



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE CIÊNCIAS JURÍDICAS E SOCIAIS
UNIDADE ACADÊMICA DE CIÊNCIAS CONTÁBEIS
CURSO DE ADMINISTRAÇÃO**

WILTON FLORÊNCIO DA SILVA JÚNIOR

**MERCADO DE ENERGIA RENOVÁVEL NA PARAÍBA:
Um estudo da energia fotovoltaica**

**SOUSA - PB
2024**

WILTON FLORÊNCIO DA SILVA JÚNIOR

MERCADO DE ENERGIA RENOVÁVEL NA PARAÍBA:

Um Estudo da energia fotovoltaica

Trabalho de Conclusão apresentado ao Curso de Administração da Unidade Acadêmica de Ciências Contábeis do Centro de Ciências Jurídicas e Sociais, da UFCG, com requisito para conclusão do curso de Administração.

Orientador: Prof. Dr. Vorster Queiroga Alves.

SOUSA-PB

2024

S586m Silva Júnior, Wilton Florêncio da.

Mercado de energia renovável na Paraíba: um estudo da energia fotovoltaica. / Wilton Florêncio da Silva Júnior. Sousa, 2024.

31 fls. : il. Col.

Artigo (Bacharelado em Administração) – Centro de Ciências Jurídicas e Sociais, Universidade Federal de Campina Grande, 2024.

Orientador: Prof. Dr. Vorster. Queiroga Alves.

1. Energia renovável. 2. Matriz elétrica brasileira. 3. Energia fotovoltaica.
4. Energia eólica. 5. Paraíba. I. Título.

Biblioteca Setorial CCJS - UFCG

CDU 620.92(813.3)(043.1)



Universidade Federal
de Campina Grande



CENTRO DE CIÊNCIAS JURÍDICAS E SOCIAIS



UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE - UFCG
CENTRO DE CIÊNCIAS JURÍDICAS E SOCIAIS - CCJS
UNIDADE ACADÊMICA DE CIÊNCIAS CONTÁBEIS - UACC
CURSO DE ADMINISTRAÇÃO
COMISSÃO DO TRABALHO DE CURSO

ATA DE DEFESA DO TRABALHO DE CONCLUSÃO

As **15:00** horas do dia **15/outubro/2024**, compareceu o(a) aluno(a) **Wilton Florêncio da Silva Júnior** para defesa pública do Trabalho de Conclusão em forma de **Artigo**, intitulado **MERCADO DE ENERGIA RENOVÁVEL NA PARAÍBA: Um Estudo Comparativo** – requisito obrigatório para a obtenção do título de bacharel em Administração. Constituíram a banca examinadora os(as) professores(as) **Vorster Queiroga Alves** (orientador(a)), **Flávio Lemenhe** (avaliador(a)) e **Marconi Araújo Rodrigues** (avaliador(a)). Após a exposição oral, o(a) candidato(a) foi arguido(a) pelos componentes da banca que, após reunião em caráter reservado, decidiram **aprovar** a produção acadêmica. Para constar, lavrei a presente ata assinada por membro da Comissão de TC, do Curso de Administração da UACC/CCJS/UFCG.

Sousa-PB, **15/outubro/2024**.

Flávio Lemenhe

Mat. SIAPE 1612419

Membro da Comissão de TC do Curso de Administração
(UACC/CCJS/UFCG)

AGRADECIMENTOS

A conclusão deste Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) não seria possível sem o apoio e a colaboração de diversas pessoas, às quais sou profundamente grato.

Primeiramente, agradeço a Deus por me dar forças e sabedoria para enfrentar todos os desafios ao longo desta jornada acadêmica.

À minha esposa, Mariana Sarmiento Martins, minha companheira e fonte inesgotável de amor e inspiração. Sua paciência, compreensão e apoio incondicional foram essenciais para a realização deste trabalho. Você esteve ao meu lado nos momentos mais difíceis e celebrou comigo cada pequena conquista. Este trabalho é tanto seu quanto meu, pois sem você, nada disso seria possível.

À minha mãe, Marinalva da Silva, e meus irmãos, Aésykah Wanderleya Florêncio da silva e Wênio Vitor Florêncio da silva, pelo amor, suporte incondicional e por acreditarem em mim em todos os momentos. Sua paciência, encorajamento e apoio emocional foram fundamentais para que eu pudesse chegar até aqui.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Vorster Queiroga Alves, pela orientação precisa, paciência e dedicação. Seus conselhos, sugestões e críticas construtivas foram essenciais para o desenvolvimento deste trabalho.

Aos professores do curso de Administração, por compartilharem seu conhecimento e experiência, contribuindo significativamente para minha formação acadêmica e profissional.

Por fim, agradeço a todos que, de alguma forma, contribuíram para a realização deste trabalho. A cada um de vocês, o meu mais sincero muito obrigado.

RESUMO

A Paraíba tem se destacado no cenário nacional como um estado com grande potencial para a geração de energia renovável, em especial a fotovoltaica. A abundância de recursos naturais, como a intensa incidência de raios solares, aliada a políticas públicas incentivando a produção de energia limpa, têm impulsionado o setor. Este trabalho tem como objetivo descrever a produção e a distribuição de energia fotovoltaica no interior do estado da Paraíba, identificando os principais fatores que influenciam esse processo e os desafios a serem superados para o desenvolvimento deste recurso de maneira ainda mais sustentável. Para tanto, foi realizado um estudo de natureza aplicada, de caráter descritivo-explicativo, de cunho quantitativo, cujos dados investigados foram obtidos por meio dos procedimentos técnicos bibliográfico e documental; o método executado foi o indutivo. A partir de um estudo comparativo, que envolveu a coleta e análise de dados junto a Agência Nacional de Energia Elétrica e a Concessionária responsável pela distribuição no estado da Paraíba, foi possível verificar a crescente participação de fontes renováveis na matriz elétrica brasileira, como destaque para a geração de energia eólica e fotovoltaica, sendo esta última a de maior predominância e impacto no estado da Paraíba. Além do potencial solar, a integração da geração distribuída, o desenvolvimento econômico e social também se destaca neste cenário considerado positivo. Foi possível, ainda, identificar alguns desafios a serem enfrentados, entre os quais a necessidade de investimentos em infraestrutura, a regulamentação do setor e a qualificação da mão-de-obra.

Palavras-chave: Matriz elétrica. Energia renovável. Energia solar. Distribuição.

ABSTRACT

Paraíba has stood out on the national scene as a state with great potential for generating renewable energy, especially photovoltaic energy. The abundance of natural resources, such as intense sunshine, combined with public policies encouraging the production of clean energy, have boosted the sector. This work aims to analyze the production and distribution of photovoltaic energy in the interior of the state of Paraíba, seeking to identify the main factors influencing this process and the challenges to be overcome in order to develop this resource in an even more sustainable way. To this end, an applied, descriptive-explanatory, quantitative study was carried out. The data investigated was obtained through bibliographic and documentary technical procedures; the method used was the inductive one. Based on a comparative study, which involved collecting and analyzing data from the National Electricity Agency and the concessionaire responsible for distribution in the state of Paraíba, it was possible to verify the growing participation of renewable sources in the Brazilian electricity matrix, with emphasis on wind and photovoltaic energy generation, the latter being the most prevalent and impactful in the state of Paraíba. In addition to the solar potential, the integration of distributed generation, economic and social development also stand out in this positive scenario. It was also possible to identify some challenges to be faced, including the need for investment in infrastructure, regulation of the sector and the qualification of the workforce.

Keywords: Electricity matrix. Renewable energy. Solar energy. Distribution.

1 INTRODUÇÃO

Atualmente o setor de distribuição de energia está se tornando competitivo, pois, com o Projeto de Lei (PL) n. 414/2021 os consumidores atendidos pelas distribuidoras poderão contratar energia de outros fornecedores e até mesmo com preços melhores, através de contratos bilaterais. Com essa nova flexibilização, muitas empresas começam a adentrar nesse mercado para concorrer com as distribuidoras, como foi o caso da Heineken que já está comercializando energia renovável que provém de sua produção (Heineken, 2021), sem falar na crescente no número de residências que hoje podem gerar sua própria energia.

No primeiro trimestre de 2023 houve um crescimento de mais de 14% em relação ao mesmo período no ano de 2022, hoje no Brasil são estimados cerca de 1.890.095 sistemas fotovoltaicos ligados à rede, o que deu ao Brasil a 8º posição no ranking mundial de geração de energia solar (NIAN, 2023). Energias renováveis como eólica cuja participação nacional atualmente é de 13,2%, onde ocupa a 6º posição no ranking mundial (Gandra, 2023). Já as usinas de gás natural, que atualmente correspondem a 13,3%, conforme a Empresa de Pesquisa Energética (EPE), também tem crescido consideravelmente no mercado de energia nos últimos anos (EPE, 2021).

Segundo Kotler e Keller (2012, p. 36), “o valor entregue ao cliente é a diferença entre os benefícios percebidos e os custos esperados, pois quanto maior essa diferença, maior tende a ser o valor percebido pelo cliente, o que pode influenciar sua decisão de compra e sua satisfação com o produto ou serviço adquirido”. Nesse sentido, as empresas que desejam criar valor para os clientes devem buscar maneiras de aumentar os benefícios percebidos e reduzir os custos esperados pelos clientes. Uma forma eficaz de alcançar isso é através da personalização da oferta, adaptando produtos e serviços às necessidades e preferências individuais de cada cliente.

Conquistar clientes é fundamental em setores altamente competitivos como o de distribuição de energia. Isso se torna ainda mais significativo com a possibilidade de os clientes comprarem energia de outras distribuidoras, devido ao PL n. 414/2021 em discussão, que modifica as regras do setor elétrico e amplia o acesso ao mercado livre de energia elétrica para todos os consumidores brasileiros, inclusive os residenciais. A fidelização e a oferta de serviços diferenciados se tornam estratégias essenciais para as empresas que desejam manter sua base de clientes e assegurar sua competitividade no mercado.

Neste artigo, são discutidas características utilizadas para o mercado de energia renovável na Paraíba, por meio de um estudo comparativo, com o intuito de criar uma relação duradoura com os clientes, que segundo Silva (2020), se baseiam em estimular a interação de seus clientes com sua empresa ou marca, coletar informações dessas interações, qualidade de

serviço prestado, fornecer programas de energias renováveis ou promoções e enviar pesquisas de satisfação, com o intuito de obter *feedbacks*.

O setor de energia elétrica passa por grandes mudanças e enfrenta desafios, pois, a transição para fontes de energia menos poluentes (renováveis), como por exemplo, a energia eólica e a solar, que está em constante crescimento atualmente, sendo impulsionadas pelas mudanças climáticas e a conscientização em relação a geração e os impactos ambientais. Essa realidade é impulsionada pela Agência Nacional de Energia Elétrica (Aneel), que por meio da normativa onde dispõe da Resolução n. 1.059, de 7 de fevereiro de 2023 (Brasil, 2023), estabelece incentivos à geração de energia elétrica e as condições gerais para o acesso de microgeração e minigeração distribuídas aos sistemas de distribuição de energia elétrica e o sistema de compensação de energia elétrica.

Ocorrendo uma mudança que em relação a distribuição de energia, passará a ser um mercado livre de compra energética, o que antes era apenas para grandes indústrias, agora também envolve os consumidores de baixa tensão, que terão um amplo catálogo de serviços a sua disposição, obrigando as empresas de fornecimento de energia a se adequar e buscarem meios de manter seus consumidores. Antes, as distribuidoras de energia tinham um monopólio sobre os consumidores de baixa tensão, mas agora terão que competir em um mercado aberto. Isso implica em oferecer não apenas energia elétrica, mas também serviços adicionais, como monitoramento de consumo, eficiência energética, energia renovável e atendimento ao cliente mais eficiente e personalizado (Bulhões, 2023).

Com essa abertura do mercado, os consumidores terão mais poder de escolha, optando pelo fornecedor que oferecer melhores serviços e preços mais competitivos. Isso cria um ambiente de competição saudável, onde as empresas terão que inovar e melhorar constantemente para atrair e manter clientes satisfeitos. A necessidade de as empresas encontrarem estratégias eficazes para conquistar a preferência dos consumidores e mantê-los engajados em um cenário em que existem diversas opções disponíveis. A fidelização de clientes é crucial para garantir a sustentabilidade e o crescimento das empresas no setor de energia (Silva, 2023). Diante o exposto realiza-se o seguinte questionamento: **De que forma ocorre a produção e distribuição de energia renovável (fotovoltaica) no interior do Estado da Paraíba?**

Com o intuito de responder o questionamento da pesquisa e para compreender a produção de energia fotovoltaica, foi estabelecido como objetivo geral **analisar a produção e distribuição de energia renovável (fotovoltaica) no interior do Estado da Paraíba**. Logo, para auxiliar a condução do estudo, foram elencados os seguintes objetivos específicos: Identificar os principais concorrentes do mercado de energia renovável na Paraíba; destacar os principais fatores que influenciam o mercado de energia renovável na Paraíba;

A distribuição de energia elétrica desempenha um papel fundamental na modernidade. É essencial para fornecer energia a residências, empresas e infraestruturas, garantindo o funcionamento de um vasto conjunto de atividades diárias. Nos últimos anos, entretanto, o setor de energia passou por mudanças significativas. Uma das mudanças mais impactantes é que os consumidores podem encomendar energia a outros fornecedores, algo que estava limitado às grandes indústrias. A matriz energética brasileira é predominantemente renovável e a fonte solar corresponde a 1,66% da oferta interna de energia elétrica, enquanto mais de 60% são provenientes de usinas hidrelétricas (UHE). Essa dependência da fonte hidráulica impõe um risco hidrológico ao sistema, onde em períodos de seca, devido à baixa geração, pode ocorrer o aumento do preço da energia e até ao racionamento e interrupção no fornecimento (EPE, 2021).

Os avanços na tecnologia e a crescente consciência ambiental impulsionaram a adoção de fontes de energia mais limpas e sustentáveis, como a solar, a eólica e a biomassa. Esse crescimento das energias renováveis não só diversifica a matriz energética, reduzindo a dependência de fontes não renováveis, mas também contribui para a mitigação das mudanças climáticas. Este movimento, impulsionado por políticas de liberalização do mercado, proporciona aos consumidores mais escolha e promove uma concorrência saudável entre os fornecedores de energia. Além disso, é nítido o crescimento significativo no mercado de energia renovável (Xavier, 2023).

Diante dessas transformações, é relevante compreender e aprimorar as diversas formas de energia disponíveis para o consumidor. Isso envolve entender as vantagens e desafios das energias renováveis, bem como explorar maneiras de tornar o sistema de distribuição mais eficiente e sustentável. Além disso, é necessário promover a educação e conscientização dos consumidores sobre as opções disponíveis, para que possam tomar decisões informadas em relação ao seu consumo de energia e de maneira que não degradem o meio ambiente. Em suma, o setor de distribuição de energia está passando por uma fase de mudanças significativas, e é fundamental adaptar-se a essas transformações para garantir um futuro energético mais sustentável e eficiente (Almeida; Almeida, 2022).

Até o ano de 2029 o Brasil irá mudar totalmente sua matriz energética, com essa mudança haverá uma diminuição da geração de energia através de hidroelétricas, essa redução será de 58% para 42%, junto dessa redução haverá um aumento na geração de energia de fontes renováveis como por exemplo a energia solar que poderá quadruplicar sua participação nesse mercado. Essas informações vêm do plano decenal de expansão de energia 2019/2029 que foi divulgado pelo Ministério de Minas e Energia (MME). Prevê-se o aumento na demanda do país e junto uma grande necessidade de investimento para suprir o crescimento. Segundo o estudo o setor precisará de R\$2,34 trilhões de investimento até 2029 (Correio, 2022)

O Brasil possui uma matriz energética diversificada, sendo que as hidrelétricas têm sido historicamente a principal fonte de geração de energia do país. A abundância de recursos hídricos permitiu a construção de grandes usinas, como Itaipu e Belo Monte. No entanto, a dependência das hidrelétricas também expõe o país a riscos relacionados à disponibilidade de água, mudanças climáticas e impactos ambientais (Goldemberg; Lucon, 2007).

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 SETOR ELÉTRICO BRASILEIRO

O setor elétrico brasileiro passou por uma série de mudanças e discussões recentes, incluindo o PL n. 414/2021, tendo como objetivo reformar o modelo regulatório do setor elétrico no Brasil, visando promover maior concorrência redução de tarifas, atrações de investimento e modernização do setor (ENGIE, 2022). Este segmento desempenha um papel fundamental na economia e no desenvolvimento do país, sendo responsável pela geração, transmissão e distribuição de energia elétrica para suprir as demandas dos setores residencial, comercial, industrial e de serviços públicos (Montoya *et al.*, 2013).

As mudanças climáticas também afetam diretamente o fornecimento de serviços de energia, via alterações na disponibilidade e confiabilidade de fontes renováveis, como água (chuva) para hidrelétricas, vento para energia eólica e irradiação solar para painéis ou concentradores solares. O clima ameaça ainda a infraestrutura e instalações de exploração, extração e conversão de energia, por exemplo, plataformas de óleo e gás offshore, refinarias em áreas costeiras, etc. Ademais, o clima altera a eficiência dos dispositivos de conversão energética (painéis fotovoltaicos, motores de combustão interna, usinas termelétricas e assim por diante) (Schaeffer; Szklo, 2023, *online*).

A transição energética no Brasil envolve a redução da dependência de fontes não renováveis e o aumento da participação de fontes limpas e sustentáveis na matriz energética, isso impulsionado por preocupações ambientais, metas de redução de emissões, avanços tecnológicos e oportunidades econômicas. O país possui potencial para a transição devido a recursos naturais abundantes. A diversificação da matriz inclui o crescimento da energia eólica, solar e biomassa, ocorrendo a adoção de biocombustíveis e a expansão da mobilidade elétrica. Desafios incluem integração na rede elétrica e modernização da infraestrutura. A transição requer políticas, marcos regulatórios, incentivos e investimentos. É um processo contínuo que busca sustentabilidade, segurança energética e redução de emissões (EPE, 2021).

2.2 TRANSFORMAÇÃO DE ENERGIA SOLAR EM ENERGIA ELÉTRICA

A transformação de energia solar em energia elétrica é um processo que envolve a conversão da luz solar (energia radiante) em eletricidade, geralmente por meio de painéis solares fotovoltaicos ou sistemas de energia solar concentrada. A energia solar fotovoltaica, objeto deste estudo, é a tecnologia mais comum para converter a luz do sol diretamente em eletricidade. Este processo envolve o uso de células fotovoltaicas (ou células solares), que são feitas de materiais semicondutores, como o silício. Quando os fótons da luz solar atingem essas células, eles excitam os elétrons, fazendo com que esses elétrons se movimentem, gerando uma corrente elétrica (Oliveira *et al.*, 2022).

A geração solar por células fotoelétricas só é possível devido ao efeito fotovoltaico, que consiste na produção de corrente elétrica a partir da exposição de um material semicondutor à radiação emitida pelo sol. A conversão da energia ocorre em células fotovoltaicas, que agrupadas formam um painel solar. Um sistema fotovoltaico utiliza diversos painéis em conjunto e gera eletricidade de maneira intermitente, variando de acordo com a incidência solar e condições climáticas (Brito; Silva, 2006 apud. Ferreira; Hidalgo, 2022, p. 2).

Para essa transformação acontecer é necessário painéis solares (células fotovoltaicas) que são compostos por células fotovoltaicas, geralmente feitas de silício. Quando a luz solar incide sobre essas células, os fótons da luz são absorvidos pelos elétrons no material semicondutor, causando a liberação de elétrons. Gerando corrente elétrica, fenômeno chamado de fotogeração. As células fotovoltaicas são conectadas em série para aumentar a voltagem e em paralelo para aumentar a corrente, formando assim os painéis solares. Essa energia elétrica gerada pode ser utilizada para alimentar diversos equipamentos, desde pequenas residências até grandes indústrias, contribuindo para a redução do consumo de energia proveniente de fontes não renováveis e diminuindo a emissão de gases do efeito estufa (Carvalho, 2023).

Com destino a ser utilizadas em casas e sistemas é essencial que a corrente contínua (DC) gerada pelos painéis solares precise ser convertida em corrente alternada (AC). Isso é feito através de inversores solares, convertendo energia de DC para AC. A energia elétrica pode então ser utilizada diretamente para alimentar dispositivos elétricos em sua casa ou empresa. Alternativamente, pode ser armazenada em baterias para uso diante a noite ou em dias nublados, quando não há luz solar suficiente para gerar eletricidade. Além disso, o excedente de energia gerada pode ser injetado na rede elétrica, permitindo que o consumidor venda essa energia para a distribuidora e obtenha créditos para consumo futuro, em um sistema conhecido como geração distribuída (Carvalho, 2023).

2.3 EVOLUÇÃO DA ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA

A trajetória da energia solar fotovoltaica iniciou-se em aplicações espaciais. No entanto, foi a crise energética da década de 1970 que impulsionou sua adoção em larga escala em ambientes terrestres. A partir desse marco, o desenvolvimento tecnológico acelerado, marcado pela crescente eficiência das células solares e pela redução dos custos dos sistemas fotovoltaicos, tornou essa fonte de energia cada vez mais competitiva e atrativa. Atualmente, a energia solar fotovoltaica enfrenta novos desafios, como a intermitência e a necessidade de armazenamento de energia, mas as perspectivas para o futuro são promissoras, com a contínua evolução da tecnologia e o apoio de políticas públicas favoráveis (Fadigas, 2004).

A energia solar fotovoltaica está em ascensão mundial. Segundo a Agência Internacional de Energia Renovável (IRENA), a capacidade instalada global pode aumentar quase seis vezes até 2030. O Brasil, embora ocupe a 16ª posição mundial, tem demonstrado um crescimento expressivo nos últimos anos, conforme dados da Associação Brasileira de Energia Solar (ABSOLAR). Entre 2000 e 2018, a potência instalada global saltou de 1 Gigawatt (GW) para 480 GW, e a tendência é de contínuo crescimento. Esse crescimento é impulsionado pela busca por fontes de energia limpa e renovável, além dos avanços tecnológicos que tornam a energia solar cada vez mais competitiva no mercado (Greener, 2023).

A expansão da energia solar fotovoltaica tem se beneficiado da crescente conscientização sobre os impactos ambientais das fontes de energia convencionais, como os combustíveis fósseis. A redução das emissões de gases de efeito estufa e a diminuição da dependência de fontes não renováveis são fatores que têm estimulado governos e empresas a investir em tecnologias solares (Barcellos, 2023). Países como Alemanha, China e Estados Unidos são líderes no desenvolvimento e implantação de grandes parques solares, enquanto nações em desenvolvimento, como o Brasil, estão aproveitando o potencial solar de suas vastas áreas para diversificar suas matrizes energéticas (Casarin, 2024).

Outro fator relevante, conforme destacado por Barcellos (2023), é a integração de soluções inovadoras, como sistemas de armazenamento de energia e tecnologias de redes inteligentes, que visam mitigar o desafio da intermitência. Para os autores, baterias de íon-lítio e outras tecnologias de armazenamento estão evoluindo para permitir que a energia solar seja utilizada mesmo quando o sol não está brilhando, aumentando sua confiabilidade. Além disso, como visto em Borges (2023), os projetos de micro e minigeração distribuída estão democratizando o acesso à energia solar, permitindo que residências, comércios e pequenas indústrias gerem sua própria eletricidade, reduzindo custos e contribuindo para uma transição energética mais sustentável.

2.4 SETOR FOTOVOLTAICO NA PARAÍBA

Ambientes tropicais, como os do Nordeste brasileiro, são caracterizados por alta insolação e temperaturas elevadas. A região Nordeste apresenta os melhores índices de radiação solar do país, com uma média anual de 5,52 kWh/m²/dia no plano inclinado. Essa característica, aliada à baixa variabilidade sazonal, torna o Nordeste ideal para a geração de energia solar fotovoltaica. O Estado da Paraíba, localizado no cinturão solar, destaca-se por seus elevados índices de radiação, o que o posiciona como um dos principais polos para a produção de energia solar no Brasil (Francisco *et al.*, 2023). Esse potencial gerador, apesar de recém explorado, conta com registros históricos que contempla sua capacidade de crescimento pautado pela inovação. Pereira (2024), descreveu que:

A história da energia solar na Paraíba tem suas raízes na década de 1950, quando professores da Escola Politécnica de Campina Grande começaram a explorar o potencial dessa fonte energética. Em 1955, figuras como Julio Goldfarb e Cleantho da Câmara Torres deram os primeiros passos em um campo que ainda era pouco conhecido. Esses pioneiros sonhavam em estabelecer um laboratório de energia solar em Campina Grande, mas a iniciativa inicial não prosperou. No entanto, a dedicação de Cleantho da Câmara Torres continuou. Como coordenador do Centro de Tecnologia da Universidade Federal da Paraíba (UFPB), ele formou um grupo de professores focados no estudo de tecnologias solares. Esse esforço coincidiu com a crise do petróleo nos anos 70, que catalisou a busca por fontes alternativas de energia. Em 1973, com apoio do Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico (BNDE), foi inaugurado o Laboratório de Energia Solar (LES) na UFPB, marcando um divisor de águas para a pesquisa em energia solar no Brasil (Pereira, 2024, *online*).

O alto potencial de irradiância solar na Paraíba torna o estado um local estratégico para investimentos na conversão de energia solar em fotovoltaica, bem como na absorção de mão de obra qualificada e na geração de empregos. Os sistemas fotovoltaicos na Paraíba apresentam grande capacidade de expansão e podem contribuir para o desenvolvimento sustentável, uma vez que geram emprego e renda tanto por meio da geração centralizada quanto da descentralizada, que opera de forma independente da energia elétrica fornecida pelas concessionárias (Silva Júnior, 2022).

Neste sentido, a energia solar na Paraíba vai além de ser uma solução energética, tornando-se um impulsionador do desenvolvimento sustentável. Conforme evidenciado por Pereira (2024), com investimentos constantes, incentivos governamentais e ações do setor privado, o estado se destaca como um centro de inovação em energias renováveis no Nordeste. A união entre progresso tecnológico, apoio financeiro e uma crescente consciência ambiental coloca a Paraíba em posição de liderança no setor, preparada para enfrentar os desafios energéticos do futuro com soluções limpas e eficientes.

3 METODOLOGIA

Marconi e Lakatos (2017) enfatizam a importância da metodologia em uma pesquisa. Segundo as autoras, a metodologia detalha o passo a passo da investigação, desde os métodos e técnicas empregados até a análise dos dados. Essa descrição precisa justificar as escolhas metodológicas, demonstrando sua adequação para responder às perguntas de pesquisa. Uma metodologia bem estruturada garante a transparência e a credibilidade da pesquisa, permitindo a replicação por outros pesquisadores. Gil (2019) complementa que, o planejamento metodológico é fundamental para a eficiência, a coerência e a qualidade da pesquisa, sendo o alicerce para a construção do conhecimento científico e o avanço da área de estudo.

De modo a compreender as particularidades do setor de energia renovável na Paraíba foi desenvolvido um estudo de natureza aplicada, de caráter descritivo-explicativo, cujos dados investigados foram obtidos por meio dos procedimentos técnicos bibliográfico e documental. No que diz respeito a abordagem do problema, foi desenvolvido um estudo quantitativo, para o alcance dos objetivos propostos.

O método utilizado foi o indutivo, que está relacionada a uma abordagem de raciocínio onde se baseia na observação de casos específicos para chegar a conclusões gerais, sendo essa uma abordagem frequentemente utilizada em ciências empíricas e investigações, para desenvolver teorias ou hipóteses. O método indutivo tem como ponto de partida a observação para, daí, elaborar uma teoria. Sendo assim, ele é muito utilizado nas ciências no qual parte de premissas verdadeiras para chegar em conclusões que podem ou não serem verdadeiras. Nesse sentido, a indução acrescenta informações novas nas premissas que foram dadas anteriormente (Gil, 2019).

A pesquisa aplicada, conforme descrito por Prodanov e Freitas (2019, p. 51), “objetiva gerar conhecimentos para aplicação prática dirigidos à solução de problemas específicos. Envolve verdades e interesses locais”. Segundo os autores, a pesquisa aplicada se distingue por seu caráter prático e objetivo, buscando solucionar problemas e desafios do mundo real. Ao contrário da pesquisa básica, que se dedica à construção de teorias e conhecimentos fundamentais, a pesquisa aplicada utiliza esses conhecimentos para desenvolver soluções concretas e aplicáveis a um contexto específico (Prodanov; Freitas, 2019).

No que concerne aos objetivos, foram combinados os fundamentos das pesquisas descritiva e explicativa, de modo a, respectivamente, “efetuar a descrição de processos, mecanismos e relacionamentos existentes na realidade do fenômeno estudado” e “determinar, por meio do confronto de variáveis, os fatores ou causas que determinam ou influenciam a manifestação de determinados fenômenos” (Silva, 2014, p. 22). O estudo descritivo-explicativo combina as características de ambas as abordagens, buscando não apenas descrever um

fenômeno, mas também aprofundar a compreensão sobre suas causas e consequências. pesquisa descritivo-explicativa contribui tanto para a construção de conhecimento sobre um tema específico quanto para o desenvolvimento de teorias mais abrangentes (Gil, 2019).

Com o objetivo de coletar informações relevantes para a realização deste estudo foram executadas as pesquisas documental e bibliográfica, classificadas como técnicas de pesquisa de documentação indireta. A técnica de pesquisa documental se caracteriza pela utilização exclusiva de documentos como fonte de dados, sejam eles escritos ou não, produzidos no momento da ocorrência do fato ou posteriormente; podem ser arquivos públicos ou particulares, ou fontes estatísticas. Já a pesquisa bibliográfica engloba a análise de todo material já publicado sobre um determinado tema, como livros, artigos, teses, documentos históricos, registros audiovisuais e outros, tendo como objetivo fornecer ao pesquisador um panorama completo do conhecimento existente sobre o assunto, permitindo a construção de um referencial teórico sólido (Marconi; Lakatos, 2017).

Do ponto de vista da abordagem do problema, a pesquisa quantitativa, conforme descrita por Casarin e Casarin (2012), tem o foco principal em quantificar ou medir uma ou mais variáveis estudadas. Para isso, utiliza uma metodologia que envolve intensamente modelos matemáticos e dados estatísticos, recorrendo à amostragem sempre que possível. Esse tipo de pesquisa visa, entre outras coisas, avaliar o comportamento de uma variável ao analisar a frequência com que ela ocorre. Com base na análise dos resultados, busca fornecer explicações ou soluções que elucidem o fenômeno observado.

O universo deste artigo consiste na população-alvo que abordada pela pesquisa. A amostra, por sua vez, representa uma parte selecionada dessa população que será efetivamente estudada. No contexto do artigo, o universo pode ser definido como o grupo de indivíduos, organizações ou elementos que possuem as características relevantes para o estudo (Vergara, 2015). O universo em questão são as empresas fornecedoras de energia elétrica no Brasil que desenvolvem ações de tipos de energias renováveis. Essas empresas operam no setor de energia elétrica e têm como objetivo fornecer eletricidade para residências, empresas e outros consumidores no país, através de um método mais ambientalmente saudável.

A amostra é uma porção representativa do universo, selecionada de acordo com critérios pré-definidos, dessa forma, considerando a pesquisa como sendo documental, realizada com base em relatórios e informações de acesso livre nos sites oficiais da Energisa e da Aneel, no período de dez anos. O instrumento de coleta de dados utilizado neste artigo consiste em relatórios disponíveis, com informações sobre a geração e distribuição de energia no estado da Paraíba, disponibilizados pela distribuidora de energia regente na Paraíba, a Energisa-PB, incluindo aqueles constantes em seu relatório socioambiental disponível no site oficial da

empresa (com livre acesso), foram coletadas informações/dados no site da Aneel, por meio dos relatórios setoriais, com pesquisa realizada nos meses de agosto a setembro de 2024.

As informações coletadas nos sites da Aneel e Energisa possibilitaram a compreensão de um contexto de geração e distribuição da energia solar no Estado da Paraíba. Os dados obtidos são demonstrados neste estudo na forma de tabela, gráficos e figuras, possibilitando uma melhor compreensão e análise dos resultados encontrados. O tratamento dos dados quantitativos do artigo envolve técnicas da análise estatística descritiva simples, incluindo tabulação e cálculo de medidas. Os resultados são apresentados de forma clara e interpretados em relação às questões de pesquisa.

4 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

4.1 MATRIZ ELÉTRICA BRASILEIRA, NORDESTINA E PARAIBANA

Rotineiramente ocorre uma confusão entre o que é a matriz energética e a matriz elétrica, mesmo possuindo diferenças importantes. A matriz energética abrange todas as fontes de energia utilizadas para diversas finalidades, como mover veículos, cozinhar alimentos e gerar eletricidade. Já a matriz elétrica refere-se especificamente ao conjunto de fontes utilizadas para a produção de energia elétrica. Logo, compreende que a matriz elétrica é um componente da matriz energética (EPE, 2021).

Com uma extensão territorial de 8.514.876 Km², o Brasil é considerado como um país de dimensão continental. Atualmente, 23.773 empreendimentos com potencial elétrico outorgado se encontram em operação no território brasileiro; outros 3.681 já receberam outorga, sendo que deste, 303 estão em fase de construção e 3.378 com construção não iniciada. A tabela 1 a seguir ilustra essa evidência, um cenário importante para a matriz energética nacional.

Tabela 1. Matriz elétrica por fase de construção (em unidades).

Tipo	Em operação	Em construção	Construção não iniciada
CGH	682	4	-
EOL	1.077	83	511
PCH	428	31	60
UFV	18.346	141	2.767
UHE	214	1	5
UTE	3.024	42	35
UTN	2	1	-
Total	23.773	303	3.378

Legenda: CGH: Central Geradora Hidrelétrica; EOL: Central Geradora Eólica; PCH: Pequena Central Hidrelétrica; UFV: Central Geradora Solar Fotovoltaica; UHE: Usina Hidrelétrica; UTE: Usina Termoelétrica; UTN: Usina Termonuclear;
Fonte: Aneel (2024). **Dados coletados em:** 31/08/2024.

A partir dos dados apresentados na tabela 1, foi possível verificar a capacidade de expansão do potencial da matriz elétrica brasileira, tendo em vista que o total de empreendimentos em construção ou com construção não iniciada (3.681) corresponde a 15,5% em relação ao total de empreendimentos em operação no momento (23.773). Em número absoluto, as unidades com potencial outorgado e que ainda não estão em operação correspondem a 44,2% do total da matriz elétrica nacional em potencial, isto é, 27.454 empreendimentos.

No que diz respeito da sua capacidade produtiva, é possível verificar o potencial outorgado e fiscalizado a partir de diferentes cenários. Na tabela 2, é demonstrado um comparativo do potencial elétrico brasileiro, outorgado e fiscalizado, em Megawatts (MW) no ano de 2024, em relação a região Nordeste e ao estado da Paraíba. Esse levantamento evidencia a importância estratégica da região Nordeste no cenário energético nacional, com destaque para a crescente participação da Paraíba, que apresenta um aumento significativo na geração de energia renovável, sobretudo em fontes como eólica e solar.

Tabela 2. Matriz elétrica brasileira (em MW).

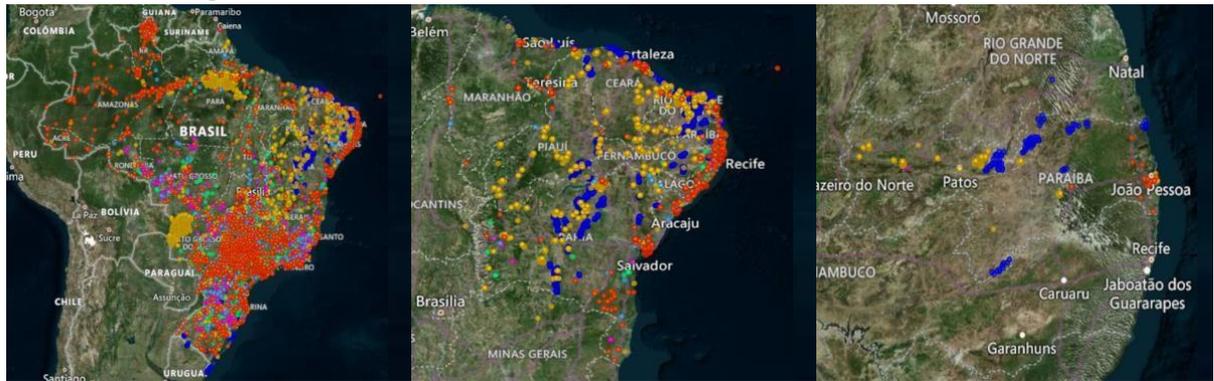
Tipo	Brasil		Nordeste		Paraíba	
	Outorgada	Fiscalizada	Outorgada	Fiscalizada	Outorgada	Fiscalizada
CGH	0,868	0,855	0,024	0,024	-	-
EOL	56,2	31,7	51,3	29,5	3,4	1,1
PCH	7,0	5,8	0,128	0,111	0,003	0,003
UFV	143,3	15,0	89,0	8,8	4,9	0,663
UHE	103,6	103,1	11,9	11,9	-	-
UTE	55,6	46,1	11,3	10,8	0,624	0,624
UTN	3,3	1,9	-	-	-	-
Total	369,9	204,5	163,7	61,1	8,9	2,4

Legenda: CGH: Central Geradora Hidrelétrica; EOL: Central Geradora Eólica; PCH: Pequena Central Hidrelétrica; UFV: Central Geradora Solar Fotovoltaica; UHE: Usina Hidrelétrica; UTE: Usina Termoelétrica; UTN: Usina Termonuclear; **Fonte:** Aneel (2024). **Dados coletados em:** 31/08/2024.

A nível nacional é possível verificar que as UHE são o tipo de matriz elétrica com maior potencial fiscalizado, 103,1 MW. Cabe destacar que a potência fiscalizada é considerada a partir do início da operação comercial de cada unidade geradora, independentemente do potencial outorgado (Aneel, 2024). No caso da região Nordeste, percebe-se que as Centrais Geradoras Eólicas (EOL) despontam como a matriz elétrica de maior potencial fiscalizado, com 29,5 MW. O mesmo acontece no estado da Paraíba, onde as EOL, com 1,1 MW de potência fiscalizados. Observa-se, que o crescimento da energia eólica tem sido constante nos últimos anos, consolidando-se como uma importante fonte de energia renovável na matriz elétrica brasileira,

distribuídas, sobretudo, nas regiões sudeste, sul e centro-oeste, geograficamente populosas e economicamente avançadas (Figura 1).

Figura 1. Distribuição da Matriz Elétrica no Brasil, no Nordeste e na Paraíba.



Fonte: Aneel (2024). Dados coletados em: 31/08/2024.

A matriz elétrica brasileira apresenta uma característica marcante: a predominância de fontes renováveis. A hidroeletricidade, proveniente das diversas usinas hidrelétricas espalhadas pelo país, historicamente tem sido a principal fonte de energia elétrica. No entanto, nos últimos anos, outras fontes renováveis como a eólica e a solar fotovoltaica têm ganhado mais espaço, impulsionadas por políticas públicas de incentivo e pela queda dos custos das tecnologias.

A diversificação da matriz elétrica não apenas garante maior segurança energética, mas também contribui para a redução das emissões de gases do efeito estufa e para o cumprimento das metas brasileiras de transição energética. Na figura 1 é possível verificar não apenas o constante crescimento da energia eólica nos últimos anos e sua distribuição em nível nacional, mas também a nível regional e estadual. Na Paraíba, por exemplo, observa-se a predominância e concentração de Usinas Termoelétricas na mesorregião da Mata Paraibana, de Centrais Geradoras Solares Fotovoltaicas na mesorregião da Borborema e das Centrais Geradoras Eólicas na mesorregião do Agreste Paraibano.

Essa diversificação regional reflete o aproveitamento das características geográficas e climáticas de cada área, favorecendo a implementação de fontes renováveis de maneira estratégica. Enquanto a Mata Paraibana se destaca pelas Usinas Termoelétricas devido à infraestrutura já estabelecida e à proximidade com centros de consumo, as regiões da Borborema e do Agreste se mostram promissoras para o desenvolvimento das energias solar e eólica, respectivamente, graças à alta incidência solar e aos ventos constantes. Esse cenário reforça o papel da Paraíba na geração de energia limpa e sustentável, contribuindo para o fortalecimento da matriz energética brasileira.

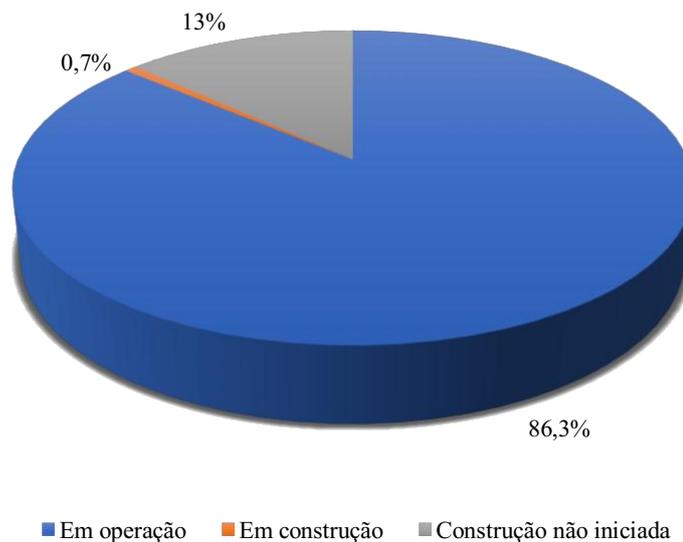
4.2 CENTRAIS GERADORAS SOLARES FOTOVOLTAICAS

As Centrais Geradoras Solares Fotovoltaicas (UFV), também conhecidas como usinas solares, são instalações de grande porte que convertem a energia solar em eletricidade através de painéis fotovoltaicos. Essa tecnologia, que destaque no cenário energético, representa uma alternativa limpa e sustentável às fontes de energia tradicionais, como os combustíveis fósseis.

As usinas solares funcionam de forma relativamente simples: a luz solar incide sobre os painéis fotovoltaicos, gerando uma corrente elétrica contínua que é convertida em corrente alternada para ser distribuída na rede elétrica. Além de contribuir para a redução da emissão de gases do efeito estufa, as usinas solares oferecem diversas vantagens, como a geração de energia local e a independência energética, tornando-as uma opção cada vez mais atrativa para países e empresas que buscam um futuro mais sustentável (Alonso, 2016).

Nesse contexto, o gráfico 1 demonstra individualmente o cenário no qual se encontram as UFV quanto a fase de construção em relação as 21.266 outorgas concedidas.

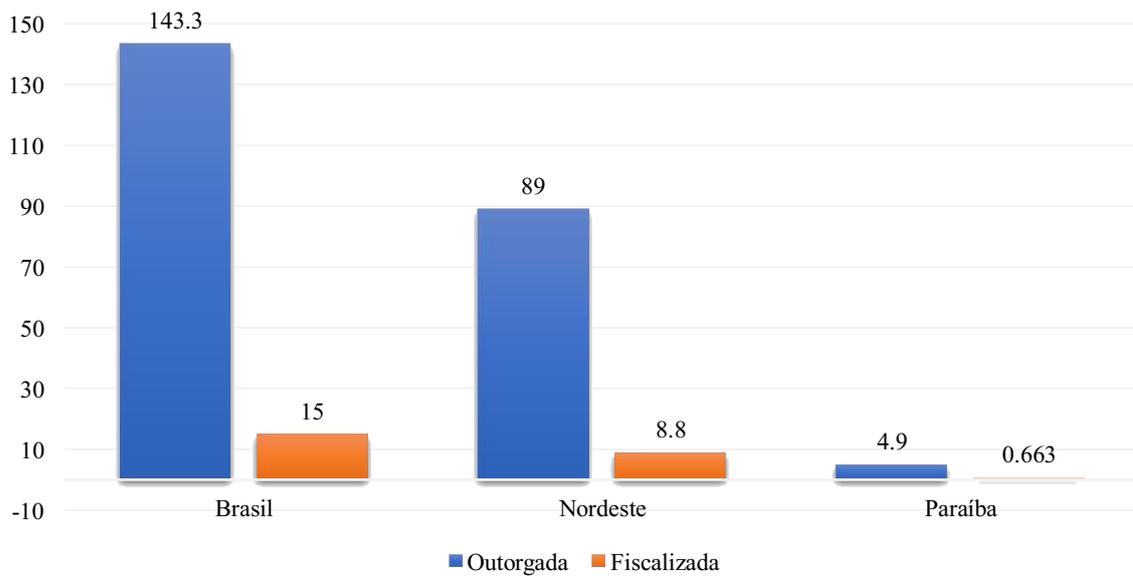
Gráfico 1. UFV por fase de construção (%/unidades).



Fonte: Aneel (2024). **Dados coletados em:** 31/08/2024.

Atualmente, 2.908 empreendimentos estão em construção (141) ou com construção não iniciada (2.767), uma ampliação de 15,9% em relação ao total de UFV em operação no momento; 13,7% em relação a potência outorgada. Com relação ao potencial elétrico, é visto no gráfico 2 a seguir, os potenciais outorgado e fiscalizado das UFV a nível nacional, regional e estadual.

Gráfico 2. Potencial elétrico das UFV (em MW).



Fonte: Aneel (2024). **Dados coletados em:** 31/08/2024.

No gráfico 2, coluna 4, as UFV no estado da Paraíba se apresentam como o maior potencial elétrico outorgado (4,9 MW) e o segundo maior potencial elétrico fiscalizado (0,663 MW) entre as energias renováveis produzidas no território. Esses dados correspondem ao nível nacional e regional, respectivamente, a 3,4% e a 5,5% do potencial outorgado e a 4,4% e a 7,5% do potencial fiscalizado e registrado.

Na figura 2 é possível verificar a distribuição das UFV por todo o território nacional, bem como na região Nordeste e no estado da Paraíba.

Figura 2. Distribuição das UFV no Brasil, no Nordeste e na Paraíba.



Fonte: Aneel (2024). **Dados coletados em:** 31/08/2024.

De acordo com dados da Aneel (2024), a região Norte é a que comporta o maior número de UFV, com 14.411 empreendimentos, seguido pelas regiões: Centro-Oeste, com 3.430; Nordeste, com 2.208; Sudeste, com 1.062; e, Sul, com 143. No estado da Paraíba, de modo específico, foram concedidas outorga de funcionamento a 124 empreendimentos, dos quais 29 se encontram em operação, 5 em construção e 90 com construção não iniciada. Percebe-se de modo mais evidente, conforme descrito na figura 1, a predominância e concentração das

Centrais Geradoras Solares Fotovoltaicas na mesorregião da Borborema, com alguns empreendimentos espaçados no território que compreende a mesorregião do Sertão Paraibano

A tabela 3, a seguir, representa o potencial elétrico fiscalizado e a capacidade de expansão em MW, considerando as outorgas das UFV, sejam em construção ou com construção não iniciada.

Tabela 3. UFV na Paraíba (Unidades/MW).

Tipo	Em operação		Em construção		Construção não iniciada		Total	
	Unidades	MW	Unidades	MW	Unidades	MW	Unidades	MW
UFV	29	0,663	5	0,250	90	4,0	124	4,9

Fonte: Aneel (2024). Dados coletados em: 31/08/2024.

A partir dos dados observados, é possível constatar o potencial de expansão das UFV no estado da Paraíba: 653,7%. Esse aumento reflete o crescente interesse e investimento em energias renováveis na região, impulsionado por fatores como a alta incidência solar, políticas de incentivo governamentais, e a busca por fontes de energia mais sustentáveis. A expansão também aponta para um desenvolvimento econômico significativo, com a criação de novos empregos e oportunidades no setor de energia solar, minimizando a dependência de fontes de energia não-renováveis. Na tabela 4 a seguir apresenta a distribuição por município, no estado da Paraíba, das UFV em operação, considerando o potencial outorgado e fiscalizado.

Tabela 4. Centrais Geradoras Solares Fotovoltaicas em operação no estado da Paraíba (em MW).

Ord.	Nome do Empreendimento	Potência (em MW)		Municípios
		Outorgada	Fiscalizada	
1	Luzia 2	58,9	58,9	Santa Luzia - PB
2	Luzia 3	58,9	58,9	Santa Luzia - PB
3	Santa Luzia 4	50	50	Santa Luzia - PB
4	Santa Luzia IX	50	50	Santa Luzia - PB
5	Santa Luzia V	50	50	Santa Luzia - PB
6	Santa Luzia VII	50	50	Santa Luzia - PB
7	Rio do Peixe I	34,4	34,4	São João do Rio do Peixe - PB
8	Rio do Peixe II	34,4	34,4	São João do Rio do Peixe - PB
9	Angico I	27,2	27,2	Condado - PB
10	Malta	27,2	27,2	Malta - PB
11	Coremas I	27	27	Coremas - PB
12	Coremas II	27	27	Coremas - PB
13	Coremas III	27	27	Coremas - PB
14	Coremas IV	27	27	Coremas - PB
15	Coremas V	27	27	Coremas - PB

16	Coremas VI	27	27	Pombal - PB
17	Coremas VII	27	27	Coremas - PB
18	Coremas VIII	27	27	Coremas - PB
19	Ferreira Costa João Pessoa	2,3	2,3	João Pessoa - PB
20	EDR Construções	1,8	1,8	Sumé - PB
21	NORDESTÃO PB	0,9	0,9	João Pessoa - PB
22	PATEX	0,3	0,3	Cajazeiras - PB
23	Supermercado Guedes	0,3	0,3	Patos - PB
24	X3 Reciclagens	0,3	0,3	Cajazeiras - PB
25	Polpa Ideal II	0,22	0,22	João Pessoa - PB
26	Polpa Ideal I	0,21	0,21	João Pessoa - PB
27	LAMINOR UFV	0,14	0,14	Catolé do Rocha - PB
28	LAMINOR UFV	0,10	0,10	Catolé do Rocha - PB
29	Gutemberg Benigno da Silva	0,02	0,02	Pombal - PB
Total		0,663	0,663	

Fonte: Aneel (2024). **Dados coletados em:** 31/08/2024.

Dois observações importantes devem ser consideradas a partir da análise dos dados apresentados na tabela 4, a primeira, refere-se à distribuição das UFV no território; a segunda, refere-se à concentração das UFV em parte do território. Neste sentido, a primeira constatação aponta que 99,2% (658,2 MW) das UFV em operação estão situadas no interior do estado da Paraíba.

Já a segunda constatação diz respeito a concentração de 47,9% (317,8 MW) das UFV no município de Santa Luzia-PB. Essa concentração pode indicar uma escolha estratégica das áreas com maior potencial de radiação solar, infraestrutura favorável ou incentivos locais que atraem investimentos nesse setor. Além disso, os números revelam a importância dessas regiões para o desenvolvimento da energia renovável no estado, ao mesmo tempo que sugerem a necessidade de políticas que incentivem uma distribuição mais equilibrada das UFV em outras áreas do território para diversificar a matriz energética e promover o desenvolvimento regional.

4.3 DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA NO ESTADO DA PARAÍBA

Com um território total de 56.584,6 Km² (0,66% do território brasileiro) e com uma população de 4.145.040 hab. (1,95% da população brasileira) (IBGE, 2022), distribuídos em 223 municípios, a Paraíba tem se destacado em cenários distintos se comparado aos demais estados da federação: fornecimento de energia elétrica e produção de energia renovável. Com essa particularidade, o estado tem se tornado um polo estratégico no desenvolvimento de projetos de energia solar e eólica. A Paraíba tem impulsionando a diversificação da matriz energética nacional e contribuindo significativamente para a sustentabilidade ambiental e o crescimento econômico da região.

No tocante ao fornecimento de energia elétrica, o destaque se deve ao serviço prestado pela concessionária responsável pela distribuição no estado, a Energisa Paraíba. De acordo com Santos (2024), a concessionária conquistou o 1º lugar no Prêmio ANEEL de Satisfação do Consumidor 2023, superando grandes empresas do setor. A pesquisa avaliou a satisfação dos clientes em todo o Brasil, e os paraibanos elegeram a Energisa como a melhor distribuidora de energia. Em uma pesquisa nacional realizada pela ANEEL, que abrangeu 600 municípios e todos os estados brasileiros, a Energisa Paraíba foi escolhida pelos consumidores como a melhor distribuidora de energia elétrica, superando empresas com mais de 400 mil clientes.

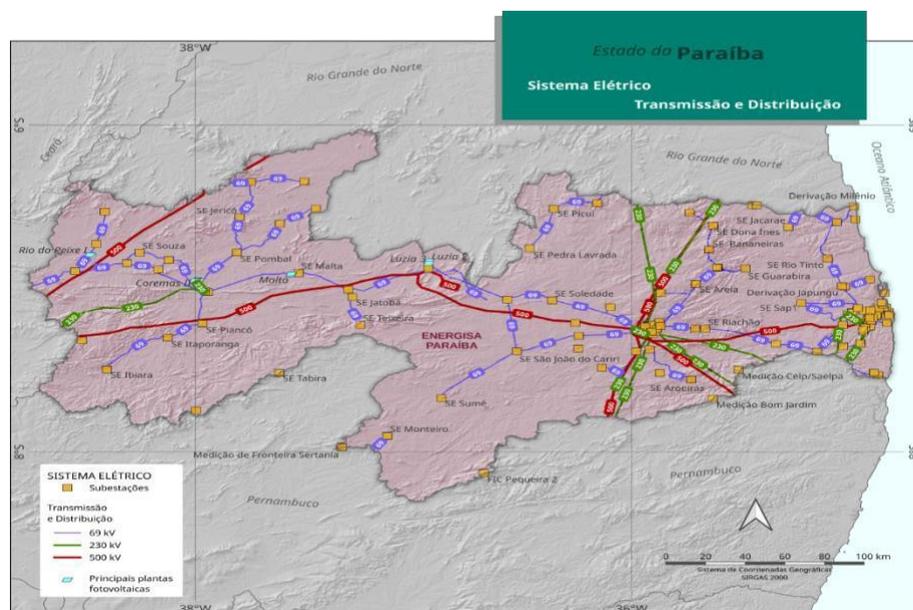
A companhia Energisa Paraíba atende a 1,8 milhões de clientes cativos e 273 clientes livres, cujo serviço compreende a produção e a distribuição de energia elétrica a partir do funcionamento de 73 subestações, interligadas por 2,4 km² de linhas de transmissão e 83,3 km² de redes de distribuição, conectadas a 72.585 transformadores, com capacidade geradora de 1,6 MW e atendendo a 4,1 milhões de habitantes/consumidores em 222 municípios. O (Energisa, 2023). Cabe destacar que a companhia não atende a população do município de Pedras de FogoPB, sendo o serviço oferecido pela Neoenergia Pernambuco (antiga Celpe), em virtude da conurbação com o município pernambucano de Itambé.

A empresa tem investido continuamente em melhorias tecnológicas e na expansão de sua infraestrutura, com o objetivo de atender de forma mais eficiente a crescente demanda por energia, garantindo maior confiabilidade e qualidade no fornecimento. Os números comprovam a abrangência e a capacidade operacional da Energisa Paraíba, destacando seu papel na infraestrutura energética do estado.

A extensa rede de distribuição, aliada à significativa capacidade de geração e ao número elevado de subestações e transformadores, evidencia a robustez do sistema, que é capaz de atender a milhões de consumidores, tanto cativos quanto livres, em uma vasta área geográfica. Estes dados refletem o compromisso da empresa em garantir um fornecimento de energia eficiente e confiável para seus clientes, além de sua importância estratégica para o

desenvolvimento econômico e social da região. Na figura 3, a seguir, é possível observar o sistema elétrico paraibano distribuído por meio de uma vasta rede de transmissão, garantindo a integração eficiente entre as diferentes subestações e pontos de consumo. Essa infraestrutura desempenha um papel fundamental na estabilidade do fornecimento, minimizando interrupções e otimizando o fluxo de eletricidade por todo o estado.

Figura 3. Sistema elétrico do estado da Paraíba.



Fonte: ANEEL (2022) e EPE (2023).

No que diz respeito à produção de energia renovável, a Paraíba tem se destacado como um dos estados em maior ascensão no país. Conforme Derze (2023), nos últimos anos, o Estado registrou um crescimento significativo em sua capacidade instalada de energia eólica e solar fotovoltaica, graças a investimentos em novos parques. Em 2023, foram inaugurados oito novos parques eólicos e um solar, consolidando a posição da Paraíba como um importante produtor de energia limpa no país. Atualmente, com 61 parques em operação e uma capacidade instalada de 2,0 GW, dos quais 74,12% são provenientes de fontes renováveis, a Paraíba demonstra um compromisso com a sustentabilidade e a diversificação de sua matriz energética.

A Paraíba, apesar de ocupar a 18ª posição no ranking nacional da geração distribuída, possui um setor solar fotovoltaico promissor. Com 337,5 MW em sistemas distribuídos e 461 MW em usinas, o estado já gera quase 800 MW de energia solar, atraindo R\$ 4 bilhões em investimentos e gerando 24 mil empregos. O governo paraibano projeta um crescimento de 50% nos investimentos dos próximos dez anos nesse setor. Assim, com um potencial solar significativo, a Paraíba tem se destacado no cenário nacional da energia solar fotovoltaica. (Derze, 2023).

A qualidade dos recursos naturais, a infraestrutura adequada e a facilidade de escoamento da energia gerada tornam o estado um polo atrativo para esse tipo de

empreendimento, assim como demonstrado na Figura 4, que são usinas fotovoltaicas em operação no estado.

Figura 4. Algumas usinas fotovoltaicas em operação no estado da Paraíba.



Fonte: CGPDI (2023).

A Paraíba, com sua privilegiada localização geográfica, apresenta um dos maiores índices de insolação do mundo, com média anual de 5,73 kWh/m² por dia. Essa característica torna o estado um local estratégico para a geração de energia solar, impulsionando iniciativas governamentais que visam o desenvolvimento sustentável e a criação de novas oportunidades econômicas (Lins Filho, 2023). Neste sentido, essa riqueza natural, aliada ao compromisso do governo estadual com o desenvolvimento sustentável, tem impulsionado a geração de energia limpa e renovável, gerando empregos, atraindo investimentos e fortalecendo a economia local.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise comparativa do mercado de energia renovável na Paraíba, com foco na matriz elétrica brasileira, nordestina e paraibana, nas centrais geradoras solares fotovoltaicas e na distribuição de energia elétrica no estado, revela um cenário promissor e repleto de oportunidades, o que indica um movimento significativo em direção à diversificação da matriz energética, contribuindo, sobretudo, para a redução da dependência de fontes não renováveis e impulsionando o desenvolvimento sustentável no estado.

A matriz elétrica brasileira tem apresentado uma crescente participação de fontes renováveis, com destaque para a hidroeletricidade. No Nordeste, a energia eólica tem ganhado força, enquanto a Paraíba se destaca pelo potencial solar. Essa diversidade de fontes energéticas contribui para a segurança energética e a redução das emissões de gases do efeito estufa. As centrais geradoras solares fotovoltaicas emergem como uma das principais tecnologias para a geração de energia limpa e renovável na Paraíba.

O estado da Paraíba, com sua alta incidência solar, possui um potencial imenso para a instalação de usinas solares, o que pode impulsionar o desenvolvimento econômico e social da região. A distribuição de energia elétrica na Paraíba tem se modernizado, com investimentos em infraestrutura e tecnologias para garantir a qualidade do serviço e a expansão da rede elétrica. A integração da energia solar à rede de distribuição representa um desafio, mas também uma oportunidade para otimizar a gestão da energia e reduzir as perdas.

Considerando os resultados obtidos neste estudo, algumas observações merecem destaque: o potencial solar, a integração da geração distribuída, o desenvolvimento econômico e social, além de alguns desafios. No tocante ao potencial solar, a Paraíba possui um enorme potencial para a geração de energia solar, o que exige políticas públicas que incentivem a instalação de usinas solares, a pesquisa e o desenvolvimento de tecnologias e a formação de mão-de-obra especializada. A concentração de Centrais Geradoras Solares Fotovoltaicas na mesorregião da Borborema e a distribuição, mesmo que esparçada, pela mesorregião do Sertão Paraibano, por exemplo, é reflexo dessa capacidade geradora, comprovando, portanto, o potencial do estado para geração de energia renováveis, em especial a energia solar.

Acerca da integração da geração distribuída, à rede elétrica é fundamental para aproveitar ao máximo o potencial da energia solar. É necessário um planejamento adequado da rede de distribuição e a criação de mecanismos que incentivem a participação dos consumidores na geração de energia. No que concerne ao desenvolvimento econômico e social, é percebido que o desenvolvimento do mercado de energia renovável na Paraíba pode gerar diversos benefícios, tanto econômicos como sociais, a exemplo da criação de empregos, da atração de

investimentos, da redução da dependência de combustíveis fósseis e da melhoria da qualidade de vida da população.

Por sua vez, com relação aos desafios, o desenvolvimento do mercado de energia renovável na Paraíba enfrenta desafios como a necessidade de investimentos em infraestrutura, a regulamentação do setor e a qualificação da mão-de-obra. Portanto, a Paraíba possui um grande potencial para se tornar um estado líder na geração de energia solar no Brasil. Para alcançar esse objetivo, é fundamental a articulação de esforços entre o governo, o setor privado e a sociedade civil, com o objetivo de criar um ambiente favorável aos investimentos em energia renovável e de promover o desenvolvimento sustentável do estado.

A partir deste estudo observa-se opções de estudos, de modo específico, como a análise de custo-benefício de diferentes tecnologias de geração solar; o estudo sobre o impacto da geração distribuída na rede elétrica; a compreensão da importância das políticas públicas para o desenvolvimento do setor de energia solar na Paraíba; a verificação do potencial de armazenamento de energia e sua integração ao sistema elétrico; e, por fim, a avaliação do desenvolvimento de tecnologias para a produção de equipamentos para geração solar.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, Hermes Alves de; ALMEIDA, Ednaldo de Ceita Vicente de. Potencial da energia solar fotovoltaica no Semiárido nordestino. **Concilium**, Coventry, v. 22, n. 2, p. 197-210, jan. 2022.

ALONSO, Rafael Herrero. **Posicionamento eficiente de módulos fotovoltaicos em plantas solares no ambiente urbano**. 2016. 218 fls. Tese (Doutorado em Ciências). Universidade de São Paulo, São Paulo, 2016.

ANEEL (Brasil). **Matriz Elétrica Brasileira**. Brasília: Ministério de Minas e Energia, 2024. Disponível em: < <https://app.powerbi.com/view?r=eyJrIjoiNGE3NjVmYjAtNDZkZC00MDY4LTliNTItMTVhZTU4NWYzYzFmIiwidCI6IjQwZDZmOWI4LWVjYTctNDZhMi05MmQ0LWVhNGU5YzAxNzBIMSIsImMiOiR9> >. Acesso em: 20 ago. 2024.

BARCELLOS, Matheus Lima Barreto de Souza. **Análise da viabilidade de instalação de um sistema de geração de energia por painéis solares em uma residência familiar**. 2023. 122 fls. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil). Universidade Federal do Rio de Janeiro, Macaé, 2023.

BORGES, Maria Clara Silva. **Transição energética: estudo de caso em Itumbiara-GO**. 2023. 75 fls. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia de Controle e Automação). Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás, Itumbiara, 2023.

BRASIL. Ministério de Minas e Energia. Agência Nacional de Energia Elétrica. Resolução Normativa Aneel nº 1.059, de 7 de fevereiro de 2023. Aprimora as regras para a conexão e o faturamento de centrais de microgeração e minigeração distribuída em sistemas de distribuição de energia elétrica (...). **Diário Oficial da União**, seção 1, Brasília, DF, ano 161, n. 30, p. 65-69, 10 fev. 2023.

BULHÕES, Gabriela. **Mercado livre de energia**: como funciona e o que muda em 2024. 2023. Disponível em: <

<https://economia.uol.com.br/noticias/redacao/2023/10/27/mercado-livre-de-energia-como-funciona-e-o-que-muda-em-2024.htm>>. Acesso em: 8 jun. 2023.

CASARIN, Helen de Castro Silva; CASARIN, Samuel José. **Pesquisa científica**: da teoria à prática. Curitiba: Editora Intersaberes, 2012.

CASARIN, Ricardo. **Brasil foi o maior mercado de energia solar do mundo em 2023**. 2024. Disponível em: <

<https://www.portalsolar.com.br/noticias/mercado/internacional/brasil-foi-o-4o-maior-mercado-de-energia-solar-do-mundo-em-2023>>. Acesso em: 17 set. 2024.

CARVALHO, Cristiano Almeida. A evolução da energia solar e sua contribuição socioambiental no Brasil. **Zenodo**, online, v. 27, n. 127, s/p., out. 2023.

CORREIO Brasiliense. **Energia solar deve quadruplicar no Brasil nos próximos 10 anos**. 2022. Disponível em: <

https://www.correiobrasiliense.com.br/app/noticia/economia/2020/02/12/internas_economia,827391/energia-solar-deve-quadruplicar-no-brasil-nos-proximos-10-anos.shtml>. Acesso em: 20 ago. 2024.

DERZE, Ingreson. **Paraíba é destaque na energia renovável**. 2023. Disponível em: <

https://a.uniao.pb.gov.br/noticias/caderno_politicas/paraiba-e-destaque-na-energia-renovavel>. Acesso em: 15 ago. 2024.

ENERGISA Paraíba. **Demonstração financeira 2023**. João Pessoa: Jornal A União – Empresa Paraibana de Comunicação, 2024.

ENGIE. Além da energia. **O que é e como o PL 414/2021 pode ajudar na modernização do setor elétrico**. 2022. Disponível em: < <https://www.alemdaenergia.engie.com.br/o-que-e-oplp-414-2021-e-como-ele-pode-ajudar-na-modernizacao-do-setor-eletrico/>>. Acesso em: 9 jun. 2023.

EPE. Empresa de Pesquisa Energética. **Matriz energética e elétrica**. 2021. Disponível em: < <https://www.epe.gov.br/pt/abcdenergia/matriz-energetica-e-eletrica>>. Acesso em: 8 jun. 2023.

FADIGAS, Eliane Aparecida Faria Amaral. **Energia solar fotovoltaica**: fundamentos, conversão e viabilidade técnico-econômica. São Paulo: Grupo de Energia, Escola Politécnica Universidade de São Paulo (GEPEA), 2004.

FERREIRA, Victor Campos; HIDALGO, Ieda Geriberto. Evolução do cenário nacional da energia solar fotovoltaica. *In.*: CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UNICAMP, 30., 2022, Campinas. **Anais [...]**. Campinas: UNICAMP, 2022. p. 1-5.

FRANCISCO, Paulo Roberto Megna *et al.* Potencial Fotovoltaico de Áreas Urbanizadas do Estado da Paraíba Utilizando Geotecnologias. **Journal of Hyperspectral Remote Sensing**, Recife, v. 13, n. 4, p. 484-496, dez. 2023.

GANDRA, Alana. Agência Brasil. **Capacidade de geração de energia eólica deve bater recorde neste ano**. 2023. Disponível em: < <https://agenciabrasil.ebc.com.br/economia/noticia/2023-04/capacidade-de-geracao-de-energia-eolica-deve-bater-recorde-neste-ano> >. Acesso em: 8 jun. 2023.

GIL, Antônio Carlos. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 7ª ed. São Paulo: Atlas, 2019.

GOLDEMBERG, José; LUCON, Oswaldo. Energia e meio ambiente no Brasil. **Estudos Avançados**, São Paulo, v. 21, n. 59, p. 7-20, abr. 2007.

GREENER. **Tendências e tecnologias na venda de equipamentos fotovoltaicos**. 2023. Disponível em: < <https://www.greener.com.br/tendencias-e-tecnologias-na-venda-de-equipamentos-fotovoltaicos/> >. Acesso em: 10 jun. 2024.

HEINEKEN. **Como inspiramos um mundo melhor**. 2021. Disponível em: < <https://www.heinekenbrasil.com.br/sustentabilidade/#> >. Acesso em: 08. jun. 2023.

IBGE (Brasil). **Censo Demográfico 2022**. Brasília: Ministério do Planejamento e Orçamento, 2022. Disponível em: < <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/trabalho/22827-censo-demografico-2022.html> >. Acesso em: 15 ago. 2024.

KOTLER, Philip; KELLER, Kevin Lane. **Administração de Marketing**. Tradução de Sônia Midori Yamamoto. 14. ed. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2012.

LINS FILHO, João Azevedo. Apresentação. *In.*: CGPDI. **Atlas Solarimétrico da Paraíba**. 2023. Disponível em: < <https://atlassolar.pb.gov.br/atlas-pt/apresentacao-pt.html> >. Acesso em: 20 ago. 2024.

MARCONI, Marina de Andrade; LAKATOS, Eva Maria. **Fundamentos de metodologia científica**. 8ª ed. São Paulo: Atlas, 2017.

MONTOYA, Marco Antônio *et al.* As relações intersetoriais do setor energético no crescimento da economia brasileira: uma abordagem insumo-produto. **NEREUS: Núcleo de Economia Regional e Urbana da Universidade de São Paulo**, São Paulo, v. 3, n. 12, p. 1-43, dez. 2023.

NIAN Energia Sustentável. **Quanto tempo dura um sistema de energia solar?** 2023. Disponível em: < <https://nian.com.br/quanto-tempo-dura-um-sistema-de-energia-solar/> >. Acesso em: 8 jun. 2023.

OLIVEIRA, Adriana Tenir Egéa de *et al.* A energia solar fotovoltaica: transformação, evolução, aspectos ambientais e abordagens na sala de aula. **Research, Society and Development**, Vargem Grande Paulista, v. 11, n. 9, p. 1-13, jul. 2022.

PEREIRA, Afonso. **Energia Solar na Paraíba**. 2024. Disponível em: < <https://arquivoafonsopereira.com.br/2024/07/03/energia-solar-paraiba/> >. Acesso em: 17 set. 2024.

PRODANOV, Cleber Cristiano; FREITAS, Ernani Cesar de. **Metodologia do trabalho científico: Métodos e Técnicas da Pesquisa e do Trabalho Acadêmico**. 2ª ed. Novo Hamburgo: Universidade FEEVALE, 2013.

SANTOS, Beatriz. **Paraíba é nomeada a melhor distribuidora de energia do país**. 2024. Disponível em: < <https://blogwaleriaassuncao.com.br/paraiba-e-nomeada-a-melhordistribuidora-de-energia-do-pais/> >. Acesso em: 15 ago. 2024.

SCHAEFFER, Roberto; SZKLO, Alexandre. **A relação entre energia e mudança do clima no Brasil**. 2023. Disponível em: < <https://pp.nexojornal.com.br/opinioao/2020/A-rela%CC%80oentre-energia-e-mudanca-do-clima-no-Brasil> >. Acesso em: 10 jun. 2024.

SILVA, Antônio João Hocayen da. **Metodologia de pesquisa: conceitos gerais**. Guarapuava: UNICENTRO, 2014.

SILVA, Douglas da. **Marketing de fidelização: como atrair e reter clientes?** 2020. Disponível em: < <https://www.zendesk.com.br/blog/marketing-fidelizacao/> >. Acesso em: 7 jun. 2023.

SILVA, Júlia Ramos da Cunha. **Uma abordagem para a melhoria na tomada de decisão de uma empresa de soluções do setor elétrico utilizando ferramentas da qualidade na pesquisa de satisfação**. 2023. 54 fls. Monografia (Especialização em Engenharia de Produção). Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2023.

SILVA JÚNIOR, João Ramos da. **Potencialidade da energia solar fotovoltaica na Paraíba e a relação com o desenvolvimento sustentável**. 2022. 97 fls. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Regional). Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande, 2022.

VERGARA, Sylvia Constant. **Métodos de pesquisa em administração**. 6ª ed. São Paulo: Atlas, 2015.

XAVIER, Paulo José. **A viabilidade econômica do uso de energia solar em residências e estabelecimentos comerciais**. 2023. 31 fls. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Ciências Econômicas). Universidade Federal de Pernambuco, Caruaru, 2023.