Análise da influência da variação da capacidade de geração e demanda consumidora no aumento da tarifa de energia elétrica

Anderson B. Nascimento, Anselmo B. de Lira, Bruno S. Devesa,

Douglas G. Guglielmelli, Sanderson E. Vieira.

*Curso de Tecnologia em Banco de Dados*

*PUC Minas – 2022*

# Introdução

A energia brasileira é cara, tendo vários fatores apontados como causa, sendo os principais a tributação, falhas e perdas no fornecimento, e a grande dependência das hidrelétricas. (CAMPAGNOLO, 2022; DEISTER, 2021; INSP, 2021; SABER ELÉTRICA, 2022)

Conforme o Balanço Energético Nacional de 2021, a matriz elétrica brasileira é composta em 65% da geração hídrica. O Brasil sempre foi visto como país com grande potencial energético, apesar disso, a grande dependência de hidrelétricas traz desafios com relação à distribuição e aos períodos de seca. Em agosto de 2021, a Agência Nacional de Energia Elétrica (Aneel) criou mais uma bandeira tarifária, a bandeira tarifária “escassez hídrica”, 50% mais cara que a bandeira vermelha patamar 2, a mais alta existente até então. (MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA, 2021a; SILVEIRA et.al, 2021)

Apesar de hidrelétricas serem predominantes no Brasil, o país possui regiões com grande potencial para geração de energia por outras fontes. Além disso, em 10 anos, o custo da energia eólica ficou três vezes mais barata, e a energia solar teve redução de dez vezes. O Tribunal Regional Federal da 5ª Região, junto com a Companhia Energética de Pernambuco (Celpe) inaugurou sua terceira usina fotovoltaica em agosto de 2021, e, de acordo com International Energy Agency (2022), projetos fotovoltaicos representam 70% de todas as adições programadas para os próximos anos a partir de 2022. (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA, 2021; LAZARD, 2021)

Seja o contribuidor do aumento de tarifas a má gestão dos recursos hídricos, ou os períodos de estiagem, investimentos em outras matrizes energéticas amenizariam estes aumentos ao reduzir a dependência de hidrelétricas. (REDAÇÃO RBA, 2022; MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA, 2021b)

Analisando dados de consumo e geração dos últimos anos, conseguiríamos avaliar a proporção do efeito da escassez de oferta e pressão de demanda sobre tarifas, investigar se a diversificação da matriz elétrica já influencia positivamente no preço ao consumidor, ou se as tributações e outros fatores ainda impedem a observação desses efeitos.

# Objetivo

Neste trabalho visamos explorar se o preço da energia para o consumidor varia proporcionalmente com o gap entre demanda e capacidade de geração, segmentando a análise por fontes de geração e região, no período de 2018 a 2021.

# Descrição das Bases de Dados Utilizadas

Para a análise de consumo de energia elétrica usaremos dados brutos do [Anuário estatístico de energia elétrica,](https://www.epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/dados-abertos/dados-do-anuario-estatistico-de-energia-eletrica) fornecidos pela Empresa de Pesquisa Energética (EPE) e expressos em MWh.

No que se refere à capacidade de geração, a base de dados a ser utilizada será a da [Capacidade geração,](https://dados.ons.org.br/dataset/capacidade-geracao/resource/54755e75-fcd9-4e90-8821-d1dc3d41bcd1?inner_span=True) mantida pelo Operador Nacional de Sistema Elétrico (ONS), ela nos traz informações sobre a potência nominal da unidade geradora, que é a potência que a usina consegue fornecer dentro de suas características nominais em regime contínuo, expressa em MW. Ademais, nessa mesma base, consideraremos informações sobre o tipo de usina e o combustível utilizado na unidade geradora. Em ambas as bases temos informações suficientes para agrupar as informações por estado e na escala de tempo mensal.

Além do mais, para analisar o valor da tarifa de energia elétrica, a base de dados que iremos manipular será a de [Tarifas de aplicação das distribuidoras de energia elétrica,](https://dadosabertos.aneel.gov.br/pt_BR/dataset/tarifas-distribudoras-energia-eletrica) mantida pela Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL). Para conseguir extrair um valor de tarifa médio por região, manipularemos a coluna da distribuidora relacionando-a com sua região de abrangência através da tabela de Agentes Participantes do Sistema Simples por Região e Subsistema, mantida pela EPE. Por fim, agruparemos as tarifas por mês considerando o primeiro dia de cada mês como referência.

A fim de extrair e agrupar os dados de interesse, criaremos uma estratégia específica utilizando as ferramentas mais adequadas para cada uma das bases de dados, sempre com o cuidado para garantir que a regionalidade e temporariedade de cada análise seja a mesma. Além disso, usaremos dados consolidados e tabelas fornecidas pela EPE para conferir se o agrupamento de dados obtidos coincide com os valores consultados na tabela. Algumas das tabelas que poderemos usar são: Consumo por região geográfica, em GWh, e Tarifas médias por região, em R$/GWh.

A tabela abaixo descreve como deve ficar o dataset:

Tabela 1 - Dataset

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Entidade | Descrição | Unidade | Tipo |
| Estado | Estados do Brasil | - | STRING |
| Fonte | Matriz geradora de energia | - | STRING |
| Tempo | Temporalidade | Mensal | DATE |
| Consumo | Consumo de energia elétrica considerando todos os consumidores | MW | FLOAT |
| Geração | Geração de energia elétrica ou potência nominal da fonte geradora | MW | FLOAT |
| Tarifa | Tarifa média por região | R$/ MWh | FLOAT |

**Fonte:** Autoria Própria

O processo completo de junção dos dados, tratamentos e exibição estará dividido em, pelo menos, 3 etapas, cada uma fazendo uso de algumas tecnologias ainda a serem definidas:

1. Coleta: nesta etapa, os dados serão coletados das diferentes fontes e somente o necessário será guardado para posterior processamento. Os dados de origem se encontram em arquivos CSV coletados a partir de sites de dados públicos. Para esta parte utilizaremos:
   1. Excel ou outro programa para visualização inicial dos dados e checagem visual do conteúdo).
   2. Programa para leitura de PDF para os dicionários de dados
   3. Script desenvolvido em linguagem de programação que permita fácil execução e testagens (possivelmente Python)
   4. Banco de dados relacional (como o SQL Server) para armazenar os dados pré-tratados pelo script descrito no item (ii) acima.
2. Tratamentos: nesta etapa, os dados serão tratados, limpos, analisados e serão gerados os dados para a visualização e tomada de decisão final. Como na etapa anterior, serão lidos de uma fonte de dados, processados e armazenados. Assim, temos:
   1. Banco de dados para armazenar os dados após o tratamento
   2. Script para realizar o tratamento citado acima
   3. Ferramenta de visualização gráfica para observar os dados tratados (como o PowerBI ou o Tableau).
3. Exibição: Exibição dos dados tratados e estruturados para possibilitar a tomada de decisão.

# Referências Bibliográficas

|  |
| --- |
| AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. **Tarifas de aplicação das distribuidoras de energia elétrica**: 2022. Disponível em: https://dadosabertos.aneel.gov.br/pt\_BR/dataset/tarifas-distribudoras-energia-eletrica  ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA. **TRF5 vai instalar mais uma usina fotovoltaica:** 2022. Disponível em: <https://www.absolar.org.br/noticia/trf5-vai-instalar-mais-uma-usina-fotovoltaica/>. Acesso em 11 ab. 2022. |
| CAMPAGNOLO, Edson. **5 razões para o Brasil ter uma das energias mais caras do mundo**. Paraná: Agência Sistema FIEP, 2 abr. 2018. Disponível em: https://agenciafiep.com.br/2018/04/02/5-razoes-para-o-brasil-ter-uma-das-energias-mais-caras-do-mundo/. Acesso em: 11 abr. 2022. |
| DEISTER, Jaqueline. **Aumento da conta de luz**: o que está por trás da "crise hídrica" instaurada no Brasil?. Rio de Janeiro: Brasil de Fato, 9 jul. 2021. Disponível em: https://www.brasildefato.com.br/2021/07/09/aumento-da-conta-de-luz-o-que-esta-por-tras-da-crise-hidrica-instaurada-no-brasil. Acesso em: 11 abr. 2022. |
| EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. **Dados do anuário estatístico de energia elétrica**: 2018. Disponível em: https://www.epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/dados-abertos/dados-do-anuario-estatistico-de-energia-eletrica |
| INSP – THERM TRAFO SERVICE ENGENHARIA ELÉTRICA. **Por que a energia elétrica no brasil é tão cara?**. [*S. l.*], 9 fev. 2021. Disponível em: https://www.insp-therm.com.br/blog/por-que-a-energia-eletrica-no-brasil-e-tao-cara/. Acesso em: 11 abr. 2022. |
| INTERNATIONAL ENERGY AGENCY. Overview. *In*: **Brazil**. [*S. l.*], abr 2022. Disponível em: https://www.iea.org/countries/brazil. Acesso em: 8 abr. 2022. |
| LAZARD. **Lazard’s levelized cost of energy analysis**: Version 15.0. [*S. l.*], out 2021. Disponível em: https://www.lazard.com/perspective/levelized-cost-of-energy-levelized-cost-of-storage-and-levelized-cost-of-hydrogen/. Acesso em: 8 abr. 2022. |
| MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA. Agência Nacional de Energia Elétrica . **FAQ**: Tire suas dúvidas sobre a Bandeira Escassez Hídrica. 31 ago. 2021b. Disponível em: https://www.gov.br/aneel/pt-br/assuntos/noticias/2022/faq-tire-suas-duvidas-sobre-a-bandeira-escassez-hidrica. Acesso em: 11 abr. 2022. |
| MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA. Empresa de Pesquisa Energética. **Balanço Energético Nacional 2021**: Ano base 2020. Brasil, 2021a. Disponível em: https://www.epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/balanco-energetico-nacional-2021. Acesso em: 11 abr. 2022. |
| OPERADOR NACIONAL DE SISTEMA ELÉTRICO. **Capacidade geração:** 8 de abril de 2022. Disponível em: https://dados.ons.org.br/dataset/capacidade-geracao/resource/a6412542-f2ce-408e-b51d-19a48cc50b62?inner\_span=True |
| REDAÇÃO RBA (ed.). **Culpa da chuva?**: Especialista mostra que conta de luz mais cara é resultado da inação do governo. São Paulo: Rede Brasil Atual, 1 set. 2021. Disponível em: https://www.redebrasilatual.com.br/ambiente/2021/09/culpa-da-chuva-especialista-mostra-que-conta-de-luz-mais-cara-e-resultado-da-inacao-do-governo/. Acesso em: 11 abr. 2022. |
| SABER ELÉTRICA. **5 Razões para o Brasil ter uma das Energias mais Caras do Mundo**. [*S. l.*], 2022. Disponível em: https://www.sabereletrica.com.br/energias-mais-caras-do-mundo/. Acesso em: 11 abr. 2022. |
| SILVEIRA, Daniel; ALVARENGA , Darlan; GERBELLI, Luiz. **Conta de luz está cada vez mais cara**: Entenda por que ela sobe e quais os problemas dessa escalada de preços. **G1**, Rio de Janeiro e São Paulo, 27 ago. 2021. Disponível em: https://g1.globo.com/economia/noticia/2021/08/27/conta-de-luz-esta-cada-vez-mais-cara-entenda-por-que-ela-sobe-e-quais-os-problemas-dessa-escalada-de-precos.ghtml. Acesso em: 8 abr. 2022. |