

EVOLUÇÃO DA MATRIZ ELÉTRICA DE SERGIPE: ANÁLISE HISTÓRICA E PROJEÇÕES FUTURAS

SANTOS, Marcos Felipe Sobral dos^{*1,2}; SILVA, Isabelly Pereira³;
SILVA, Gabriel Francisco^{1,4}

¹ Rede Nordeste de Biotecnologia, Universidade Federal de Sergipe

² Sergipe Parque Tecnológico (SergipeTec)

³ Departamento de Engenharia de Produção, Universidade Federal de Sergipe

⁴ Departamento de Engenharia de Petróleo, Universidade Federal de Sergipe

* marcosfelipesobral@hotmail.com

Resumo: Este artigo apresenta uma análise da evolução da matriz elétrica de Sergipe, destacando sua transição histórica de uma matriz predominantemente hidrelétrica para uma mais diversificada e sustentável, com o crescimento de fontes eólicas e solares. Analisando dados de geração elétrica e empreendimento futuros, o estudo abordou tanto os desafios quanto as oportunidades para o desenvolvimento das energias renováveis no estado, enfatizando a necessidade de investimentos em infraestrutura. A pesquisa concluiu que Sergipe tem um papel estratégico na transição energética do Brasil, com projeções otimistas para o aumento da capacidade de geração renovável nas próximas décadas.

Palavras-chave: matriz elétrica; Sergipe; energias renováveis.

EVOLUTION OF SERGIPE'S ELECTRICITY MATRIX: HISTORICAL ANALYSIS AND FUTURE PROJECTIONS

Abstract: This article examines the evolution of Sergipe's electricity matrix, highlighting its historical transition from a predominantly hydroelectric matrix to a more diversified and sustainable one, with the growth of wind and solar sources. Analyzing data on electricity generation and future developments, the study addresses both the challenges and opportunities for renewable energy development in the state, emphasizing the need for infrastructure investments. The research concludes that Sergipe plays a strategic role in Brazil's energy transition, with optimistic projections for the increase in renewable generation capacity in the coming decades.

Keywords: electricity matrix; Sergipe; renewable energy.

1 Introdução

A matriz elétrica de um estado desempenha um papel crucial no desenvolvimento econômico, social e ambiental, fornecendo a infraestrutura necessária para o funcionamento de indústrias, serviços e atividades cotidianas da população (Godinho *et al.*, 2023). Sergipe, ao longo das últimas décadas, passou por uma transição significativa em sua matriz elétrica, acompanhando o movimento nacional e global de diversificação das fontes de energia e a crescente integração de fontes renováveis,

como a energia solar e eólica. Essa evolução não apenas reflete mudanças tecnológicas, mas também o cumprimento de compromissos internacionais, como os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da Organização das Nações Unidas (ONU), particularmente os objetivos relacionados à energia limpa e acessível (ODS 7) e à ação contra a mudança global do clima (ODS 13).

No Brasil, as energias renováveis já representam uma parcela considerável da matriz elétrica, com destaque para a energia hidrelétrica, que historicamente tem sido a principal fonte de geração no país. Nos últimos

anos, as fontes solar e eólica ganharam relevância, especialmente na região Nordeste, que se beneficia de excelentes recursos solares e eólicos (Santos *et al.*, 2023). No caso de Sergipe, a transição para uma matriz elétrica cada vez mais diversificada tem sido marcada pela crescente participação de energias renováveis, o que reforça o papel do estado no combate às mudanças climáticas e na mitigação de emissões de gases de efeito estufa.

Este artigo tem como objetivo analisar a evolução da matriz elétrica de Sergipe nas últimas décadas e traçar projeções futuras com base nos dados do Balanço Energético Nacional (BEN), da Empresa de Pesquisa Energética (EPE), da Agência Nacional de Energia Elétrica (Aneel) e do Operador Nacional do Sistema Elétrico (ONS). A análise histórica e as projeções futuras serão contextualizadas dentro dos esforços globais para a transição energética e a redução de emissões de carbono.

2 Revisão da Literatura

2.1 Conceitos de Matriz Elétrica e sua Importância

A matriz elétrica de uma região refere-se à composição das diferentes fontes de energia utilizadas para a geração de eletricidade. Ela é influenciada por fatores como disponibilidade de recursos naturais, políticas energéticas, condições econômicas e avanços tecnológicos. A matriz elétrica difere da matriz energética, que abrange todas as fontes de energia utilizadas em um país ou região, incluindo energia para transporte, indústria e outros usos finais (EPE, 2024a). A composição da matriz elétrica é um indicador essencial para a sustentabilidade de um sistema energético, sendo fundamental para o planejamento de políticas públicas e investimentos privados.

A distinção entre matriz energética e matriz elétrica é crucial para entender o foco e a abrangência deste estudo. A matriz energética refere-se a todas as fontes de energia disponíveis em uma determinada região, sendo responsáveis pelo fornecimento de energia em suas diferentes formas para setores como transporte, indústria, agricultura e uso doméstico. Ela engloba desde combustíveis fósseis (como petróleo e gás natural) até fontes renováveis (como solar, eólica e biomassa). A

matriz energética, portanto, abarca o uso geral de energia em suas diversas formas, como combustíveis líquidos, gás e eletricidade.

Por outro lado, a matriz elétrica é uma parte da matriz energética e diz respeito apenas às fontes utilizadas para a geração de eletricidade. Essa matriz envolve o conjunto de tecnologias e recursos que produzem energia elétrica, como hidrelétricas, usinas termelétricas, eólicas e solares. O objetivo principal da matriz elétrica é fornecer eletricidade para diversos usos finais, como iluminação, aquecimento, refrigeração, entre outros (EPE, 2024a).

O Brasil possui uma matriz elétrica predominantemente renovável, com destaque para as hidrelétricas, que historicamente representam a maior parte da geração de eletricidade. Nos últimos anos, no entanto, fontes como solar e eólica têm aumentado significativamente sua participação na matriz, especialmente em regiões como o Nordeste, onde os recursos naturais favorecem esses tipos de geração (Santos; Araújo, 2023).

Este trabalho, por sua vez, focou exclusivamente na análise da matriz elétrica do estado de Sergipe, enfatizando a transição para fontes renováveis de energia elétrica e seus impactos no desenvolvimento sustentável e na mitigação de emissões de gases de efeito estufa.

2.2 Contratação de Novas Fontes de Geração de Energia no Brasil

A expansão do sistema elétrico brasileiro para atender à crescente demanda por energia e a necessidade de substituição de ativos antigos depende de um planejamento meticuloso, coordenado por várias entidades reguladoras e operacionais. Esse processo envolve mecanismos como leilões de energia, realizados para contratar novas fontes de geração, e a participação ativa de órgãos como a Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), a Empresa de Pesquisa Energética (EPE) e o Operador Nacional do Sistema Elétrico (ONS). O texto a seguir explora o processo de contratação de novas fontes de geração no Brasil, destacando a função dos leilões de energia e o papel de cada uma dessas instituições na garantia do fornecimento seguro e sustentável de energia.

Leilões de Energia e o Conceito de "Energia Nova"

Os leilões de energia no Brasil são os principais instrumentos utilizados para viabilizar a contratação de novas fontes de geração. Esses leilões visam garantir o atendimento à demanda futura de energia e a segurança do sistema elétrico. A contratação de "Energia Nova" refere-se à energia proveniente de novos empreendimentos de geração, seja de fontes renováveis (solar, eólica, biomassa) ou não renováveis (termelétricas a gás, carvão etc.). Esses leilões são classificados principalmente em dois tipos:

- Leilões A-5 e A-6: Estes leilões são realizados com antecedência de cinco a seis anos do início do fornecimento da energia contratada. Esse período permite que os empreendedores realizem os investimentos necessários para a construção e a operação das novas usinas. Esses leilões são organizados para contratar energia de diversas fontes, incluindo hidrelétricas, termelétricas e fontes renováveis (CCEE, 2024).
- Leilões de Energia de Reserva: Esses leilões visam a contratação de energia adicional, com o objetivo de garantir a segurança e a continuidade do fornecimento de energia elétrica no Sistema Interligado Nacional (SIN). A energia de reserva é usada em situações onde a oferta contratada nos leilões tradicionais se mostra insuficiente para atender à demanda (ANEEL, 2024).

Os contratos resultantes desses leilões são de longo prazo, com durações que variam entre 15 e 30 anos, dependendo do tipo de fonte de geração contratada. Isso garante estabilidade financeira para os empreendedores e contribui para a segurança energética do país.

3 Metodologia

Este estudo seguiu uma abordagem descritiva e quantitativa, com o objetivo de analisar a evolução e as tendências da matriz elétrica de Sergipe. A metodologia baseou-se na coleta, análise e interpretação de dados

históricos e projeções futuras, utilizando um conjunto diversificado de fontes.

Inicialmente, foram coletados dados de geração de energia elétrica para Sergipe, o Nordeste e o Brasil, cobrindo o período de 1970 a 2023. A principal fonte utilizada foi o Balanço Energético Nacional (BEN), além de outros órgãos oficiais do Governo. Esses dados forneceram uma visão abrangente da evolução da matriz elétrica em nível nacional e regional, contextualizando a posição de Sergipe no panorama energético brasileiro.

Para detalhar as tendências específicas de Sergipe, foram analisados dois anos-chave: 2015 e 2023. O ano de 2015 foi escolhido por ter sido o último em que foram publicados os Balanços Energéticos completos das 27 Unidades da Federação, elaborados pelo N3E (Núcleo de Estudos Estratégicos de Energia) do Ministério de Minas e Energia. A análise dos dados de 2023 permitiu uma comparação com o passado recente e serviu como base para avaliar as mudanças ocorridas, bem como a estrutura atual da matriz elétrica. O processo de análise envolveu duas etapas principais:

Análise do cenário energético nacional e regional: O cenário energético brasileiro foi estudado para situar a matriz elétrica de Sergipe em um contexto mais amplo. Esse passo permitiu identificar tendências nacionais que impactam o estado, além de destacar particularidades regionais no desenvolvimento de energias renováveis.

Avaliação da evolução histórica da matriz elétrica de Sergipe: Com dados de 2015 e 2023, foi analisada a transição da matriz elétrica de Sergipe para fontes renováveis, como solar e eólica. A análise focou nas mudanças na capacidade instalada e na geração de energia, identificando padrões de crescimento e desafios.

Por fim, foram discutidos os desafios e oportunidades que Sergipe enfrentará para expandir sua matriz elétrica de forma sustentável. Essas discussões abordaram questões como a necessidade de investimentos em transmissão de energia, a viabilidade econômica de projetos em áreas remotas e o papel das políticas públicas e incentivos governamentais na promoção de fontes renováveis.

4 Resultados e discussão

4.1 Cenário energético brasileiro

Historicamente, a matriz elétrica brasileira tem sido majoritariamente composta por fontes renováveis, com ênfase na geração hidrelétrica, que continua a representar uma parcela significativa da produção de eletricidade no país. Contudo, nas últimas duas décadas, a matriz passou por um processo de diversificação, impulsionado pela incorporação de novas fontes, como a solar e a eólica. Essa mudança é particularmente evidente na região Nordeste, onde a combinação de elevados índices de insolação e ventos constantes criou condições ideais para o desenvolvimento de projetos voltados às energias solar e eólica (EPE, 2023). Como resultado, a energia eólica se consolidou como a principal fonte de geração de eletricidade na região Nordeste.

A análise dos dados agregados do Balanço Energético Nacional (BEN), especialmente aqueles referentes aos Balanços de Centros de Transformação nas centrais elétricas, revela o histórico da geração de energia elétrica no Brasil (EPE, 2023). A Figura 1 apresenta esse panorama de 1970 a 2023, evidenciando o caráter renovável que sempre predominou na matriz elétrica brasileira.

A Figura 2, por sua vez, ilustra o predomínio da geração hidráulica ao longo do tempo, além de destacar o crescimento

expressivo da energia eólica, que, atualmente, ocupa a posição de segunda fonte mais importante na matriz elétrica do país.

4.2 Matriz elétrica em 2015 de Sergipe

Conforme relatório apresentado pelo Ministério de Minas e Energia (MME, 2024), a matriz elétrica do estado de Sergipe em 2015 apresenta características de predominância de fontes renováveis, refletindo uma tendência de geração de energia limpa no contexto energético estadual. De acordo com os dados fornecidos pela ANEEL, aproximadamente **99% da geração total de energia** em Sergipe no ano de 2015 foi proveniente de fontes renováveis, sendo a **hidrelétrica a mais significativa**, com 89% da participação total, seguida pela **biomassa** (bagaço), que representou **7%**, e a **energia eólica**, com **1%** de contribuição. Isso posiciona o estado em **3º lugar no ranking nacional** em termos de porcentagem de renováveis na geração de energia.

A Figura 3 apresenta todo esse detalhamento. Em termos de oferta interna, a geração de energia no estado foi de **116,2 mil tep**, sendo que **6,5 mil tep** foram atribuídos a perdas térmicas, o que representa um desafio a ser enfrentado para melhorar a eficiência energética. O comércio externo desempenhou um papel importante, com um saldo negativo de **-16,2 mil tep**, indicando que Sergipe importou

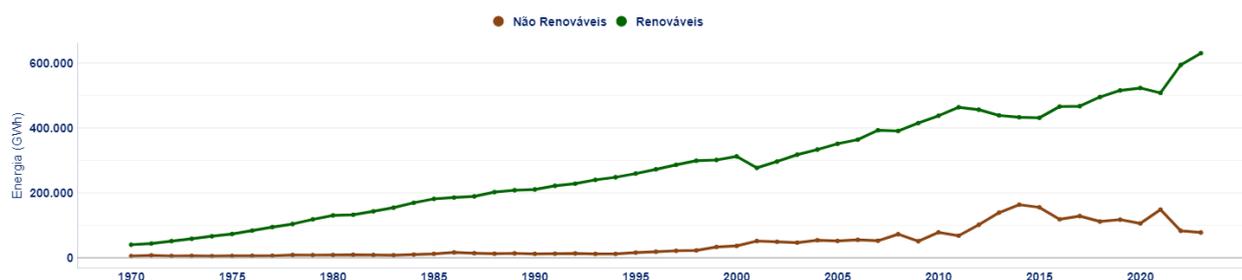


Figura 1 - Evolução produção de energia – Brasil – 1970-2023. (EPE, 2024)

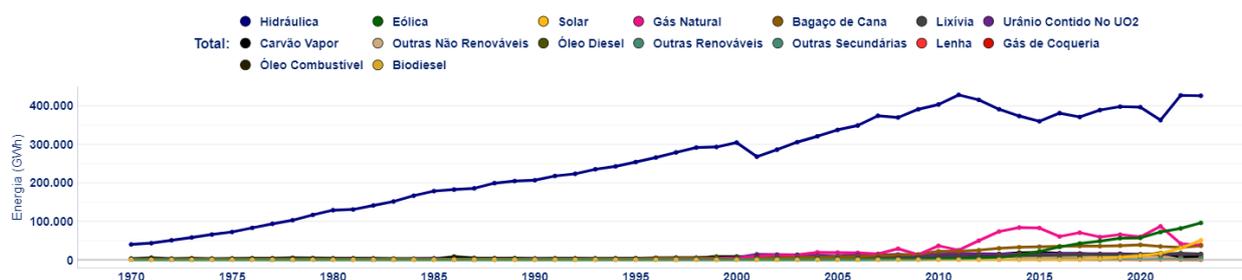


Figura 2 – Produção de energia, por fonte – Brasil – 1970-2023. (EPE, 2024)

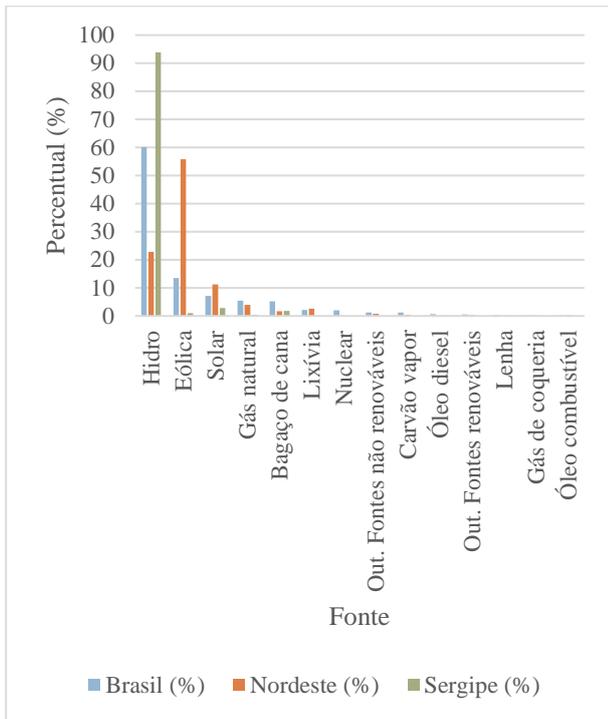


Figura 4 – Geração de eletricidade por fonte – 2023 (EPE, 2023)

A figura demonstra que Sergipe segue a tendência nacional, com uma predominância significativa da geração de energia de origem hidráulica. Contudo, é importante destacar que, no contexto do Nordeste, a energia eólica se consolidou como a principal fonte de geração de eletricidade. No que se refere à proporção entre fontes renováveis e não renováveis, Figura 5, Sergipe também segue o padrão nacional e regional, apresentando, inclusive, um percentual maior de fontes renováveis em sua matriz elétrica quando comparado ao Brasil e ao Nordeste.

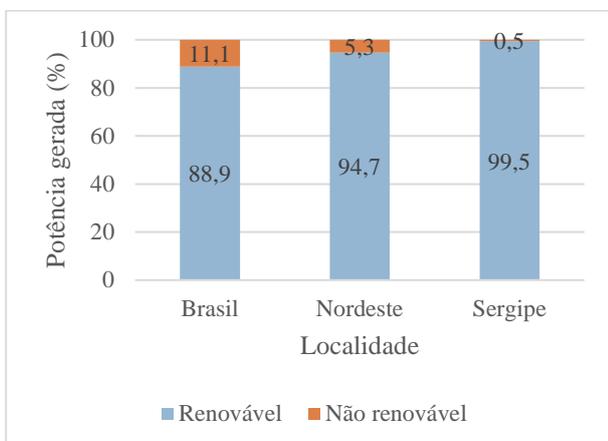


Figura 5 - Geração de energia elétrica por categoria – 2023 (EPE, 2023)

Ao analisar o histórico dos dados do Balanço Energético Nacional (EPE, 2023b) para o período de 2004 a 2022, observa-se uma falta de estabilidade na geração de energia elétrica no estado de Sergipe. Em 2007, Sergipe alcançou seu pico de produção, com 10.931 GWh, enquanto o menor valor foi registrado em 2018, com apenas 2.834 GWh. Essa variação pode ser visualizada na Figura 6.

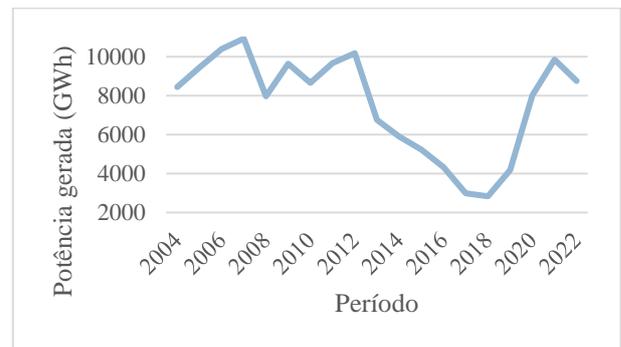


Figura 6 - Geração elétrica Sergipe (GWh) de 2004 a 2022 (EPE, 2023)

Entre as principais fontes de geração de energia elétrica no estado de Sergipe, destacam-se: a Usina Hidrelétrica de Xingó, com capacidade instalada de 3.162 MW; a Usina Termelétrica Porto de Sergipe I, com 1.515,63 MW de potência outorgada; e o Parque Eólico Barra dos Coqueiros, com capacidade instalada de 34,5 MW.

Vale ressaltar que, dos empreendimentos mencionados, apenas a usina termelétrica e o parque eólico entraram em operação dentro do período analisado. A Usina Hidrelétrica de Xingó iniciou suas operações na década de 1990, enquanto o Parque Eólico Barra dos Coqueiros foi comissionado em 2012, e a Usina Termelétrica Porto de Sergipe I (UTE) começou a operar no início de 2020.

A análise dos dados do BEN revela que a queda na produção de energia em Sergipe está diretamente relacionada à redução da geração na Usina Hidrelétrica de Xingó (EPE, 2023). Essa queda se deve ao fato de o Parque Eólico Barra dos Coqueiros possuir uma produção significativamente menor em comparação à hidrelétrica, e a UTE Porto de Sergipe I operar de acordo com o sistema de despacho de energia, não estando em funcionamento contínuo, mas sim atendendo às solicitações do Operador Nacional do Sistema Elétrico (ONS).

Tabela 1 - Geração de eletricidade por fonte em Sergipe em 2022 (EPE, 2023)

Fonte	Potência (GWh)
Hidro	7.637
Eólica	72
Solar	106
Bagaço de cana	104
Lenha	2
Gás natural	835
Óleo diesel	3
Total	8.760

Com base nos dados históricos do Balanço Energético Nacional Interativo (EPE, 2024) referentes ao período de 2011 a 2023, observa-se uma redução na geração hidráulica e o início da produção de energia a partir de gás natural. A Figura 7 destaca apenas os valores mais significativos, que correspondem à produção de energia hidráulica e à geração com gás natural, sendo ambos apresentados em conjunto com as demais fontes no total geral.

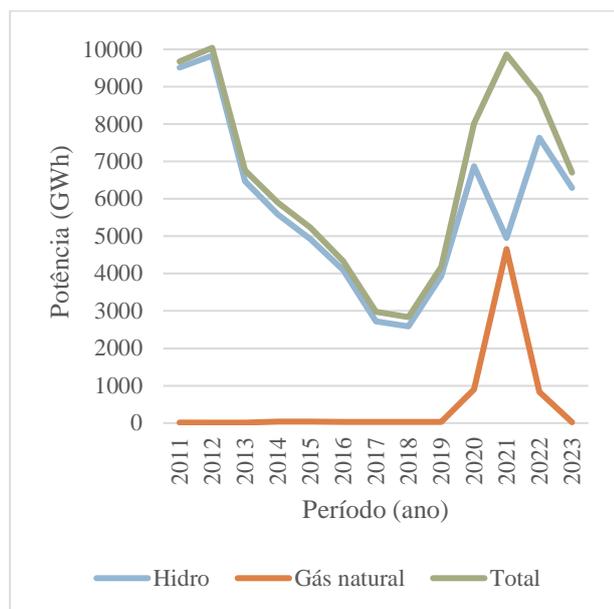


Figura 7 - Geração de eletricidade por fonte em Sergipe, 2011 a 2023 (EPE, 2024)

Assim é possível analisar essas duas fontes que causam o principal impacto tanto em Potência Instalada, quanto em Geração de Energia. Com relação ao pico de geração por gás natural, se deve ao início das operações da Termo Elétrica Porto Sergipe I.

Já a redução de produção por energia hidráulica se deu devido maior período contínuo de seca da bacia do São Francisco já registrado na região. Por causa desse fenômeno,

desde abril de 2013, o reservatório de Xingó operou com uma defluência mínima abaixo de 1300m³/s, utilizada em situação de normalidade, devido às chuvas e afluências abaixo da média na bacia do Velho Chico (ANA, 2024a).

A primeira autorização para a prática da vazão mínima defluente de 550 m³/s na barragem de Xingó foi dada pela ANA (Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico) por meio da Resolução ANA n° 1.291, de 17 de julho de 2017, e prorrogada pelas resoluções n° 1.943/2017, n° 30/2018, n° 51/2018, n° 90/2018 e n° 19/2019 – esta última autoriza a vazão mínima defluente até de abril de 2019 (ANA, 2024a).

Segundo o SAR (Sistema de Acompanhamento de Reservatórios) (ANA, 2024b) é possível verificar na Figura 8, os dados de operação dos reservatórios SIN, no nosso caso, os dados de Xingó, com o histórico de 01/01/2011 a 01/07/2024.

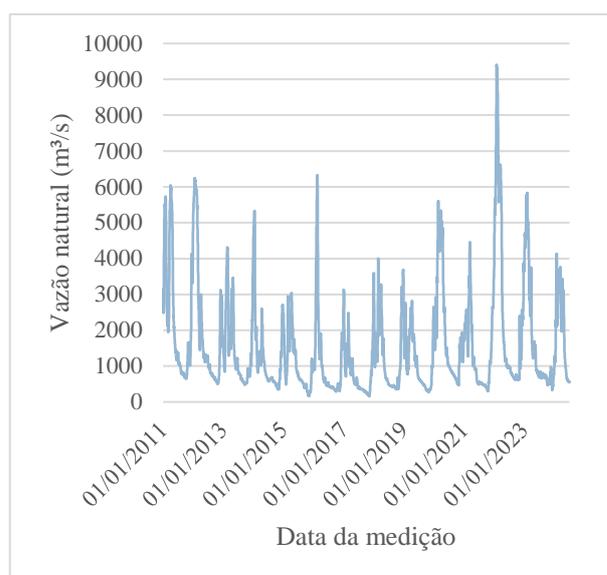


Figura 8 - Dados de operação reservatório Xingó (ANA, 2024b)

4.4 Projeções futuras para a matriz elétrica de Sergipe

A principal projeção de impacto na matriz elétrica de Sergipe é representada pela Usina Solar Fotovoltaica (UFV) Canindé de São Francisco, empreendimento da Enesf - Energias do São Francisco. Este complexo contará com quatro parques solares, os quais totalizarão uma capacidade instalada de 1.152 MW.

A conclusão de todo o complexo está prevista para o ano de 2030. Para sua

implementação, serão instaladas aproximadamente 2.280.000 placas solares em uma área de cerca de 3,2 mil hectares, exigindo um investimento superior a R\$ 5,8 bilhões.

A UFV será interligada ao Sistema Interligado Nacional (SIN) por meio de uma linha de transmissão de 500 kV, circuito simples, com aproximadamente 22,85 km de extensão, conectando a Subestação (SE) Coletora Canindé de São Francisco à Subestação Xingó 500 kV.

4.5 Desafios e oportunidades

A expansão da matriz elétrica em Sergipe oferece grandes oportunidades nas áreas de energia eólica e solar, devido ao vasto potencial do estado, especialmente em regiões interiores com alta incidência solar e condições favoráveis para parques eólicos. No entanto, o desenvolvimento dessas fontes enfrenta desafios, sobretudo na infraestrutura logística e de transmissão.

O principal obstáculo decorre da localização das áreas com maior potencial de geração, situadas em regiões interiores, onde a infraestrutura é insuficiente para grandes projetos energéticos. A ausência de redes de transmissão próximas e de infraestrutura logística adequada torna o custo de implantação elevado e momentaneamente inviável, destacando um dos maiores desafios para a expansão das energias renováveis no estado.

A questão da transmissão de energia é crucial. A falta de linhas de transmissão próximas às áreas de geração eleva os custos e a complexidade dos novos projetos. De acordo com Rolim *et al.* (2018), a expansão das energias renováveis no Brasil requer planejamento integrado entre geração e transmissão, para garantir que novas usinas sejam conectadas ao Sistema Interligado Nacional (SIN) de forma eficiente e econômica. Em Sergipe, isso é ainda mais importante, já que as regiões de maior potencial estão distantes dos centros consumidores e subestações.

Apesar desses desafios, há perspectivas promissoras. Com o aumento da demanda por energia, espera-se que os investimentos em infraestrutura acompanhem esse crescimento. A crescente necessidade energética no Brasil

impulsiona o desenvolvimento de novas tecnologias, que podem reduzir os custos de implantação e operação de usinas renováveis em regiões remotas (Silva; Périco, 2021). Políticas públicas e incentivos fiscais também têm viabilizado projetos em regiões com infraestrutura limitada (Valadão *et al.*, 2023).

O crescente interesse de investidores no setor de energias renováveis é outro fator positivo. Empresas nacionais e internacionais mostram interesse em expandir operações no Nordeste, atraídas pelas condições naturais favoráveis de estados como Sergipe. O suporte governamental e as melhorias planejadas nas redes de transmissão e infraestrutura logística indicam que, a longo prazo, esses projetos se tornarão mais viáveis.

Projetos como a Usina Solar Fotovoltaica Canindé de São Francisco e parques eólicos em Barra dos Coqueiros reforçam o compromisso do estado com o desenvolvimento sustentável e a transição para uma matriz energética mais limpa.

5 Conclusão

Os dados analisados apontam para uma dinâmica de expansão significativa, com a introdução de projetos relevantes como a Usina Solar Fotovoltaica Canindé de São Francisco, que promete aumentar expressivamente a capacidade de geração de energia no estado. Embora desafios relacionados à infraestrutura de transmissão e à localização geográfica dos empreendimentos existam, as oportunidades são amplas e promissoras, com o suporte governamental e o aumento da demanda energética impulsionando o desenvolvimento do setor.

Em termos de projeções futuras, Sergipe apresenta grande potencial para se tornar um importante polo de energia renovável no Brasil, contribuindo significativamente para a transição energética do país.

Agradecimentos

Agradeço ao Sergipe Parque Tecnológico (SergipeTec) e a SEDETEC (Secretaria de Estado do Desenvolvimento Econômico e da Ciência e Tecnologia de Sergipe) no apoio para o desenvolvimento desta pesquisa.

Referências

ANA - Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico. Reservatório de Xingó aumentará vazão liberada para média semanal de 800m³/s. Disponível em: <https://www.gov.br/ana/pt-br/assuntos/noticias-e-eventos/noticias/reservatorio-de-xingo-aumentara-vazao-liberada-para-media-semanal-de-800m3-s>. Acesso em: 23 ago. 2024a.

ANA - Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico. SAR - Sistema de Acompanhamento de Reservatórios. Disponível em: <https://www.ana.gov.br/sar0/Home>. Acesso em: 23 ago. 2024b.

ANEEL - Agência Nacional de Energia Elétrica. Leilões de Energia. Disponível em: <https://www.aneel.gov.br/leiloes>. Acesso em: 22 ago. 2023.

EPE - Empresa de Pesquisa Energética. BEN - Balanço Energético Nacional 2023: Ano base 2022 / Empresa de Pesquisa Energética. – Rio de Janeiro: EPE, 2023.

CCEE - Câmara de Comercialização de Energia Elétrica. **Energia Nova e Leilões**. Disponível em: <https://www.ccee.org.br/portaldacce/leiloes>. Acesso em: 22 ago. 2024.

ROLIM, Gabriel Dantas de Oliveira *et al.* Uma análise estatística com emprego de técnicas de regressão linear múltipla para a suavização da variabilidade da geração solar fotovoltaica em larga-escala conectada ao Sistema Interligado Nacional (SIN). In: **Anais Congresso Brasileiro de Energia Solar-CBENS**. 2018.

SANTOS, Priscila Emanuele de Lucena; ARAÚJO, Francisco José Costa. O desenvolvimento da energia eólica no Brasil: uma revisão bibliográfica. **Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação**, v. 9, n. 6, p. 2978-2989, 2023

EPE - Empresa de Pesquisa Energética. **Diferença entre Matriz Energética e Matriz Elétrica**. Disponível em: <https://www.epe.gov.br/pt/abcdenergia/matriz-energetica-e-eletrica>. Acesso em: 21 ago. 2024a.

EPE - Empresa de Pesquisa Energética. Balanço Energético Nacional. Disponível em: <https://www.epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/balanco-energetico-nacional-ben>. Acesso em: 21 ago. 2024b.

GODINHO, Emmanuel Zullo *et al.* Benefícios da energia solar associados a emissão de dióxido de carbono na matriz elétrica brasileira. **Revista Tecnologia e Sociedade**, v. 19, n. 58, p. 246-258, 2023.

MME - Ministério de Minas e Energia. **Matrizes Energéticas Estaduais**. Disponível em: <https://www.gov.br/mme/pt-br/assuntos/secretarias/sntep/publicacoes/matrizes-energeticas-estaduais>. Acesso em: 23 ago. 2024.

SANTOS, Diego Resende *et al.* Desafios e soluções para o armazenamento de energia renovável. **Brazilian Journal of Production Engineering**, v. 9, n. 4, p. 76-88, 2023.

SILVA, Gabriel Malta Campos Dotta e; PÉRICO, Ana Elisa. Eficiência e sustentabilidade: uma análise econômica, social, ambiental e sustentável das usinas paulistas de cana-de-açúcar. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 60, n. 3, e238512, 2021.

VALADÃO, Marcos Aurélio Pereira *et al.* Panorama da adoção de incentivos fiscais para promover desenvolvimento de setores econômicos com foco na inovação: uma revisão da literatura internacional especializada. **P2P e Inovação**, v. 9, p. 111-126, 2023.