdícios de recursos, disputas e passivos.

Elementos para um novo fazer

A energia elétrica requer planejamento de longo prazo e o estabelecimento de suas referências demandam consistência técnica e capacidade de implementação. A convicção de que se está oferecendo o melhor para sociedade deve ser acompanhada de suporte social, tanto para sustentar uma política de Estado quanto para proteger o setor dos ataques de interesses - seja devido aos vultuosos investimentos envolvidos, seja por parte dos grupos de pressão contrários.

As definições do setor devem ir além do exercício tecnocrático. Elas precisam ser fundamentadas de forma clara para a sociedade, justificando como cada escolha da política atende ao interesse público.

Essas decisões políticas e suas derivações não podem se descolar das ações de implementação, tanto no âmbito regulatório, na concepção dos empreendimentos e no equacionamento do financiamento quanto nos processos de obtenção da conformidade socioambiental, ou ainda, nas fases de implantação e operação. Cada empreendimento derivado de uma política de Estado requer ação coordenada de governo para solucionar os seus percalços. Cada frustração quanto à solução e comprometimento de cronograma deve indicar as consequências que precisam ser socializadas.



O brasileiro tem o direito de receber uma explicação sobre como as tarifas são reajustadas, de entender a razão das tarifas crescerem e de como as escolhas das fontes afetam a segurança do fornecimento de energia elétrica.

Caminhos para uma expansão sustentável

Além de propor um sistema de transparência para a definição e implementação da política de energia elétrica brasileira, é necessário levantar apontamentos para a solução de dificuldades recorrentes do setor. A seguir, reunimos alguns deles:

- Avaliar a longo prazo se a complementação de bacias na geração hidrelétrica é capaz de minimizar os problemas de mudanças climáticas e consolidar essa fonte como a energia de base da matriz elétrica brasileira nos próximos 50 anos;
- Analisar as vantagens e desvantagens, bem como as melhores soluções, para retomar a reservação plurianual de água nas novas usinas hidrelétricas, considerando o número de aproveitamentos, segurança do sistema interligado, riscos da mudança climática e impactos sociais e ambientais;
- Estimar a longo prazo a redução dos custos da tarifa, em função da geração hidrelétrica, e apropriar parte dessa redução, adicionalmente aos royalties já existentes, para transferi-los para comunidades tradicionais impactadas e conservação da biodiversidade;
- Criar uma harmonização entre geração hidrelétrica na Amazônia e conservação da biodiversidade, estabelecendo para cada bacia, rios livres de hidrelétricas, complementação de áreas protegidas para garantir a representatividade biológica, em especial a aquática;
- Regulamentar a Constituição para que as comunidades indígenas possam ser beneficiadas pelos empreendimentos hidrelétricos que impactarem diretamente suas terras, respeitando suas necessidades e seus processos de autodeterminação;
- Reduzir a burocracia, desperdício de tempo e discricionariedade do licenciamento ambiental, regulamentando todo o processo da conformidade com base na experiência acumulada no país. Com essa finalidade, oferecer referências devidamente formalizadas, desde as exigências para realização dos estudos, focalizando os impactos relevantes e a previsão de medidas efetivas para redução ou eliminação dos impactos; e
- Adotar sistemas radicais de transparência, tanto do empreendimento quanto dos órgãos licenciadores, lançando mão da comunicação e interação digital.



MITO

Usinas Hidrelétricas estimulam o desmatamento regional

Sempre se ouve que as hidrelétricas estão promovendo um enorme desmatamento, o que compromete sua característica de energia limpa. A associação do desmatamento com hidrelétricas está associada às expectativas de aumento populacional gerada pelos empreendimentos.

A premissa é de que existe uma forte correlação entre tamanho da população e desmatamento, o que pode ser demonstrado pelos dados disponíveis sobre a evolução dos habitantes e o desmatamento na Amazônia.

No entanto a realidade demonstra que tais expectativas são um mito. Dois fatores operam de forma distinta daquilo que é divulgado, vejamos o caso recente de Belo Monte:

1. Comparando as previsões e a realidade de atratividade de população encontramos diferenças significativas, a mais fundamentada análise realizada previu que até 2016 a população da área de influência cresceria 25%, mas os monitoramentos da realidade indicam um crescimento de 19,5%*.

2. Quando estendemos o prazo para 2021, quando não mais existirá mobilização de mão de obra para o empreendimento de Belo Monte, as divergências são ainda maiores, enquanto o Imazon prevê um aumento de 35%, as projeções ajustadas com base na realidade indicam um crescimento de 11,3% na base populacional (10º Relatório Consolidado de Atendimento do PBA, Programa de Monitoramento dos Aspectos Sócioeconômicos).

Além da sobre estimativa, é necessário considerar que a natureza migratória associada aos grandes empreendimentos tem, em grande parte, caráter temporário e que a mão de obra mobilizada não tem relações com as atividades rurais que determinam o desmatamento.

O desmatamento de fato associado aos empreendimentos hidrelétricos é o que ocorre principalmente na área do reservatório e é realizado para melhorar a qualidade da água e para reduzir as emissões de gases de efeito estufa.

VERDADE

Hidrelétricas promovem desenvolvimento regional, inclusive para populações tradicionais

Não faltam notícias de que grandes empreendimentos, principalmente na Amazônia, estão causando destruição e colocando toda uma região em desgraça.

Na realidade de todos os grandes empreendimentos associados a infraestrutura para o desenvolvimento, as hidrelétricas são de longe aquelas com maior potencial para promover o desenvolvimento regional, dado que os orçamentos para ações socioambientais são expressivamente maiores. No caso das grandes usinas este orçamento é conhecido como “Conta 10”, em função de seu número no Orçamento Padrão Eletrobras, e atualmente alcança cerca de 15% do valor total dos empreendimentos.

A contribuição mais importante se dá pelo aumento da base de geração de receitas públicas, inicialmente devido ao efeito temporário de dinamização econômica, em função do período de obra, posteriormente com o pagamento dos royalties. Belo Monte, por exemplo, destinará anualmente R\$ 322 milhões anuais para os municípios afetados e ao Estado do Pará.

Outra dimensão que contribui com o desenvolvimento local são os investimentos realizados por conta da compensação em infraestrutura e serviços públicos. Somados no caso de Belo Monte a região dispõe de um montante de R\$ 4,2 bilhões que se destinam à criação de novos bairros para moradia de comunidades que viviam em palafitas, saneamento, escolas, rede de saúde e capacitação para a gestão pública.

A despeito de toda a controversa envolvida e dos muitos erros e dificuldades de gestão a maioria dos empreendimentos hidrelétricos também envolvem investimentos nas comunidades tradicionais. Voltando a Belo Monte, depois de um início com um Plano Emergencial resultado da omissão e limitação institucional e inadequação das ações, os recursos foram destinados a 13 terras e áreas indígenas, com 3,4 mil indígenas que ocupam 5,4 milhões de hectares. O Projeto Básico do Componente Indígena, prevê o Fortalecimento Institucional, Comunicação para



os não-indígenas, Atividade Produtivas, Educação, Saúde, Patrimônio Cultural, Infraestrutura das Aldeias, Realocação e Reassentamento, Supervisão Ambiental e Gestão Territorial. até dezembro de 2015 já foram investidos R\$ 289 milhões (Relatório Belo Monte Projeto Básico Ambiental – Componente Indígena. Norte Energia. 2016).

Os volumes de investimentos e a mobilização para melhorar as condições regionais sempre sinalizam para aumentar a participação e criar novas oportunidades, porém para as iniciativas se consolidarem no longo prazo, dependem de políticas públicas e articulação institucional que garantam que as rendas públicas geradas pelos empreendimentos continuem fluindo e aperfeiçoando os processos deflagrados pelas compensações socioambientais.

*(https://www.inesc.org.br%2Fbiblioteca%2Fpublicacoes%2Foutras-publicacoes%2Frisco-de-desmatamento-associado-a-hidreletrica-de-belo-monte%2Fat_download%2Ffile&usg=AFQjCNG6xYi1vKGU-ZgUn6b8YAUM8ydB1g&sig2=JdSByk-PPjoZaPdMn3Gjyw).

MITO

Reservatórios de usinas hidrelétricas são grandes emissores de gases de efeito estufa

Diante da polêmica envolvendo emissão de gases de efeito estufa por reservatórios de água, principalmente os lagos formados para Usinas Hidrelétricas, a Eletrobras desenvolveu um trabalho de monitoramento de emissões, no período de março de 2011 a janeiro de 2013, totalizando quatro campanhas nos reservatórios das Usinas os reservatórios de Balbina, Tucuruí, Xingó, Serra da Mesa, Três Marias, Funil, Segredo e Itaipu.

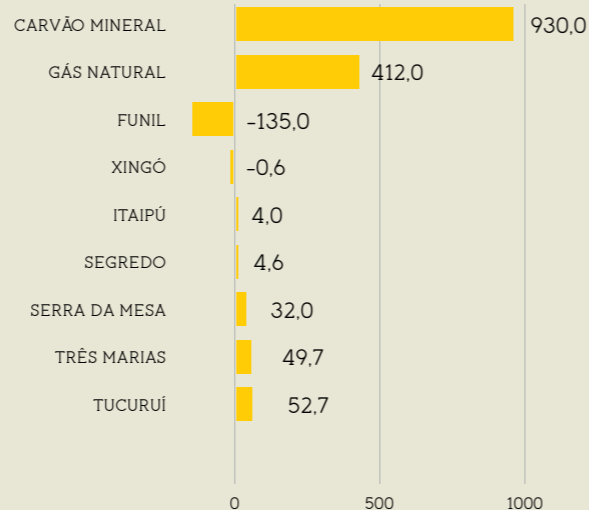
“Os estudos concluíram que as emissões obtidas nos reservatórios, com exceção das de Balbina, que apresentou valores bastante elevados, foram significativamente inferiores às geradas pelas térmicas que usam combustíveis fósseis.

O estudo amostral foi muito representativo por ter considerado os maiores reservatórios brasileiros situados nas bacias dos rios Tocantins, Amazonas, São Francisco, Iguaçu e Paraná.”

Excetuando-se o reservatório da UHE Balbina, empreendimento cujo projeto é reconhecidamente desastroso no ponto de vista ambiental (com mais de 2.000 gCO₂e/kWh), os demais reservatórios possuem baixíssimos níveis de emissão se comparadas às fontes térmicas, inclusive ao gás natural, a menos poluidora das fontes térmicas.

O reservatório de Balbina, além de gigantesco, sendo a usina uma das piores relações entre área alagada e potência instalada no Brasil, não contou com a devida atenção ao desmatamento e remoção de matéria orgânica antes da formação do lago. O não tratamento devido para essa medida mitigadora causou a alta

INTENSIDADE DE GEE (gCO₂e/kWh)



Fonte: Jorge Machado Damazio - CEPEL

emissão de gases (em função da decomposição de matéria orgânica no reservatório), além de outros problemas para a vida aquática e para navegação em partes do lago.

As outras usinas analisadas possuem reservatórios menores e cumpriram as determinações de remoção de vegetação e de matéria orgânica da área a ser alagada, reduzindo significativamente a emissão futura de seus reservatórios.

Assim sendo, o que se observa é que a emissão de gases de efeito estufa por reservatórios é um impacto negativo que é mitigado com sucesso através de medidas de desmatamento das áreas a serem alagadas. Atualmente estudos criteriosos de modelagem matemática são realizados para determinar a quantidade de matéria orgânica a ser retirada das áreas de formação dos lagos, para evitar danos à biota aquática, prejuízos à beleza cênica na região ou à navegação em função dos troncos emersos.

Dessa forma, não se pode considerar que novas hidrelétricas serão grandes emissoras de gases de efeito estufa, pelo contrário, se comparadas às fontes térmicas são uma excelente saída para o controle do aquecimento global.



VERDADE

A expansão da geração renovável no Brasil é inviável sem as hidrelétricas

Como foi amplamente explorado neste documento, o Brasil precisará expandir sua geração de energia elétrica para atender o crescimento populacional e econômico que está por vir nos próximos anos e décadas.

Fontes alternativas, consideradas renováveis, e tidas como avanços tecnológicos sustentáveis para geração de eletricidades deverão ser vastamente explorados no Brasil e no mundo. No entanto, como visto, as expansões dessas fontes de energias complementares demandam **fontes de base** que sustentem suas variações de geração mensais, diárias ou até mesmo horárias (como o caso da eólica). Isso é muito importante para a segurança do sistema.

Neste sentido, todos os cenários oficiais analisados apontam para uma expansão de fontes hídras no Brasil. O gráfico da página 64/65 mostra, por exemplo, o cenário PNE e cenário NT COP 21. Ao se comparar os dois, ainda que no cenário da COP 21 a expansão hídrica seja menor que no PNE, ainda assim é um crescimento muito significativo, e que demandará um enorme esforço nacional neste sentido.

No PNE a geração hídrica saíra de 89,2 GW em 2015 para 164,1 GW em 2030, ou seja, um acréscimo de 74,9

GW em hidrelétricas, o que representa um crescimento de 84% em 15 anos.

O cenário NT COP 21 por sua vez, que acertadamente considera a aceleração da expansão de fontes renováveis alternativas como solar, eólicas e biomassa, considera um crescimento da fonte hidráulica para 139 GW em 2030. Isto é, mesmo com o crescimento significativo de outras fontes renováveis, o investimento em novas hidrelétricas é imprescindível para o Brasil manter uma matriz energética limpa, atendendo os objetivos da COP 21, assumidos pelo País.

Isso representa um acréscimo de 50 GW em geração por pequenas, médias e grandes hidrelétricas em 15 anos (expansão de 55,8% da geração por essas fontes em 2015). É um enorme desafio para o País, dada as dificuldades sociais e ambientais impostas a novos empreendimentos hidrelétricos no Brasil.

A alternativa à implantação de novas hidrelétricas é a expansão da geração por térmicas, que como já exploradas neste documento é uma energia muito mais cara ao consumidor, além de que uma expansão dessa fonte vai na contramão aos objetivos da COP 21, de redução de emissão de gases do efeito estufa.

> CAPÍTULO 5

A MATRIZ
ELÉTRICA
NACIONAL
IDEAL

PERSPECTIVAS ENERGIA DE BASE

Termoelétricas convencionais

Mesmo em um cenário onde haja plena disponibilidade de projetos hidrelétricos sem entraves ambientais, a expansão do parque gerador de menor custo para o consumidor final é um “mix” de usinas termoelétricas e hidrelétricas. Isto ocorre porque essas usinas possuem atributos complementares. Por um lado, as termoelétricas contribuem para a segurança operativa do sistema (buckup), sendo acionadas nos períodos onde as hidrologias são desfavoráveis. Por outro lado, as hidrelétricas permitem que os custos operativos das térmicas sejam economizados durante os períodos de boa hidrologia. Com relação às possibilidades de oferta, termoelétricas convencionais, usinas a gás natural, carvão e óleo combustível são as opções imediatas.

Hidrelétricas

Apesar da escassez de estudos de inventário e de viabilidade econômica para usinas hidrelétricas, novos estudos estão sendo preparados pela Empresa de Pesquisa Energética (EPE). Nos leilões A-5, realizados em 2015 e 2016, novos projetos foram contratados, entre eles a Usina Hidrelétrica de Itaocara e a Usina Hidrelétrica Santa Branca. No entanto, a emissão de licenças ambientais pode limitar a participação dos projetos nos leilões e será definitivamente o obstáculo mais importante para o desenvolvimento da geração hidrelétrica no Brasil. Usinas que já possuem Licença Ambiental Prévia têm maior prioridade sobre as demais. Por esta razão, um processo de inserção tem que considerar os entraves ambientais de cada projeto. Alguns projetos de geração na bacia do Tapajós são considerados estratégicos, de interesse público e prioritários para licitação, segundo a resolução CNPE nº 03/2011.

Carvão

O carvão mineral brasileiro é praticamente restrito ao Sul do país, o que faz com que a expansão termoelétrica nessa região tenha predominância desta alternativa. A relativa abundância de carvão no mundo gera maior tranquilidade quanto à segurança de suprimento do combustível, considerando que ele está menos sujeito aos problemas geopolíticos do que o petróleo ou gás, mas também causa preocupação com a possibilidade de aumento de emissão de CO₂. Este fator tem gerado forte resistência por parte de movimentos ambientalistas, inclusive depois dos acordos da COP 21 de Paris (2015). O governo, então, tem desestimulado novas usinas a carvão.

Gás Natural

Em sistemas com predominância hidrotérmica, como o Brasil, a inserção de geração térmica a gás natural enfrenta o grande desafio de compatibilizar volatilidade do despacho com a remuneração dos investimentos do setor de gás.

Óleo combustível

Assim como o carvão mineral, existe uma preocupação em relação ao nível de emissão de CO₂ destas fontes. Desde 2007, o governo tem restringido a participação do óleo combustível em leilões de energia nova, introduzindo um limite para o custo variável unitário de usinas termoelétricas para registro. O limite foi reduzido ano após ano, o que torna inviável a participação destas usinas em novos leilões.

PERSPECTIVAS FONTES RENOVÁVEIS COMPLEMENTARES

Eólica

A energia eólica ainda representa uma pequena porcentagem de eletricidade produzida no Brasil (pouco mais de 2 GW médios), sendo a maior parte desse montante contratado pelo Programa de Incentivo às Fontes Alternativas (Proinfa) - com preços em torno de 380 R\$/MWh, segundo dados de dezembro de 2015. A primeira participação competitiva de projetos de energia eólica no setor elétrico brasileiro ocorreu em 2009 por meio do Leilão de Energia de Reserva. A partir de então, após 7 leilões de energia realizados, os preços caíram 69% desde os tempos do Proinfa e a capacidade eólica contratada aumentou sete vezes, chegando a 8,6 GW em 2016. O desafio se concentra no custo desta energia comparado ao das demais opções de expansão. Este paradigma vem sendo quebrado nos leilões realizados mais recentemente. No leilão de fontes alternativas realizado em 2015, o preço das usinas eólicas ficou em 187,84 R\$/MWh (preço de dezembro 2015). A participação da carga anual, pode passar de 3% em 2016 para 10% em 2030.

PCH

É importante considerar a possibilidade da implementação de novas pequenas centrais hidrelétricas (PCH). Esta tecnologia já é bastante madura e amplamente conhecida no setor, o que permitiu ao longo dos anos uma redução dos custos de instalação e disponibilidade de equipamentos eficientes. No entanto, elas enfrentam atualmente dificuldades com licenciamento ambiental, tornando seu prazo de maturação elevado, muitas vezes comparável às usinas hidrelétricas de maior porte, aumentando custos e afastando investidores.

Biomassa

O processo de cogeração utilizando o bagaço de cana apresenta uma grande atratividade econômica e, por isso, admite-se que essa seja outra importante opção para expansão da oferta, concentrada nas regiões Sudeste e Centro-Oeste. O Brasil é um forte produtor de etanol usando a cana-de-açúcar como matéria bruta. A produção de etanol/açúcar é autossuficiente em termos de eletricidade: o bagaço de cana é utilizado como combustível nas turbinas de vapor que produzem eletricidade. Neste contexto, as sobras de energia podem ser automaticamente vendidas para a rede. Com a expansão da produção de etanol, novos campos estão sendo desenvolvidos e caldeiras de alta pressão, mais eficientes, estão sendo instaladas, o que resulta em um excedente maior de energia para ser vendida no mercado.

Solar

De acordo com o Atlas Brasileiro de Energia Solar, publicado pelo INPE como resultado do projeto de Avaliação dos Recursos de Energia Solar e Eólica, a radiação solar média dos piores locais do Brasil supera a dos melhores locais da Alemanha. A energia solar fotovoltaica (PV) atualmente representa apenas 0,01% do total da capacidade instalada no Brasil (cerca de 23MW). O cenário de expansão também deve considerar a energia solar fotovoltaica distribuída (instalada junto do consumo, por exemplo, no telhado de casas ou em terrenos disponíveis).



> Na região Norte, é previsto que a expansão da oferta ocorra por meio do potencial hidrelétrico disponível

> Na região Nordeste, com o potencial hidrelétrico praticamente esgotado, restam apenas as opções de importação de energia (das regiões Norte e/ou Sudeste), geração térmica local (GNL, carvão mineral importado e nuclear), solar e energia eólica. Como referência, admite-se então para a região Nordeste a expansão baseada em energia eólica, solar, importação de energia das outras regiões e eventualmente energia nuclear

> Na região Sul, além das opções admitidas para a região Sudeste e Centro-Oeste (com exceção da biomassa), inclui-se a energia eólica

> Na região Sudeste e Centro-Oeste, a expansão da oferta pode ser composta pelo potencial hidrelétrico e pelas usinas termelétricas. Como referência, considera-se padrão a tecnologia a ciclo combinado utilizando o gás natural, e a turbina a vapor usando bagaço de cana. Há também a possibilidade de energia solar fotovoltaica

VOCAÇÕES ENERGÉTICAS REGIONAIS



/ QUAL É A NOSSA MATRIZ IDEAL?

A ESTRATÉGIA DE EXPANSÃO DO SETOR ELÉTRICO DEVE SE BASEAR NA COMBINAÇÃO DE TRÊS EIXOS: ENERGIA HIDRELÉTRICA DE BASE, TERMELÉTRICA PARA BACKUP E FONTES RENOVÁVEIS COMPLEMENTARES. SAIBA POR QUÊ

Como construímos nossa matriz elétrica e como a queremos no futuro? O que fizemos de errado? Como podemos melhorar?

Até década de 1990 nossa matriz foi baseada em hidroeletricidade com complementação térmica usando carvão disponível na região Sul, ou seja, um sistema tipicamente hidrotérmico. Com enormes vantagens para o desenvolvimento do Brasil:

As usinas com reservatórios para regularização das vazões permitiam a maior segurança energética, com transferência de energia dos períodos úmidos para os secos, num mesmo ano ou até mesmo de forma plurianual, evitando despacho térmico.

Menores custos operativos e menos emissão de poluentes e gases de efeito estufa. As térmicas somente eram construídas para regime de complementação.

E construção de grandes sistemas de linhas de transmissão para transferência de energia, aproveitando complementaridade entre bacias e dando maior segurança na operação e atendimento das demandas.

E algumas desvantagens também:

As usinas causam impactos aos ecossistemas e as populações afetadas pelos reservatórios e consequentemente aumento dos custos socioambientais. Mas nem sempre essas questões foram bem equacionadas e discutidas, e muitos erros foram cometidos. Após a década de 1990 houve uma grande mudança. Tentando minimizar os impactos gerados pelos reservatórios, as hidrelétricas foram sendo projetadas sem reservatórios de regularização. Com isso houve a necessidade de investir em mais complementação térmica (carvão e gás natural nacional e importado da Bolívia) para atender os períodos secos. Nesse período também foram desenvolvidas outras fontes renováveis: bioeletricidade de cana de açúcar a partir de 2004, eólica a partir de 2007 e solar a partir de 2016.

Essa nova matriz elétrica trouxe teoricamente algumas vantagens:

- Usinas hidrelétricas com menor impacto ambiental;
- Maior diversificação da matriz com a introdução de novas fontes renováveis.

Mas acarretou algumas desvantagens, como a maior dificuldade para operar o sistema elétrico na falta de água ou ventos, maior despacho térmico, maiores emissões poluentes, e maiores custos operativos, repassados para as tarifas.

E no futuro? Após 2016 a exploração do potencial hídrico se dará forçosamente na Amazônia e após Belo Monte há grande movimento contrário às hidrelétricas. Qual seriam então as alternativas?

Cenário 1: se UHEs deixam de ser construídas, o país deixa de ter energia? Não! O que muda então? Primeiro o sistema elétrico passa a depender de fontes mais caras, considerando os seguintes aspectos:

- Maior custo de investimento (é preciso diferenciar preço de custo. Nos leilões o preço da eólica é relativamente menor por incentivos, como o desconto da tarifa fio e outros); e
- Aumento do custo operativo: a intermitência da produção eólica e solar exige maiores níveis de reservas operativas das usinas do sistema. Quando o vento pára é preciso haver uma usina de reserva despachável para manter o atendimento da demanda sem interrupções. O que significa isto?

No curto prazo: não muito. As hidrelétricas existentes passarão a ser o backup natural e não cobrarão nada por isso; sem elas não haveria como operar o sistema sem o incremento de mais térmicas.

No longo prazo (pós 2025): As hidrelétricas atingem o limite do que podem prover de backup, necessitando de novas contratações de fontes despacháveis para suportar entrada das novas renováveis (eólicas e solar fotovoltaica). Se não se implantarem novas usinas hidrelétricas haverá necessidade de mais térmicas, e com isso maiores custos e mais emissões. (IMPLICAÇÕES DA COP21 PARA O SETOR ELÉTRICO - CNI 2016)

Cenário alternativo 2: Qual a energia que queremos então?

O Brasil é um país com dimensões continentais, grandes bacias hidrográficas e ensolarado. Suas características únicas ainda oferecem um grande potencial hidrelétrico inexplorado. Da mesma forma, existem regiões com condições excepcionais para a exploração da energia eólica (litoral do Nordeste, interior da Bahia e litoral Sul), energia solar (regiões semiáridas, com pouca nebulosidade) e bioeletricidade a partir principalmente da cana de açúcar. As condições do país são invejáveis. Que outros países têm tantas opções de desenvolvimento de fontes renováveis, ainda contando com fontes fósseis (gás natural associado à exploração do pré-sal e até mesmo carvão no Sul)?

O cenário proposto pela EPE no PNE supõe taxas de crescimento que não refletem a recente crise econômica no Brasil. O cenário proposto para COP-21, com expansão em fontes renováveis não hídricas, precisa ser revisto. Se houver moratória de hidrelétricas, como alguns grupos propõem, seriam necessárias mais usinas termelétricas para fazer o back-up das fontes renováveis intermitentes, hoje realizados pelas usinas hidrelétricas.

Nesse cenário além de tarifas mais caras para os consumidores, nossa matriz ficará mais suja com a emissão de gases de efeito estufa e poluentes atmosféricos.

Podemos explorar usinas na Amazônia?

Temos certeza que sim. Apesar dos erros cometidos, alguns mesmo recentemente, podemos explorar as usinas hidrelétricas nessa região de forma menos impactante com os ecossistemas, e mais participativa com as comunidades afetadas e com as populações indígenas e tradicionais. Temos alguns bons exemplos como as UHEs de Dardanelos e Teles Pires que atestam isso.

A matriz elétrica ideal aproveita a sinergia entre as fontes, explorando complementaridades regionais. Aproveitando os recursos com planejamento integrado e de forma responsável, principalmente em projetos na região amazônica. Os pilares do passado (usinas com reservatórios e linhas de transmissão) seguem válidos, com mais razão ainda, para suportar a nova geração de fontes renováveis. O armazenamento por baterias ainda não é uma realidade, e atua numa escala completamente diferente daquela do setor elétrico com reservatórios plurianuais. O Brasil precisa de mais planejamento, regras estáveis para atração de capital (inclusive internacional), e uma visão não preconceituosa sobre as fontes de forma a aproveitar todo o seu potencial de forma competitiva e ambientalmente responsável. Investir somente em algumas fontes intermitentes é como colocar todos os ovos numa mesma cesta, o que invariavelmente é uma má decisão. E essa decisão é muito fácil para o Brasil, pois temos várias opções de fontes disponíveis.

Assim, a matriz ideal deverá:

Alcançar um desenho que viabilize o suporte necessário ao crescimento das renováveis complementares, baixo custo geral, complementariedade de bacias através do planejamento e redução de emissões de gases de efeito estufa.

Apresentar segurança para lidar com

flutuações naturais das fontes complementares e considerar variações climáticas de longo prazo.

As hidrelétricas permitem reduzir os custos operativos nas hidrologias favoráveis e funcionam como “âncora” para o uso de fontes renováveis complementares intermitentes (energia eólica e solar) ou sazonal (biomassa de cana, que só ocorre durante os meses de safra). Ajudam ainda a atender a demanda em tempo real pela grande velocidade de resposta das turbinas. Além disso, a hidreletricidade é a fonte que permite certa complementariedade entre bacias, uma vez que as regiões do Brasil apresentam diversidade hídrica que propiciam contornar determinadas variações climáticas, hidrológicas e sazonais.

As termelétricas contribuem para a segurança operativa nas hidrologias desfavoráveis e, assim como as hidrelétricas, são “despacháveis”. Porém, pelo seu efeito de emissões, devem se restringir ao papel de reserva.

As fontes renováveis não hídricas continuarão complementares. Precisam de menos tempo de construção, uma vantagem que ajuda no suprimento, por exemplo, se a demanda crescer acima do esperado. Também exigem investimentos menores, o que permite maior número de investidores, tornando o mercado mais competitivo. Devem ser amplamente exploradas, porém com a garantia da disponibilidade da energia despachável para suportar suas variações com segurança para o sistema, nesse caso as hidrelétricas ou térmicas. Num cenário de mudanças climáticas e do Acordo de Paris a opção não pode ser outra que não seja investir numa matriz diversificada, sem moratórias de qualquer espécie para as fontes renováveis. Sem as hidrelétricas construídas no passado seria muito mais difícil e oneroso expandir o parque de energia eólica e as usinas solares no cenário atual.

A matriz ideal é aquela que aproveita a sinergia entre as fontes, explorando complementaridades regionais. Empregando os recursos com planejamento integrado e de forma responsável, principalmente em projetos na região amazônica. Os pilares do passado (usinas com reservatórios, linhas de transmissão) seguem válidos, com mais razão ainda, para suportar a nova geração de fontes renováveis. O armazenamento por baterias ainda não é uma realidade, e atua numa escala completamente diferente daquela do setor elétrico (reservatórios). O Brasil precisa de mais planejamento, regras estáveis para atração de capital (inclusive internacional), e uma visão não preconceituosa sobre as fontes de forma a aproveitar todo o seu potencial de forma competitiva e ambientalmente responsável.

Para o Brasil dispor de opções em 2025 é preciso planejar as hidrelétricas agora, pelo seu longo prazo de maturação necessário. Para que haja tempo de se fazer todos os estudos de impacto ambiental e garantir sua viabilidade com a negociação com a população atingida. E dar suporte aos investimentos nas outras fontes renováveis.

> Para o Brasil dispor de opções em 2025 é preciso planejar as hidrelétricas agora, pelo seu longo prazo de maturação necessário. Para que haja tempo de se fazer todos os estudos de impacto ambiental e garantir sua viabilidade com a negociação com a população atingida. E dar suporte aos investimentos nas outras fontes renováveis.





FICHA TÉCNICA

ELABORAÇÃO

PSR CONSULTORIA

LEWE CONSULTORIA

PROJETO GRÁFICO **ANDRÉ GONZALES E PEDRO MATALLO**
EDIÇÃO **FERNANDA GUZZO**

FOTOGRAFIA **PEDRO BAYEUX (CAPA)**
OTÁVIO ALMEIDA
ISTOCK

