

ANÁLISE DOS EFEITOS DE CHOQUES DE PREÇO DE ENERGIA NO CICLO ECONÔMICO BRASILEIRO

Palavras-Chave: Tarifa de energia , Setor elétrico, Componentes tarifárias

JOÃO VITOR MAUTONE MALHEIRO, IE - UNICAMP
Prof^(a). Dr^(a). ROSANGELA BALLINI(orientadora), IE – UNICAMP
Dr. NIKOLAS A. V. B. SCHIOZER (co-orientador), IE - UNICAMP

INTRODUÇÃO

No Brasil e no mundo do século XXI, a energia elétrica tornou-se uma necessidade fundamental para a vida em sociedade. Problemas de abastecimento fazem com que as cidades parem completamente, como ocorreu durante o apagão na cidade de São Paulo de março de 2024, que durou apenas quatro dias, mas teve efeitos bastante negativos para a população e a economia.

É notório que, em termos de capacidade de geração, as usinas hidrelétricas (UHEs) representam 54% da capacidade instalada do Sistema Integrado Nacional (SIN) (ANEEL,2024). Conforme Queiroz (2016), Souza Dias (2018), Vasquez-Arroyo (2021) e ANA (2024), conclui-se com confiança significativa que a mudança nos padrões climáticos, causadas pelo aquecimento global, especialmente no regime de chuvas, reduzirão a capacidade de geração de energia das UHEs e de outras fontes renováveis. Essa redução será parcialmente mitigada pelo crescimento de outras fontes renováveis, mas, ainda assim, o SIN dependerá da ativação de mais usinas termelétricas (UTES) para poder compensar a oferta, o que, além de aumentar a emissão de poluentes, eleva o custo do sistema como um todo. Consequentemente, a produção de energia elétrica no país torna-se vulnerável às alterações no regime de chuvas decorrentes de eventos extremos provocados e intensificados pelo aquecimento global.

O sistema atual de definição de preços de energia elétrica baseia-se em revisões anuais e periódicas, com o uso de bandeiras tarifárias (ANEEL,2025). Introduzidas de forma definitiva em 2015, na forma das bandeiras verde, amarela, vermelha (patamar 1 e 2) e de crise hídrica, elas promovem aumentos graduais no preço do quilowatt-hora (kWh) na conta do consumidor final. Segundo as autoridades, seu objetivo é tanto conter o consumo quanto repassar os maiores custos de produção das UTES, acionadas para suprir a oferta deslocada das UHEs e atender à demanda.

Momentos como as crises hídricas de 2014-2015 e 2021, além de quedas significativas nos níveis dos reservatórios, como em 2019, demonstram a vulnerabilidade do SIN a mudanças temporárias e/ou permanentes no regime de chuvas nas regiões com maior capacidade instalada.

Com base em estudos que demonstraram a vulnerabilidade da geração de energia no Brasil aos eventos climáticos extremos e à mudança no padrão de chuvas das macrorregiões, é de suma importância analisar como as mudanças climáticas podem afetar a precificação da energia elétrica para os consumidores finais. Um sistema vulnerável implica uma alta probabilidade de que medidas semelhantes à extraordinária bandeira de crise hídrica sejam necessárias. Isso indica que a economia brasileira está mais suscetível a choques de preços, provocados tanto por alterações entre

diferentes categorias de bandeiras quanto por reajustes significativos. Além disso, as UHEs continuarão sujeitas a intensos fluxos de chuva, que podem comprometer sua integridade estrutural e sua capacidade de geração.

Devido aos choques nos preços de energia, como apontaram Wildauer (2023) e Amaglobeli (2024), as empresas podem repassar parte ou todo o aumento de custo ao consumidor final, o que acarreta aumento da inflação e redução do poder de compra das famílias, com efeitos de segunda ordem sobre o produto agregado e investimento. Esses estudos foram conduzidos com foco na zona do Euro e na América do Norte, onde os choques de preço energético foram provocados pelo aumento expressivo nos preços do gás natural e do petróleo no mercado internacional. O cenário brasileiro, de possível choque de preços devido às mudanças no ciclo hidrológico, carece de pesquisas similares, que investiguem os efeitos desse tipo evento na realidade econômica do país.

Nesse sentido, esta pesquisa analisa como a tarifa de energia variou no decênio entre 2012 e 2022, quais componentes foram mais relevantes e quais impactos foram sentidos na inflação de preços da energia e do índice geral.

METODOLOGIA

Para desenvolver a análise proposta, foi necessário consultar diversos artigos, jornais e manuais regulatórios, com o objetivo de compreender o funcionamento geral do setor elétrico. Também foram analisadas resoluções e notas técnicas, a fim de entender as decisões da agência reguladora e os ajustes tarifários ao longo dos anos.

Além disso, a Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) disponibiliza, por meio de sua plataforma de dados abertos, o histórico dos componentes tarifários das distribuidoras - fonte essencial para entender a evolução da tarifa por componente individual e a respectiva função de custo (energia, encargos, transmissão, entre outros).

Outra fonte relevante foi o portal de dados abertos do Operador Nacional do Sistema (ONS), que fornece o histórico da quantidade de energia armazenada útil nos reservatórios das hidrelétricas conectadas ao SIN. Essa métrica é relevante para compreender variações de preços e a aplicação das bandeiras tarifárias no período posterior a 2015.

O subgrupo de consumidores escolhido para a análise foi o B1, composto por consumidores residenciais. Especificadamente, foram analisados os consumidores urbanos enquadrados no esquema convencional de cobrança, com tarifa fixa por quilowatt-hora (KWh) durante o dia. Trata-se, portanto, do consumidor residencial tradicional, que representa a maior parte dos usuários conectados ao sistema.

A tarifa foi separada em três partes: a parcela A, referente aos custos anteriores à distribuidora; a parcela B, correspondente aos custos operacionais da distribuidora; e o componente TE_ENERGIA, que reflete o custo da energia (incluído na parcela A). Esses elementos foram comparados com o subitem “energia elétrica residencial” do IPCA e as bandeiras tarifárias vigentes em cada período estão indicados pela sua cor de fundo nos gráficos (Figuras 1 e 2).

Para análise dos dados, foi necessário o uso de softwares adequados. O Microsoft Excel foi amplamente utilizado para filtrar e estruturar as bases de dados extraídas das plataformas da ANEEL e

do ONS. A linguagem de programação R, de código aberto, também foi utilizada extensivamente para a geração de gráficos e, pontualmente, para o tratamento de dados.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Inicialmente foi analisada a tendência da evolução da tarifa sob a perspectiva geral da divisão entre distribuidora e o restante do sistema, com destaque para os componentes da tarifa de energia elétrica. A tarifa é definida a cada processo de revisão da ANEEL e se mantém fixa, além das variações causadas pelas bandeiras, até a próxima revisão. Nesse sentido, dois exemplos representativos da evolução dos componentes tarifários são os das distribuidoras Light, que atende a região metropolitana do Rio de Janeiro, e Eletropaulo¹, que atende a região metropolitana de São Paulo. Os exemplos são ilustrativos e relevantes, por se tratarem das duas regiões metropolitanas com maior peso no Índice de Preços ao Consumidor (IPCA) calculado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Os resultados podem ser visualizados na Figura 1.

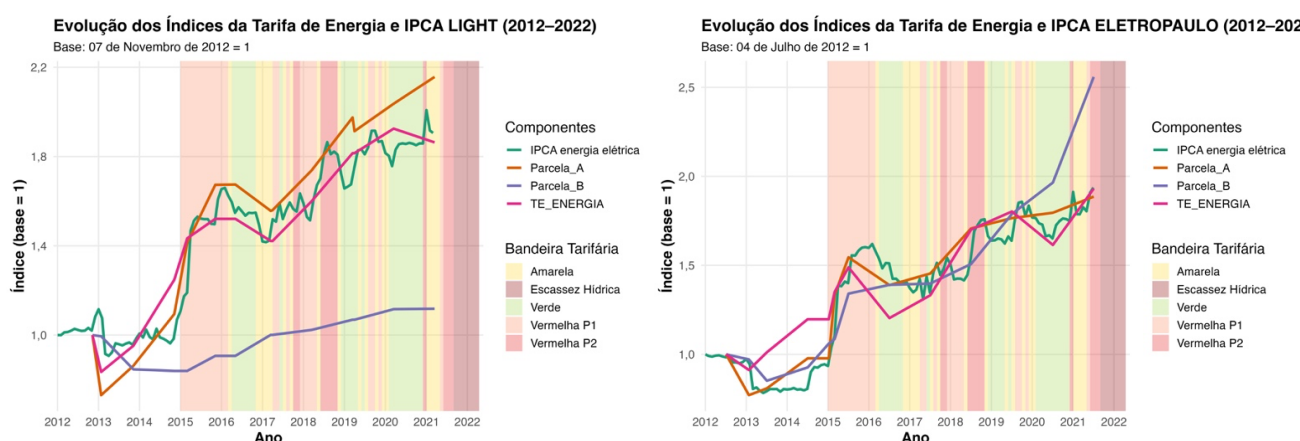


Figura 1: Evolução dos índices para LIGHT SESA (RJ) e ELETROPAULO/Enel-SP (SP)

No primeiro caso, de caráter mais geral, a Parcela B tende a evoluir em ritmo mais lento e se mantém em patamar significativamente abaixo da inflação geral auferida no período. Essa evolução reflete a lógica adotada pela ANEEL, que busca ganhos de eficiência ao longo do tempo e aplica descontos nos reajustes com base na inflação. Ou seja, de forma geral, a Parcela B é um elemento mais passivo na evolução da tarifa, sendo os principais determinantes os componentes a montante da distribuição.

No segundo caso, em algumas concessões, a Parcela B apresentou crescimento acentuado, que pode até superar o crescimento dos demais componentes em termos percentuais. Entretanto, em casos como o da ELETROPAULO (Enel-SP), esse aumento se deveu ao reposicionamento tarifário a partir de um patamar excepcionalmente baixo em 2012-2013 para um nível substancialmente mais alto, embora ainda compatível, em valores nominais, com o de outras distribuidoras, com o objetivo de reequilibrar financeiramente a concessão e remunerar investimentos realizados. Ainda assim, é relevante destacar que, embora o crescimento da Parcela B tenha sido mais acentuado em termos percentuais, seu

¹ Empresa privatizada em 2018 e atualmente controlada pela Enel. Nas estatísticas da ANEEL os dados da companhia ainda constam como Eletropaulo.

aumento absoluto no período foi de R\$ 105,21, enquanto a Parcela A, maior desde o início, cresceu R\$ 198,14.

Dessa forma, em linha com os resultados observados por Dos Reis (2021), a dinâmica de crescimento das tarifas de energia tende a ser guiada pela Parcela A, mesmo que, em casos específicos, os custos de distribuição também tenham papel relevante. Mesmo no caso da Eletropaulo, com crescimento expressivo dos custos gerenciáveis da distribuidora, a predominância da Parcela A no crescimento tarifário é incontestável. Outro ponto interessante é que a Parcela A, em geral, segue os movimentos do custo da energia, que representa aproximadamente de 65% de sua composição.

Ademais, a relação entre as bandeiras tarifárias e a inflação da energia elétrica torna-se evidente ao se analisar a evolução do subitem energia elétrica no IPCA entre os períodos de revisões tarifárias, intervalo no qual apenas as bandeiras variam. Em geral, períodos com bandeiras tarifárias ativas estão associadas a aumentos no IPCA, enquanto momentos de recuo na severidade das bandeiras coincidem com quedas no índice. A conexão entre as bandeiras e o regime de chuvas também se evidencia ao comparar as bandeiras vigentes com o nível médio dos reservatórios, conforme ilustrado na Figura 2. Períodos de baixa nos reservatórios, acompanhados de expectativas negativas para a pluviosidade, geralmente resultam na elevação do patamar das bandeiras.

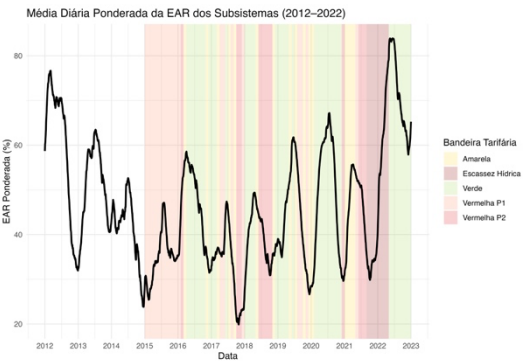


Figura 2: Nível dos reservatórios e bandeiras tarifárias ao longo do tempo

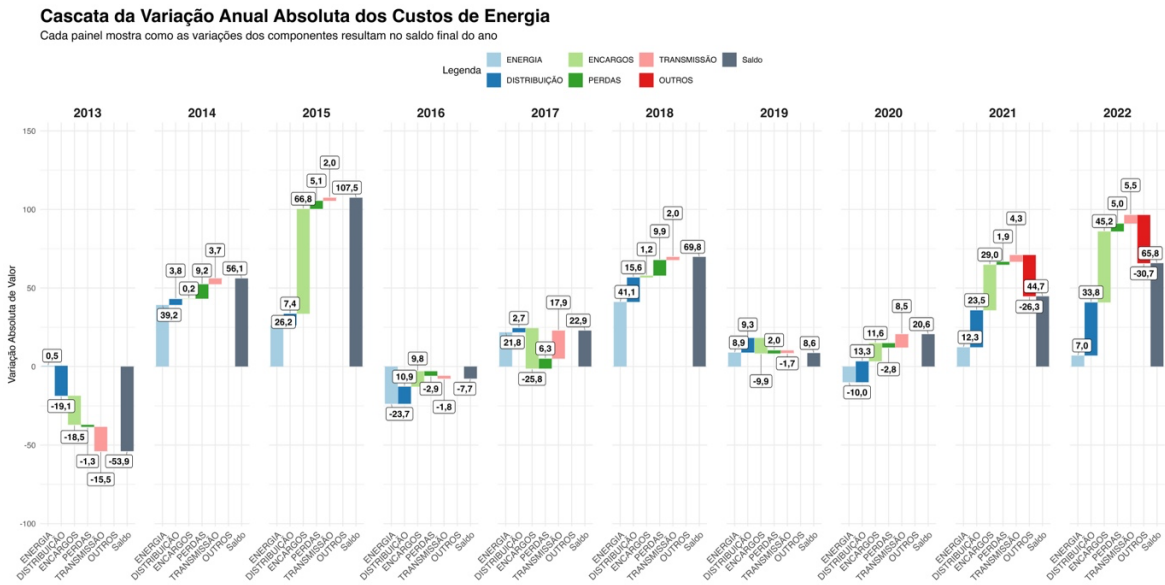


Figura 3: Variação dos componentes da tarifa de energia (2013-2022) -média ponderada pelo tamanho do mercado das distribuidoras

A partir da Figura 3, pode se constatar que os principais componentes de variação tarifária nos anos afetados por crises hídricas, como 2015 e 2022, foram o custo da energia elétrica e os encargos setoriais. Nota-se também que 2013 foi um ano de queda significativa na tarifa média no país, provavelmente como resultado da Medida Provisória (MP) 579. Essa MP renovou antecipadamente uma parte significativa das concessões, condicionando a renovação à mudança no modelo de remuneração

das concessionárias. Embora tenha gerado redução tarifária no curto prazo, a MP 579 é apontada como causadora de desequilíbrios financeiros nas empresas, o que levou à necessidade de compensações por meio de indenizações e à criação de novos componentes tarifários onerosos nos encargos.

O aumento expressivo observado em 2015 reflete o repasse dos custos acumulados com a geração entre 2013 e 2014, devido à crise hídrica, bem como as indenizações pagas às concessionárias pelos efeitos da MP 579. Também houve reajuste de encargos, como a Conta de Desenvolvimento Energético (CDE), para atender a novas funções definidas por legislações aprovadas no Congresso. Em 2022, o aumento substancial dos encargos decorreu da elevação do custo com subsídios a sistemas isolados do SIN, ao consumo de baixa renda e a fontes incentivadas, além dos valores residuais não pagos em . Por outro lado, a distribuição teve papel mais relevante no reajuste tarifário entre 2021 e 2022 enquanto o custo da energia em si variou pouco no período.

CONCLUSÕES

Compreender a evolução da tarifa de energia no Brasil envolve não apenas o componente relacionado ao custo de energia, mas também a dinâmica dos encargos setoriais, a remuneração das distribuidoras e os aspectos regulatórios e políticos que influenciam o setor.

Embora o custo da energia reflita de forma direta as condições climáticas, os encargos e as bandeiras tarifárias exercem papel significativo na determinação da magnitude das variações tarifárias. O caso do aumento expressivo dos encargos em 2015 ilustra esse caso, sendo um efeito que se tornou permanente e foi agravado posteriormente pela profunda crise enfrentada em 2021.

Apesar do crescimento intenso, a tarifa de energia no Brasil tem evoluído, em média, em linha com a inflação medida pelo IPCA e ligeiramente abaixo do salário mínimo. Ainda assim, as bandeiras tarifárias e os processos de revisão exercem impacto relevante nos índices de inflação, configurando-se como um desafio reconhecido para a condução da política monetária pelo Banco Central. Assim, choques de oferta relacionados a eventos climáticos extremos têm efeitos econômicos tangíveis, especialmente por meio da pressão inflacionária.

BIBLIOGRAFIA

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO (ANA) (Brasil), Impacto da Mudança Climática nos Recursos Hídricos no Brasil / Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico. -Brasília : ANA, 2024.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA(ANEEL). Sistema de Informações de Geração da ANEEL. Disponível em: <<https://encr.pw/MmhY89>>. Acesso em: 27 abr. 2024.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA(ANEEL). Portal de Dados Abertos da ANEEL. Disponível em: <<https://dadosabertos.aneel.gov.br>>. Acesso em: 10 Jun. 2024.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA (ANEEL). Procedimentos Regulatórios - PRORET. Disponível em: <<https://www.gov.br/aneel/pt-br/centrais-de-conteudos/procedimentos-regulatorios/proret>>. Acesso em: 17 jan. 2025.

AMAGLOBELI, D et al. Firms' Resilience to Energy Shocks and Response to Fiscal Incentives: Assessing the Impact of 2022 Energy Crisis. 2024.

DE LUCENA, A. F. P et al. The vulnerability of renewable energy to climate change in Brazil. *Energy Policy*, v. 37, n. 3, p. 879-889, 2009.

DE QUEIROZ, A R et al. Climate change impacts in the energy supply of the Brazilian hydro-dominant power system. *Renewable energy*, v. 99, p. 379-389, 2016.

DE SOUZA DIAS, V et al. An overview of hydropower reservoirs in Brazil: Current situation, future perspectives and impacts of climate change. *Water*, v. 10, n. 5, p. 592, 2018.

OPERADOR NACIONAL DO SISTEMA(ONS). Portal de Dados Abertos do ONS. Disponível em: <<https://dados.ons.org.br>>

VASQUEZ-ARROYO, Eveline et al. Implications of climate change impacts for the Brazilian electricity mix. *Sustainability in Debate*, v. 11, n. 3, p. 122-156, 2021.

WILDAUER, R., KOHLER, K., ABOOBAKER, A., & GUSCHANSKI, A. Energy price shocks, conflict inflation, and income distribution in a three-sector model. *Energy Economics*, v. 127, p. 106982, 2023.

João Paulo dos Reis et al. Variação da Tarifa de Eletricidade Residencial no Brasil. Disponível em: <<https://proceedings.science/cbqee-2021/trabalhos/variacao-da-tarifa-de-eletricidade-residencial-no-brasil?lang=pt-br>>. Acesso em: 03 mai. 2025.