



CADERNO OPINIÃO

TERMELÉTRICAS E SEU PAPEL NA MATRIZ ENERGÉTICA BRASILEIRA

AUTORES

André Lawson e Guilherme Pereira

fevereiro.2017

SOBRE A FGV ENERGIA

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

DIRETOR

Carlos Otavio de Vasconcellos Quintella

SUPERINTENDENTE DE RELAÇÕES INSTITUCIONAIS E RESPONSABILIDADE SOCIAL

Luiz Roberto Bezerra

SUPERINTENDENTE COMERCIAL

Simone C. Lecques de Magalhães

ANALISTA DE NEGÓCIOS

Raquel Dias de Oliveira

ASSISTENTE ADMINISTRATIVA

Ana Paula Raymundo da Silva

ESTAGIÁRIA

Larissa Schueler Tavernese

SUPERINTENDENTE DE ENSINO E P&D

Felipe Gonçalves

COORDENADORA DE PESQUISA

Fernanda Delgado

PESQUISADORES

André Lawson Pedral Sampaio
Guilherme Armando de Almeida Pereira
Júlia Febraro França G. da Silva
Larissa de Oliveira Resende
Mariana Weiss de Abreu
Pedro Henrique Gonçalves Neves
Tamar Roitman
Tatiana de Fátima Bruce da Silva

CONSULTORES ESPECIAIS

Ieda Gomes Yell
Magda Chambriard
Milas Evangelista de Souza
Nelson Narciso Filho
Paulo César Fernandes da Cunha



OPINIÃO

TERMELÉTRICAS E SEU PAPEL NA MATRIZ ENERGÉTICA BRASILEIRA

André Lawson e Guilherme Pereira
Pesquisadores, FGV Energia

No Brasil, durante muito tempo a geração de energia se deu quase que exclusivamente por usinas hidrelétricas, mesmo durante períodos hidrológicos adversos. Isso acontecia, principalmente, devido à boa capacidade de regularização dos reservatórios. Em outras palavras, era possível armazenar água do período chuvoso e utilizá-la no período seco para gerar energia. Por diversas razões conjunturais, houve a necessidade de se expandir e adicionar novas fontes produtoras ao Sistema Interligado Nacional (SIN).

Neste momento, começou-se a pensar em termelétricas, e mais recentemente em solar e eólica.

Sistemas de potência ainda são dependentes de fontes capazes de fornecer energia no momento que se faz necessário, as chamadas fontes despacháveis. As usinas hidrelétricas com reservatórios de acumulação e térmicas movidas a carvão, diesel, gás natural, óleo combustível ou nucleares formam o conjunto de fontes dessa natureza presentes no SIN. Sistemas com predominância dessas duas fontes são conhecidos como sistemas hidrotérmicos. No SIN, existem ainda as térmicas complementares movidas a biomassa ou resíduos, importantes para o aumento da eficiência energética e complementaridade sazonal, mas que, em geral, são empreendimentos de pequeno porte.

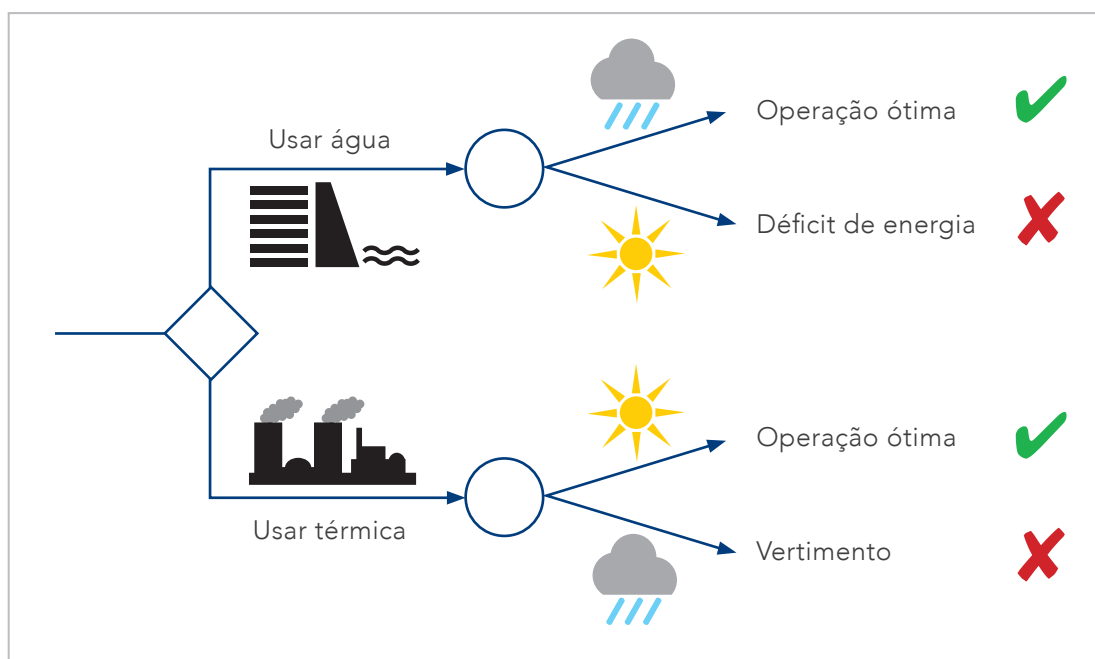
Como é sabido, a demanda no nosso sistema é majoritariamente respondida por hidrelétricas. Muitas outras termelétricas compõem nosso parque gerador, mas como definir o montante de energia elétrica a ser gerado por cada usina? Este problema se torna ainda mais intrigante quando essa decisão passar a ser uma escolha entre o uso de uma fonte com custos de geração muito baixo e alta incerteza de produção

futura (hidrelétrica) e outra fonte com custo alto de geração, porém confiável (termelétrica).

O equacionamento desse problema é o chamado *dilema do operador*, ilustrado pela Figura 1, cujo papel é cumprido pelo Operador Nacional do Sistema (ONS). Baseado em possíveis cenários de afluência e utilizando-se de modelos matemáticos, o ONS busca garantir o atendimento à demanda energética ao menor custo possível, respeitando crité-

rios de segurança e confiabilidade. No caso de uma operação intensiva em geração hídrica seguida de estiagem, pode-se incorrer em déficit de energia ou no acionamento de térmicas mais caras no futuro. Por outro lado, armazenar mais água nos reservatórios no presente, aliado a chuvas intensas, pode levar ao vertimento de água, o que significa desperdiçar um recurso barato. A lógica operativa histórica do SEB seria então contar com a disponibilidade da fonte térmica, porém evitar ao máximo seu acionamento.

Figura 1: Dilema do operador



Fonte: Elaboração própria

Dessa forma, o custo da energia é influenciado tanto pela expectativa de afluência futura, quanto pelos custos de acionamento das diferentes termelétricas ligadas ao SIN, que apresentam diferentes atributos dependendo do tipo de combustível utilizado.

A Tabela 1 resume as características gerais de cada uma dessas fontes, incluindo os custos de implementação e operação, além do nível de emissão de gases de efeito estufa (GEEs). Como é de se esperar, cada uma delas apresenta pontos positivos e negativos. Usinas movidas a carvão ou nucleares

são ideais para um fornecimento mais constante (atendimento da demanda de base), enquanto termelétricas a diesel e óleo combustível são mais apropriadas para o atendimento à demanda de ponta, a sistemas isolados ou, de forma mais geral, a operações esporádicas para equilibrar o sistema. Usinas a gás natural, por sua vez, são extremamente versáteis. Dependendo do tipo de tecnologia utilizada (ciclo aberto ou combinado) podem ser projetadas tanto para o atendimento à ponta como para uma operação com menor grau de variação, ou seja, uma operação mais constante ao longo do dia durante todo o ano.

Tabela 1: Características das termelétricas por fonte

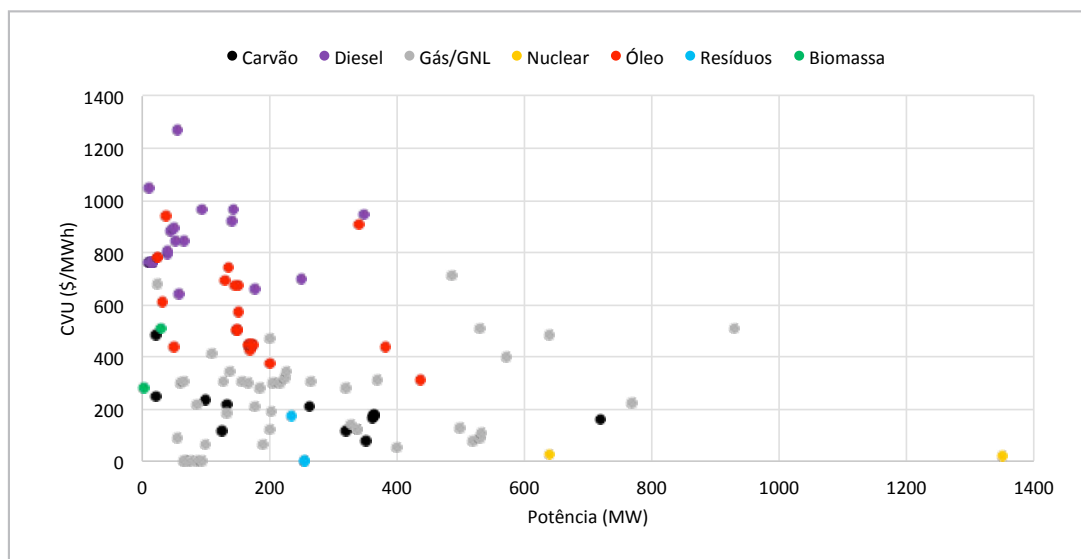
Fonte	Custo de Implantação	Custo Variável	Emissão de GEEs	Características
Carvão	Baixo	Baixo	Muito Alto	<ul style="list-style-type: none"> • Acionamento lento • Baixa capacidade de variação • Dificuldade de transporte do combustível
Diesel	Baixo	Muito Alto	Alto	<ul style="list-style-type: none"> • Acionamento rápido • Alta capacidade de variação • Facilidade de transporte e armazenamento do combustível
Gás/GNL	Depende da infraestrutura existente e da concepção do projeto	Depende da concepção do projeto	Médio	<ul style="list-style-type: none"> • Versátil • Depende de infraestrutura para acesso ao combustível
Nuclear	Muito Alto	Muito Baixo	Muito Baixo	<ul style="list-style-type: none"> • Acionamento lento • Baixa capacidade de variação • Restrições de segurança ambiental
Óleo Combustível	Baixo	Alto	Muito Alto	<ul style="list-style-type: none"> • Acionamento médio • Média capacidade de variação • Facilidade de transporte e armazenamento do combustível

Fonte: Elaboração própria

A Figura 2, que toma como base as termelétricas consideradas pelo Newave para definição do despacho de fevereiro de 2018, apresenta a dispersão das usinas em termos de potência instalada e custo variável unitário (CVU). As características das usinas alimentadas pelas diferentes fontes ficam evidentes. Na parte inferior, situam-se as usinas nucleares, que apresentam baixo CVU e elevada capacidade

de geração. Logo em seguida, concentram-se as térmicas a carvão. Na parte superior, localizam-se as termelétricas a diesel como aquelas com maior custo variável, pouco acima das térmicas a óleo combustível. As usinas a gás são as que apresentam a maior dispersão, tanto com relação à capacidade instalada quanto ao CVU, resultado direto das diferentes tecnologias disponíveis para esse combustível.

Figura 2: Potência e CVU das térmicas no SIN



Fonte: Elaboração própria a partir de dados da CCEE

Como pode ser observado na Figura 2, há uma gama de usinas termelétricas, com diferentes custos fixos e variáveis, e que são fundamentais para geração no Brasil. Entretanto, atualmente há um certo descompasso entre o papel planejado e o desempenhado por elas. Para melhor esclarecer essa questão é preciso entender quais foram os condicionantes que levaram o parque termelétrico nacional a tomar essa composição.

O modelo de mercado do SEB, que surgiu após a crise de racionamento, instituiu leilões para determinar quais novos projetos iriam suprir a demanda futura por energia. Criou-se o Índice de Custo Benefício (ICB) para comparar as diferentes fontes energéticas alternativas (termelétrica, solar e eólica). A função do ICB é estimar a relação custo-benefício de cada empreendimento e foi concebido para privilegiar a contratação de tecnologias flexíveis ao invés de tecnologias inflexíveis (substitutas ao despacho hídrico). Naquela época,

acreditava-se que a geração termelétrica teria o papel de complementar a geração hídrica. Havia a expectativa de que essas usinas seriam acionadas poucas vezes. Nos primeiros leilões, térmicas a óleo e a diesel foram as vencedoras, usinas exatamente com essas características (CVU elevado e custo fixo baixo). Houve também novos empreendimentos de gás natural, carvão e biomassa, porém em menores quantidades.

Entretanto, ao longo dos anos o setor passou a se defrontar com um novo paradigma. O SEB foi concebido para ser um sistema com reservatórios plurianuais capazes de armazenar água durante longos períodos. Em linhas gerais, pode-se dizer que o sistema contava com uma boa capacidade de regularização. As termelétricas apenas complementaríamos essa geração. Todavia, questões ambientais, escassez de recursos e reformulações do setor contribuíram para a queda gradativa da capacidade de regularização dos reservatórios nacionais.

Ao longo das últimas décadas, o paradigma de que as térmicas apenas complementaríamos a base hídrica foi sendo modificado. Cada vez mais, o setor precisou contar com termelétricas para geração de base de modo a garantir a segurança do sistema.

Nesta nova realidade, as termelétricas a óleo combustível e a diesel não são adequadas pois possuem um CVU muito alto e são chamadas a operar regularmente, impactando assim o preço da energia. Além disso, um parque termelétrico com essa característica pode estimar o custo de água de modo viesado, fazendo com que se turbine mais água do que o recomendado, o que pode comprometer a segurança do sistema. Dessa forma, é preciso que o parque termelétrico se adeque à nova realidade.

Uma boa opção, e que já havia sido imaginada anteriormente, são as termelétricas a gás natural. Na época, fatores estruturais e econômicos dificultaram a ampla inserção dessa fonte. Não havia um setor de gás bem desenvolvido para um fornecimento confiável desse insumo e, além disso, a intermitência da demanda do setor elétrico não foi vista com bons olhos por investidores. Atualmente, o gás natural ainda figura como uma fonte adequada para se utilizar na base do sistema, uma vez que, dentre as termelétricas, é a que emite

menor índice de GEE e é capaz de apresentar CVU competitivo. O gás associado à produção de petróleo dos campos de pré-sal pode ser utilizado para alavancar a ampliação do gás na matriz brasileira. Para isso, é necessário que ocorra uma convergência entre as duas indústrias de modo a não repetir erros passados. Outras possibilidades para usinas operantes na base seriam as nucleares ou movidas a carvão. Todavia, ambas possuem fortes restrições ambientais.

Isto posto, pode-se afirmar que a expansão realizada implicou no adicionamento de usinas termelétricas com custos variáveis elevados onde muitas térmicas não servem para compor a geração de base do SEB. Com a redução cada vez mais acentuada da capacidade de regularização do sistema, outras tecnologias precisarão compor a base de geração do SIN. Embora por diversas razões o parque tenha se configurado dessa forma, atualmente é preciso aceitar que usinas termelétricas são necessárias para a operação adequada do sistema e que, para que se observe queda no preço da energia, a instalação de usinas com baixo custo variável é necessária. Cada usina termelétrica tem o seu papel e a utilização de térmicas tecnicamente desenvolvidas para atendimento de ponta operando constantemente na base impacta significativamente o preço da energia.



André Lawson. Pesquisador na FGV Energia. Engenheiro eletricitista pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) e mestre pela Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro (PUC-Rio) no programa de Métodos de Apoio à Decisão do Departamento de Engenharia Elétrica. Sua linha de pesquisa envolve otimização e programação estocástica com aplicações em energia, voltada principalmente para o planejamento do sistema elétrico brasileiro. Além disso, também possui experiência em projetos na indústria de Óleo e Gás.



Guilherme Pereira. Pesquisador na FGV Energia. Economista pela Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF). Obteve os títulos de Mestre e Doutor em Engenharia Elétrica (Métodos de Apoio à Decisão) pela PUC-Rio. Durante o doutorado, foi pesquisador visitante na Universidade Técnica de Munique (TUM), Alemanha. Dentre seus interesses destacam-se: cópulas, séries temporais, modelos não lineares, modelos estatísticos em grandes dimensões, representação de incerteza e econometria. Vem desenvolvendo pesquisas de caráter metodológico e prático com aplicações direcionadas ao Setor Elétrico Brasileiro.

Veja a publicação completa no nosso site: fgvenergia.fgv.br

Este texto é de inteira responsabilidade do autor e não reflete necessariamente a linha programática e ideológica da FGV.



fgv.br/energia

