

MAPEAMENTO DAS VARIÁVEIS PARA A MODELAGEM DE INVESTIMENTO NOS SISTEMAS DE DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA NO CONTEXTO DA TRANSIÇÃO ENERGÉTICA

Fernando Grilo Semeros¹, Claudia Aparecida Mattos²

² Departamento de Engenharia de Produção, Centro Universitário FEI

fernando.gsmeros@gmail.com e cmattos@fei.edu.br

Resumo: Este artigo tem como objetivo mapear as variáveis para o desenvolvimento de um modelo para calcular o Investimento em Desenvolvimento de Redes de Distribuição de Energia Elétrica. Para tanto, o estudo foi baseado em análise bibliométrica e revisão sistemática de literatura (RSL) de artigos relacionados ao tema, na base de dados do ScienceDirect. Em síntese, a transição energética vai causar um enorme impacto no consumo de energia, demonstrando que o país deverá estar preparado para atender suas novas exigências.

1. Introdução

Ao decorrer dos séculos passados, a riqueza e a importância de um país eram mensuradas pela quantidade de carvão, petróleo e gás natural disponível para suprir suas demandas energéticas de quaisquer naturezas. Entretanto, devido aos impactos de longo prazo causados pela ampla utilização desses combustíveis fósseis desde então, as maiores economias mundiais estão sendo forçadas a considerar sua entrada no cenário de transição energética, visando mudar sua maneira de produzir e usar os recursos naturais para transporte e geração de eletricidade.

No Brasil, entre 1930 e 1940 o começo da industrialização do setor energético aconteceu por causa da insatisfação do governo com os investimentos das principais empresas estrangeiras da época: *Light - Brazilian Traction, Light and Power Compan* e *Anfop - American & Foreign Power Company*. Como consequência, houve a criação de agentes institucionais, como o *Ministério de Minas e Energia - MME* e a *Petrobras*, responsáveis pela missão de levantamento de potenciais, programas e projetos de recursos em solo nacional, por exemplo o *Programa de Conservação de Energia no Setor Industrial - CONSERVE (1981)* [1].

Anos mais tarde, com a flexibilização do exercício do monopólio da União no setor de petróleo e do gás natural, consolidou-se o Novo Modelo do Setor Elétrico brasileiro, composto pela *Agência Nacional de Energia Elétrica - ANEEL*, *Câmara de Comercialização de Energia Elétrica - CCEE*, o *Operador Nacional do Sistema Elétrico - ONS* e a *Empresa de Pesquisa Energética - EPE*, responsáveis pela geração, comercialização, transmissão e distribuição da energia elétrica, tal como a realização de estudos e pesquisas sobre o planejamento do setor energético em seus diferentes segmentos.

Essa transição energética pela qual o país está passando atualmente é caracterizada por processos de

descarbonização, descentralização e digitalização / redesenhos de mercado. Elas possuem relações mútuas entre si e entre o bem-estar da população mundial. Contudo, a migração dos combustíveis com alto teor de carbono para os de baixo teor não é um processo rápido por causa da quantidade de verba que será investida, infraestrutura necessária e o desenvolvimento de novas tecnologias que possam suprir grande parte das demandas atuais.

Portanto, é necessário investigar quais são as variáveis da transição energética que influenciam nas tendências de consumo de energia e seus efeitos ao decorrer do crescimento econômico sustentável dos Estados Nacionais.

2. Metodologia

Por se tratar do estágio inicial de um estudo teórico, sua execução prosseguiu em três partes congêneres: Amostragem, representada pelo levantamento de artigos nacionais e internacionais que discorriam sobre a trajetória brasileira nos quesitos energéticos e sobre os vínculos desses quesitos com as variáveis de modelagem econômica utilizadas para observação; análise de dados, caracterizada pela interpretação do conteúdo selecionado; e projeção, sendo esta última retratada pelo uso da planilha de previsão do Excel para esboçar possíveis valores do consumo total de energia anual até 2035. Essas previsões foram trabalhadas em cima do consumo mensal de energia elétrica, disponibilizada no site oficial da *EPE*.

3. Resultados

Para garantir o abastecimento de energia elétrica em um país com dimensões continentais como o Brasil, foi necessário desenvolver uma malha de transmissão que permitisse a transferência de energia entre os quatro grandes subsistemas do país, sendo hoje denominado como *Sistema Interligado Nacional (SIN)*.

O processo de criação de um sistema como esse sugere a ideia de que muitas variáveis estão enquadradas dentro do contexto de geração, transmissão e distribuição de energia elétrica, sendo estas o ponto de partida para o desenvolvimento de uma mudança de uma cadeia energética que depende, fortemente, de combustíveis fósseis para uma cadeia renovável e sustentável. Dentro dessa conjuntura, as principais variáveis que influenciarão no desenvolvimento de redes de distribuição de energia elétrica podem ser vistas na tabela a seguir:

Tabela I – Variáveis para modelagem de investimento.

Variáveis Gerais	Variáveis específicas
PIB – Produto Interno Bruto	DG – Geração Distribuída
ETRA – Transições Energética	EV – Veículos elétricos
ECO – Sustentabilidade Econômica	T - Temperatura
RE – Consumo de Energia Renovável	P – População
NRE – Consumo de Energia Não Renovável	CIV – Construção Civil
L – Força de Trabalho	AMB – Impactos Ambientais
K – Formação Bruta de Capital Fixo	RIG – Regulamentos e Incentivos Governamentais

As variáveis foram divididas em duas partes: Variáveis gerais, sendo representadas por medidas que já passaram por estudos de co-integração por outros autores [2], e Variáveis específicas, simbolizando características sociais, naturais e governamentais para a criação dessas redes distribuidoras de energia elétrica.

Para mensurar o investimento adicional que deverá ser feito, é necessário entender quais são as relações entre as variáveis específicas. À medida que P cresce, maior será o impacto da CIV na variável AMB, visto que mais moradias necessitarão ser construídas para poder sustentar as novas famílias. Elas, por sua vez, podem ou não aderir a DG, ou seja, a energia elétrica gerada no local de consumo ou próximo a ele, sendo válida para diversas fontes de energia renováveis, como eólica e solar. Por meio dos RIG, a P pode encontrar oportunidades de adquirir EV que, além de estar apresentando um vasto crescimento em suas frotas em circulação desde 2019, está trazendo um novo conceito de mobilidade para os consumidores [3]. Além disso, de acordo com o CCEE (2024), o crescimento no consumo de energia elétrica está diretamente relacionado ao calor, visto que há um aumento na utilização de aquecedores ou aparelhos ar-condicionado, seja no uso pessoal, comercial ou atrelado aos processos de produção [4].

Dentro da breve discussão apresentada no parágrafo anterior, pode-se perceber que todas as variáveis, com exceção dos impactos ambientais, estão diretamente relacionadas com o aumento de demanda de energia elétrica. Desta forma, utilizando-se a base de dados de consumo mensal de energia elétrica por regiões, disponibilizada pela EPE, foi possível estabelecer uma previsão de exigência de energia elétrica, em TWh, até o ano de 2035:

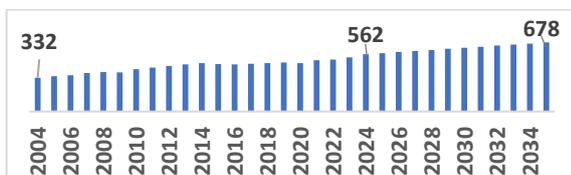


Figura 1 – Previsão do consumo total anual de energia elétrica da rede (TWh).

Diante do resultado, nota-se que desde o começo da alocação desses dados quantitativos, em 2004, até o fim da previsão, a utilização de energia elétrica aumentou em aproximadamente 104,2%. Por outro lado, quando há uma análise acerca de 2024 até 2035, haverá um aumento proposto de aproximadamente 20,6%, o que evidencia a necessidade de um planejamento estratégico que consiga habilitar a Transição Energética no contexto brasileiro.

4. Conclusões

O aumento do consumo de energia elétrica, causado pelo aumento populacional e pelo andamento das condições climáticas do planeta, é uma verdade incontestável. Por conseguinte, o país se encontra no dever de aprimorar seus investimentos na geração, transmissão e distribuição da energia gerada de forma renovável, com o intuito de descentralizar, ainda mais, a dependência dos combustíveis fósseis.

Para isso, foram encontradas e abordadas, de forma introdutória, algumas variáveis com um grande impacto na construção de redes de distribuição de energia elétrica. Futuramente, descrições mais aprofundadas de seus efeitos e cálculos de rentabilidade no longo prazo serão feitos para analisar, de fato, a importância da continuação da implementação das energias renováveis e a melhor organização dos sistemas utilizados em sua distribuição, diminuindo as chances de carência ou desperdício de energia.

5. Referências

- [1] FERREIRA, T. V. B.; MACHADO, G. V. O papel do planejamento na transição energética: mais luz e menos calor. **Revista Brasileira de Energia**, [s. l.], v. 27, n. 2, p. 1-25, 2024. DOI: 10.47168/rbe.v27i2.635. Disponível em: <https://sbpe.org.br/index.php/rbe/article/view/635/481>. Acesso em: 11 ago. 2024
- [2] Khan, I.; Hou, F. et al. The dynamic links among energy transitions, energy consumption, and sustainable economic growth: A novel framework for IEA countries. **Energia (Oxford)**, [s. l.], v. 222, p.119935, 2021. DOI: 10.1016/j.energy.2021.119935. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0360544221001845>. Acesso em: 11 ago. 2024
- [3] CARDOSO, Giovana. Frota de carros elétricos e híbridos aumenta 787% em cinco anos no Brasil. **R7**, Brasília, 03 mar. 2024. Brasília. Disponível em: <https://noticias.r7.com/brasil/frota-de-carros-eletricos-e-hibridos-aumenta-787-em-cinco-anos-no-brasil-03032024/>. Acesso em 12 ago. 2024.
- [4] CARREGOSA, Laís. Calor fez consumo de energia aumentar 5,7% em fevereiro, aponta CCEE. **g1**, Brasília, 27 mar. 2024. Economia. Disponível em: <https://g1.globo.com/economia/noticia/2024/03/27/consumo-de-energia-aumentou-57percent-em-fevereiro-por-cao-do-calor-diz-ccce.ghtml>. Acesso em 12 ago. 2024.

¹ Aluno de IC do CNPq. Projeto com vigência de 08/2023 a 08/2024.