



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO
PRÓ-REITORIA DE GRADUAÇÃO
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS EXATAS E NATURAIS
CURSO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA

PEDRO HENRIQUE DE SOUSA MENDONÇA

**ANÁLISE SOBRE A VIABILIDADE ECONÔMICA DA ENERGIA SOLAR NO
BRASIL**

MOSSORÓ - RN

2024

PEDRO HENRIQUE DE SOUSA MENDONÇA

**ANÁLISE SOBRE A VIABILIDADE ECONÔMICA DA ENERGIA SOLAR NO
BRASIL**

Monografia apresentada a Universidade
Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA)
como requisito para obtenção do título de
Bacharel em Ciência e Tecnologia.

Orientador: Idalmir de Souza Queiroz Júnior

MOSSORÓ - RN

2024

©Todos os direitos estão reservados à Universidade Federal Rural do Semi-Árido. O conteúdo desta obra é de inteira responsabilidade do (a) autor (a), sendo o mesmo, passível de sanções administrativas ou penais, caso sejam infringidas as leis que regulamentam a Propriedade Intelectual, respectivamente, Patentes: Lei nº 9.279/1996, e Direitos Autorais: Lei nº 9.610/1998. O conteúdo desta obra tornar-se-á de domínio público após a data de defesa e homologação da sua respectiva ata, exceto as pesquisas que estejam vinculadas ao processo de patenteamento. Esta investigação será base literária para novas pesquisas, desde que a obra e seu (a) respectivo (a) autor (a) seja devidamente citado e mencionado os seus créditos bibliográficos.

MM539 Mendonça, Pedro Henrique de Sousa.
a Análise sobre a viabilidade econômica da
energia solar no Brasil / Pedro Henrique de Sousa
Mendonça. - 2024.
37 f. : il.

Orientador: Idalmir de Souza Queiroz Júnior.
Monografia (graduação) - Universidade Federal
Rural do Semi-árido, Curso de Ciência e
Tecnologia, 2024.

1. Viabilidade econômica. 2. Solar. 3. Energia.
4. Sustentabilidade. I. Júnior, Idalmir de Souza
Queiroz, orient. II. Título.

Ficha catalográfica elaborada por sistema gerador automático em conformidade
com AACR2 e os dados fornecidos pelo(a) autor(a).
Biblioteca Campus Mossoró / Setor de Informação e Referência
Bibliotecária: Keina Cristina Santos Sousa e Silva
CRB: 15/120

O serviço de Geração Automática de Ficha Catalográfica para Trabalhos de Conclusão de Curso (TCC's) foi desenvolvido pelo Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação da Universidade de São Paulo (USP) e gentilmente cedido para o Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (SISBI-UFERSA), sendo customizado pela Superintendência de Tecnologia da Informação e Comunicação (SUTIC) sob orientação dos bibliotecários da instituição para ser adaptado às necessidades dos alunos dos Cursos de Graduação e Programas de Pós-Graduação da Universidade.

PEDRO HENRIQUE DE SOUSA MENDONÇA

**ANÁLISE SOBRE A VIABILIDADE ECONÔMICA DA ENERGIA SOLAR NO
BRASIL**

Monografia apresentada a Universidade
Federal Rural do Semi-Árido como requisito
para obtenção do título de Bacharel em
Ciência e Tecnologia.

Defendida em: 28 / 03 / 2024.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Idalmir de Souza Queiroz Júnior (UFERSA)
Presidente

Prof. Dr. Ednardo Pereira da Rocha (UFERSA)
Membro Examinador

Eng. Elias Samuel Soares Cezário (UFXYZ)
Membro Examinador

AGRADECIMENTOS

Agradeço aos meus familiares, em especial a minha mãe, por todo o apoio e pela ajuda, que contribuíram muito para a realização desse trabalho.

Agradeço também ao professor Ednardo Pereira, por ter sido meu orientador durante boa parte desse processo e ter desempenhado essa função com muita dedicação.

Agradeço ao professor Idalmir por não só aceitar se tornar meu novo orientador, como por todo o suporte que ele me deu desde então.

Agradeço aos meus colegas de curso, com quem convivi durante todos esses anos, pelo companheirismo e troca de ideias que me permitiram crescer não só como pessoa, mas também como formando.

Agradeço ao meu amigo Andrews, que sempre me apoiou e me deu forças para que eu não desistisse do curso.

Finalmente, agradeço a Deus, por ter permitido que eu tivesse saúde e determinação para não desanimar durante a realização desse trabalho.

É uma disciplina que promove, com visão integrada, o gerenciamento e o compartilhamento de todo o ativo de informação possuído pela empresa. Esta informação pode estar em um banco de dados, documentos, procedimentos, bem como em pessoas, através de suas experiências e habilidades. - GartnerGroup

RESUMO

Este trabalho tem como objetivo analisar a viabilidade econômica de formas de energia sustentável na rede elétrica do Brasil, com foco especial na energia solar. Isso se deve aos aumentos nas contas de energia causados por problemas na geração de energia hidrelétrica nos últimos anos. Foi realizada uma pesquisa sobre o crescimento dessas fontes de energia nos últimos anos, bem como sobre o custo-benefício de diversas formas de geração de energia utilizadas no Brasil. A finalidade foi observar não apenas o impacto dessas fontes energéticas na matriz energética brasileira, mas também comparar seus custos atuais com formas de energia que têm sido utilizadas por mais tempo. Em síntese, os resultados da análise da viabilidade econômica da energia solar no Brasil mostram que essa forma de geração de energia tem um grande potencial de crescimento e contribuição para a matriz energética do país. Com a redução dos custos de instalação e operação, juntamente com políticas governamentais favoráveis, a energia solar pode se tornar uma opção cada vez mais viável e atrativa para os consumidores brasileiros, além de contribuir para a sustentabilidade ambiental.

Palavras-chave: Viabilidade econômica. Solar. Energia. Sustentabilidade.

ABSTRACT

This work aims to analyze the economic viability of forms of sustainable energy in Brazil's electrical grid, with a special focus on solar energy. This is due to increases in energy bills caused by problems with hydroelectric power generation in recent years. Research was carried out on the growth of these energy sources in recent years, as well as on the cost-benefit of different forms of energy generation used in Brazil. The purpose was to observe not only the impact of these energy sources on the Brazilian energy matrix, but also to compare their current costs with forms of energy that have been used for longer. In summary, the results of the analysis of the economic viability of solar energy in Brazil show that this form of energy generation has great potential for growth and contribution to the country's energy matrix. With the reduction in installation and operation costs, together with favorable government policies, solar energy can become an increasingly viable and attractive option for Brazilian consumers, in addition to contributing to environmental sustainability.

Keywords: Economic viability.Solar.Energy.Sustainability.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Balanço Energético Brasileiro.	16
Figura 2 – Custos de geração.	25
Figura 3 – Mapa com o valor cobrado pelas distribuidoras locais de energia fotovoltaica sem incidência de impostos. 27	
Figura 4 – Mapa com o valor cobrado pelas distribuidoras locais com incidência de impostos.	
Fonte: Dantas e Pompermayer, 2018. 28	
Figura 5 – Mapa de Insolação no Brasil.	32

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABSOLAR	Associação Brasileira de Energia Solar Fotovoltaica
ANEEL	Agência Nacional de Energia Elétrica
BEM	Balanço Energético Nacional
COFINS	Contribuição para o Financiamento da Seguridade Social
CCEE	Câmara de Comercialização de Energia Elétrica
EPE	Empresa de Pesquisa Energética
ICMS	Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços
MME	Ministério das Minas e Energia
ONS	Operador Nacional do Sistema
PROINFA	Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica
SIN	Sistema Interligado Nacional
RN	Rio Grande do Norte
TE	Tarifa de Energia
TUSD	Tarifa do Uso de Sistema de Distribuição

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	13
1.1 OBJETIVOS	15
1.1.1 Objetivo Geral	15
1.1.2 Objetivos Específicos	15
2 ENERGIA SOLAR: ASPECTOS SUSTENTÁVEIS E ECONOMICOS	16
2.1 O SETOR ELÉTRICO NO BRASIL	16
2.1.1 Mercado de energia elétrica no Brasil	18
2.2 CONSUMO E FORNECIMENTO DE ENERGIA ELÉTRICA NO BRASIL	20
2.3 ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA NO BRASIL	22
2.3.1 Investimento e Viabilidade Econômica	23
3 METODOLOGIA	29
3.1 TIPO DA PESQUISA	29
3.2 CAMPO DE PESQUISA E COLETA DE DADOS	30
3.3 ANÁLISE DOS DADOS	30
3.4 PRECEITOS ÉTICOS	31
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES	32
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	35
REFERÊNCIAS	36

1 INTRODUÇÃO

A energia é uma das necessidades humanas básicas fundamentais para uma sociedade funcional, sendo necessária para a criação de bens utilizando recursos naturais e no fornecimento de diversos serviços dos quais tomamos proveito. No entanto, existem uma gama de compreensões acerca da energia e das suas definições.

Para Wirzbicki (2016) o conceito de energia refere-se à capacidade de realizar trabalho ou produzir uma ação. Existem diferentes formas de energia, como energia térmica, energia radiante, energia química, energia elétrica, entre outras. A energia pode ser transformada de uma forma para outra e é fundamental para o funcionamento de diversos processos e sistemas.

Nesse estudo, o marco conceitual e analítico foi circunscrito em cima da definição de energia elétrica. Assim, pode-se inferir que a energia elétrica desempenha um papel essencial na vida humana. Ela é amplamente utilizada em várias áreas de nossas vidas (WIRZBICKI, 2016). A energia elétrica nos proporciona iluminação, conforto térmico, conservação de alimentos, comunicação, transporte, impulsiona a indústria e o comércio, facilita a educação e a pesquisa, entre outros benefícios. É uma fonte de energia versátil e indispensável para o funcionamento da sociedade moderna.

No mundo moderno, várias fontes diferentes de energia são utilizadas, algumas renováveis, outras não. Capriglione (2006) comenta que a diferença entre energia renovável e não renovável é o impacto que cada uma gera no meio ambiente, bem como a limitação (ou ausência da mesma) em seu uso baseado nos recursos disponíveis no planeta. Enquanto fontes de energia renovável causam impactos bem menores e podem ser reutilizadas infinitamente, fontes não renováveis causam grandes efeitos adversos, seja durante a instalação das usinas, ou durante o funcionamento das mesmas, bem como possuem um limite concreto baseado na disponibilidade do recurso que utilizam como matéria prima.

Nesse aspecto, pode-se inferir que as energias renováveis são fontes de energia que são naturalmente reabastecidas e não se esgotam. Elas são uma alternativa às fontes de energia não renováveis, como os combustíveis fósseis. Essas fontes de energia incluem a energia solar, eólica, hidrelétrica, geotérmica e de biomassa (WIRZBICKI, 2016). Ao contrário dos combustíveis fósseis, as energias renováveis não emitem poluentes atmosféricos significativos e têm um menor impacto ambiental. Essas fontes de energia sustentáveis desempenham um papel importante na redução das emissões de gases de efeito estufa e na mitigação das mudanças climáticas (CAPRIGLIONE, 2006).

Para Viana (2022) as energias renováveis são consideradas mais econômicas a longo prazo, uma vez que não dependem de recursos finitos e estão disponíveis de forma abundante na natureza. Assim, nos últimos anos, mediante aos grandes impactos ambientais e econômicos causados pela utilização de fontes não renováveis, surgiu uma necessidade da utilização de alternativas menos prejudiciais ao meio ambiente e de menor custo para os consumidores.

Graças a essa necessidade, grupos científicos vêm buscando estudos para viabilizar a utilização em maior escala de energias renováveis. Porém, quando mal gerenciados, até mesmo recursos que se renovam naturalmente podem ser esgotados caso sejam mal gerenciados, requisitando estudos relacionados não só a população atual como o seu crescimento para que esses recursos possam ser gerenciados de maneira correta.

Motta (2009) comenta que baseado no crescimento populacional desenfreado que enfrentamos, é gerada uma busca pela manutenção e melhoria na qualidade de vida que por sua vez, deve vir acompanhada de soluções onde recursos naturais são utilizados de maneira mais eficiente, buscando assim, minimizar impactos naturais e permitindo desenvolvimento.

Nesse aspecto, denota-se que duas dessas fontes de energia são o Sol e os Ventos, respectivamente compreendidos por Energia Solar e Eólica. Essas fontes vêm sendo explorados com cada vez mais intensidade nos últimos anos, porém, ainda estão longe de serem responsáveis por uma grande porcentagem de nossa produção energética, em parte por causa dos preços iniciais para implantá-las quando comparados com os preços de usinas termelétricas.

Destarte, denota-se que esse estudo recairá sobre a energia solar, por entender que essa é uma fonte de importante contundência no interior do Rio Grande do Norte (RN). Onde os benefícios da energia solar recaem no aspecto desta ser renovável e sustentável, não poluente e estar amplamente disponível. Além disso, em nível econômico e a longo prazo, pode reduzir a dependência da rede elétrica, economizar custos de energia e contribuir para a saúde humana por meio da produção de vitamina D. A energia solar desempenha um papel fundamental na transição para um futuro mais limpo e sustentável.

Nesse interim, a relevância de estudar a viabilidade econômica da energia solar na rede elétrica do Brasil está relacionada a diversos aspectos. Acredita-se que uma delas seja a ideia da sustentabilidade, que pode contribuir para a redução das emissões de gases de efeito estufa e para a diversificação da matriz energética do país. Ao estudar a viabilidade econômica da energia solar, é possível avaliar os custos envolvidos na implantação e operação de sistemas fotovoltaicos, bem como os benefícios econômicos a longo prazo, como a redução

dos gastos com energia elétrica. Além disso, a análise da viabilidade econômica pode auxiliar na identificação de oportunidades de investimento e no desenvolvimento de políticas públicas que incentivem o uso da energia solar. Dessa forma, o estudo da viabilidade econômica da energia solar na rede elétrica do Brasil é fundamental para promover a transição para uma matriz energética mais sustentável e para impulsionar o desenvolvimento do setor de energia solar no país.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo Geral

Analisar a viabilidade econômica de formas de energia sustentável na rede elétrica do Brasil, com um foco em energia solar.

1.1.2 Objetivos Específicos

- Conceituar as diferentes formas de geração de energia sustentável.
- Apresentar as vantagens e desvantagens de cada forma de geração de energia sustentável.
- Analisar o custo-benefício de cada forma diferente de geração de energia, bem como a capacidade para sua implantação.

2 ENERGIA SOLAR: ASPECTOS SUSTENTÁVEIS E ECONOMICOS

Ademais, apresenta-se o marco teórico conceitual acerca da energia solar, seus aspectos sustentáveis e econômicos relevantes utilizando autores e órgãos como, a saber: Associação Brasileira de Energia Solar Fotovoltaica (ABSOLAR), Câmara de Comercialização de Energia Elétrica (CCEE), Silva (2020), Neto (2021), dentre outros.

2.1 O SETOR ELÉTRICO NO BRASIL

O setor elétrico brasileiro possui algumas características que ajudam a diferenciá-lo do de outros países, não só pela grande dimensão e conectividade que ele apresenta, mas também pela predominância da geração hidrelétrica. O Sistema Interligado Nacional (SIN) é formado por quatro subsistemas que abrangem as regiões Norte, Nordeste, Sul e Sudeste/Centro-Oeste, com menos de 2% do mercado de energia elétrica nacional encontrando-se fora dele.

Pode-se verificar a atual situação da geração energética brasileira na Figura 1 do Balanço Energético Nacional (BEN) 2023.

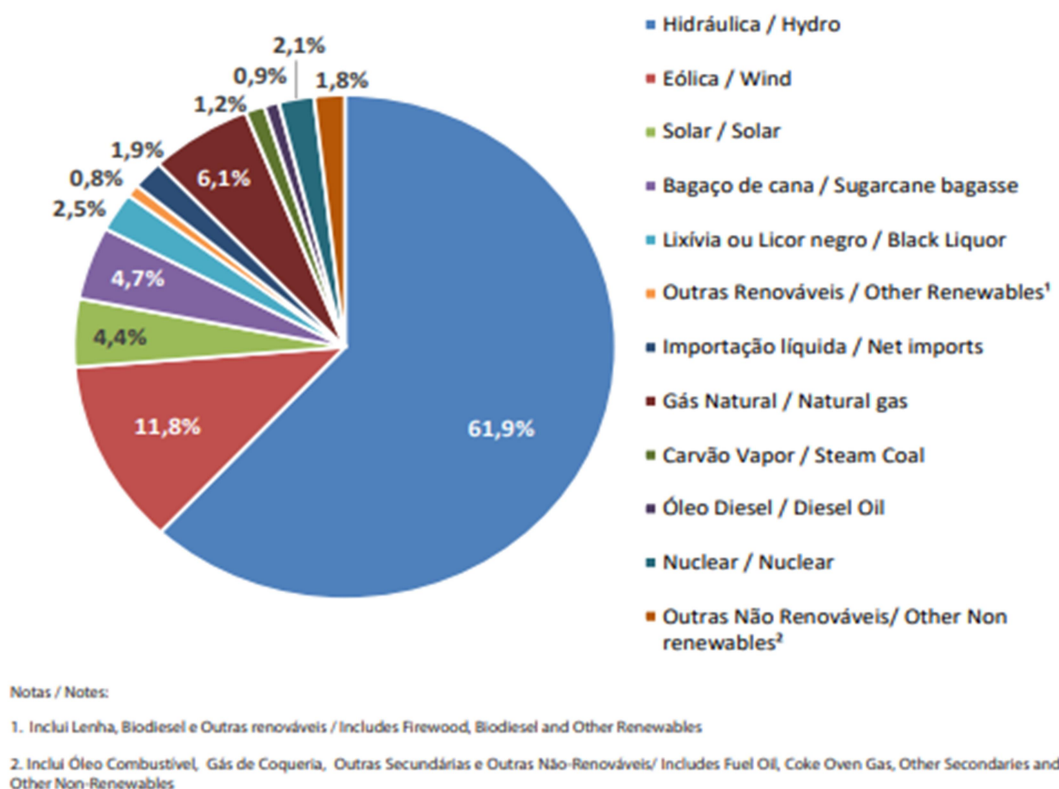


Figura 1– Balanço Energético Brasileiro.

Fonte: Balanço, 2023.

Pode se concluir baseado nesse gráfico que a maior parte da matriz energética brasileira é composta por energias renováveis, algo contrastado com a também alta produção de energias não renováveis e emissão de gases poluentes, impossibilitando o país de liderar uma revolução energética ao utilizar em plena capacidade todos os recursos naturais renováveis à sua disposição.

É justamente essa alta dependência da energia hidrelétrica que torna a existência de programas como o Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica (PROINFA) tão importante atualmente, com sua função de estimular a expansão e o aumento da presença de fontes como a eólica, biomassa e solar, promovendo assim uma maior diversidade e descentralizando a geração de energia de nosso país, aumentando a segurança do abastecimento de energia e garantindo de forma mais assegurada que toda a demanda seja suprida até mesmo em períodos de crise hídrica sem que se faça necessário ativar as usinas termelétricas e, portanto, sem levar a um aumento na conta de luz da população como um todo.

Nascimento (2015) aborda o desenvolvimento da energia solar fotovoltaica no Brasil, indicando que, embora o foco inicial do programa solar brasileiro fosse o fornecimento para áreas rurais e isoladas, há uma tendência de expansão dessa tecnologia devido à redução de custos dos equipamentos, interesse crescente de investidores, novas tecnologias e políticas de incentivo. A energia solar conectada à rede é vista como uma fonte complementar de energia, porém com potencial frequentemente superior à demanda de energia do país, sugerindo que os sistemas fotovoltaicos devem ter uma participação crescente na matriz energética nacional. Além disso, enfatiza a importância de conhecer o nível de radiação solar para instalar o sistema de geração solar, pois isso permite calcular a energia captada, um dado essencial para o dimensionamento adequado do sistema.

Como contraponto Peraza (2013), por sua vez, aponta que embora as hidrelétricas ainda sejam a principal fonte de energia de grande escala (superior a 1.000 MW) no Brasil e sejam mais viáveis devido à sua capacidade de geração, há espaço para uma complementaridade com a energia solar fotovoltaica. Esta sinergia é particularmente benéfica, pois enquanto a produção hidrelétrica aumenta durante a estação chuvosa, a geração fotovoltaica tende a ser menor devido à cobertura de nuvens; inversamente, na estação seca, a fotovoltaica pode aumentar sua contribuição devido à diminuição das chuvas e consequente redução do nível dos reservatórios hidrelétricos. Portanto, a energia solar pode otimizar a geração de energia durante períodos de seca.

Em sua dissertação Peraza (2013) também destaca o alto consumo de energia necessário para indústrias e mineração em contraste com a necessidade energética menor de cidades e residências. Observa-se que a geração de energia solar em grande escala pode se tornar mais econômica conforme a capacidade de produção aumenta, como demonstrado pelo exemplo da usina solar de Tauá no Brasil, onde os custos de instalação e produção diminuíram significativamente à medida que a capacidade da usina aumentou.

Além disso, a usina solar de Tauá é ressaltada por focar no atendimento da demanda residencial, que consome a maior parte da energia no Brasil. Isso se alinha com dados que apontam que a maioria dos consumidores de energia no país são residenciais. Tais informações trazidas por Peraza (2013) reforçam a relevância da energia solar fotovoltaica como uma alternativa energética eficaz e adaptável para atender a demanda energética diversificada do Brasil, desde grandes consumidores industriais até o segmento residencial, promovendo uma matriz energética mais flexível e sustentável.

2.1.1 Mercado de energia elétrica no Brasil

O mercado de energia elétrica no Brasil é composto pelo mercado regulado, onde as concessionárias são responsáveis pela geração, transmissão e distribuição de energia para os consumidores, e pelo mercado livre, onde consumidores com demanda contratada acima de 500 kW podem escolher seu fornecedor de energia (SILVA, 2020).

A abertura do mercado ocorreu em 1995, permitindo que consumidores com carga contratada acima de 10.000 kWh pudessem escolher seu fornecedor. Atualmente, qualquer consumidor atendido em média ou alta tensão pode optar por comprar energia de qualquer autorizado do Sistema Interligado Nacional (SIN).

A energia solar tem ganhado destaque no mercado, com mais de 34 GW de capacidade instalada, representando mais de 15% da matriz elétrica brasileira. A geração distribuída, que inclui sistemas residenciais e comerciais menores, também é uma parte importante dessa capacidade (SILVA, 2020).

A Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) é responsável pela regulação e fiscalização do setor elétrico, e a Câmara de Comercialização de Energia Elétrica (CCEE) cuida da comercialização de energia no mercado regulado e livre. Nessa ótica, infere-se que o mercado de energia elétrica no Brasil está em constante evolução, visando garantir a segurança energética, diversificar a matriz e incentivar o uso de fontes renováveis. A abertura do mercado e o crescimento da energia solar têm impulsionado o setor elétrico no país.

Entre outros aspectos menos sintéticos, para que ocorra uma boa distribuição de energia elétrica pelo país, se fazem necessários órgãos para supervisionar e gerir esse processo, sendo os principais o Operador Nacional do Sistema (ONS), responsável pela instalação de usinas de geração e transmissão de energia elétrica, bem como a operação e expansão do SIN, e a CCEE, a instituição responsável por viabilizar o comércio de energia, elaborando regras, apurando infrações cometidas pelos agentes, realizando leilões de energia elétrica e realizando a liquidação financeira dos montantes contratados nos leilões. Visando maior controle sobre o processo de geração e comercialização de energia elétrica, é possível dividi-lo em quatro partes: a geração, transmissão, distribuição e comercialização.

A geração é realizada pelas geradoras, que tem como seu trabalho produzir energia elétrica para ser comercializada, recuperando seus custos de operação ao realizar a venda de sua energia produzida. A transmissão, realizada pelas transmissoras, geralmente em corrente alternada, leva a energia comprada do ponto de geração até as subestações, onde as distribuidoras e comercializadoras realizam a distribuição dessa energia. Silva *et al.*, (2020), infere que enquanto as distribuidoras atendem consumidores residenciais e têm seus preços regulados pelo governo, as comercializadoras possuem autorização para comprar e vender energia para os consumidores livres, aqueles que demandam energia em larga escala.

Os leilões de energia elétrica são processos licitatórios, ou seja, concorrências promovidas pelo poder público visando obter energia elétrica em um prazo pré-determinado nos termos de um edital, através da construção de novas usinas de geração elétrica, linhas de transmissão aos centros consumidores, ou até mesmo a energia gerada em usinas em funcionamento e com os investimentos já pagos, sendo conhecidas no setor como “energia velha” (SILVA, 2020).

Eles servem para auxiliar o equilíbrio entre a oferta e o consumo de energia elétrica no setor elétrico, diminuindo os riscos de falta de energia e racionamento. Ao definir os preços dos contratos, eles definem, também, a participação de cada fonte de energia usada na geração, impactando na qualidade ambiental da nossa matriz elétrica e no valor das tarifas a serem pagas pelos consumidores.

Advoga-se que todos os leilões de energia passam pela coordenação e controle da ANEEL que, por sua vez, é ligada ao Ministério das Minas e Energia (MME). Desta maneira, os leilões são divididos em dois tipos, de acordo com o empreendimento: novo ou existente.

Segundo Neto (2021), os leilões de energia existente são destinados a atender as distribuidoras no ano subsequente à contratação a partir da energia proveniente ao funcionamento da estrutura já existente. Já os leilões de energia nova se destinam à

contratação de energia de usinas em projeto ou construção, que poderão fornecer energia de três a cinco anos no futuro. Distinção essa que é feita pela diferença nos custos de capital entre empreendimento novo e aqueles já existentes.

Os contratos resultantes desses leilões podem ser feitos em duas modalidades: por quantidade ou por disponibilidade. Contratos por quantidade são aqueles que preveem o fornecimento de certa quantidade de energia a um determinado preço, com essa modalidade sendo geralmente usada para energia hidráulica, onde os riscos de sobras ou déficit de energia são minimizados pelo Mecanismo de Realocação de Energia, que realoca montantes de energia gerados entre todas as usinas participantes, reduzindo o risco de cada uma delas individualmente (NETO, 2021).

Já contratos por disponibilidade são usados principalmente em usinas termelétricas, em que o agente gerador recebe uma remuneração fixa independentemente da quantidade de energia gerada. O valor pago é destinado à cobertura dos custos para a disponibilização da usina ao sistema, porém quando as usinas precisam ser acionadas, é necessário também cobrir os custos relativos ao uso do combustível, refletidos no aumento da conta de energia dos consumidores (NETO, 2021). Ao que parece, a finalidade desses contratos é garantir a segurança energética do país, durante períodos em que as condições hidrológicas sejam desfavoráveis à geração de energia, como em períodos de seca.

2.2 CONSUMO E FORNECIMENTO DE ENERGIA ELÉTRICA NO BRASIL

O consumo e fornecimento de energia elétrica no Brasil possui uma demanda crescente, com um consumo anual de aproximadamente 555 TWh, de acordo com Machado e Miranda (2015).

Para os pesquisadores supracitados, a segurança energética tornou-se uma preocupação brasileira após o apagão de 2001, levando a investimentos para garantir a oferta de energia. A distribuição de energia elétrica no Brasil envolve processos de produção, transmissão e distribuição até o consumidor final. A integração do sistema de energia elétrica no país foi motivada pela dimensão continental, urbanização, industrialização e aumento da demanda em regiões específicas. Assim, a energia elétrica é medida em termos de demanda e energia, sendo a demanda a quantidade de energia produzida ou consumida em um determinado instante.

Nesse aspecto, denota-se que a ANEEL, em 2013 classifica consumidores em um de dois grupos principais quanto ao seu consumo de energia elétrica. O grupo A (alta tensão) é

composto por unidades que recebem energia em tensão igual ou superior a 2,3 kilovolts, ou são atendidas através de um sistema subterrâneo de distribuição em tensão secundária, o que acarreta na tarifa binômia, aplicada ao consumo e demanda faturável. É possível subdividir o grupo A em seis subgrupos, com esse grupo geralmente englobando indústrias e estabelecimentos comerciais de médio e grande porte.

Já o grupo B (baixa tensão) é composto por unidades que recebem energia em tensão menor que 2,3 kilovolts, com a tarifa monômia, que é aplicada somente ao consumo. Ele pode ser subdividido em quatro subgrupos, denominados B1, para consumidores residenciais; B2, para aqueles que se encontram em zonas rurais; B3 para estabelecimentos comerciais ou industriais de pequeno porte e B4 para iluminação pública.

As modalidades tarifárias aplicáveis ao consumo de energia elétrica diferem entre os grupos A e B, com o grupo A possuindo a modalidade tarifária horária Azul, caracterizada por tarifas diferenciadas de consumo de energia elétrica e demanda de potência, de acordo com as horas de utilização do dia; a modalidade tarifária horária Verde, aplicada através tarifas diferenciadas de consumo de energia elétrica, de acordo com as horas de utilização do dia, possuindo uma única tarifa de demanda de potência e a modalidade tarifária Convencional Binômia, composta por tarifas de consumo de energia elétrica e demanda de potência independente das horas de utilização do dia.

Já o grupo B possui a modalidade tarifária horária Branca, caracterizada por tarifas de consumo de energia elétrica, de acordo com as horas de utilização do dia e a modalidade tarifária Convencional Monômia, que possui tarifas de consumo de energia elétrica independente das horas de utilização do dia. Existem também a Tarifa de Energia (TE), que fatura o consumo geral de energia, e a Tarifa do Uso de Sistema de Distribuição (TUSD), que cobre os custos logísticos da distribuição de energia, como instalações, equipamentos e a rede de distribuição.

Também são aplicados alguns impostos sobre a conta de luz, como o Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços (ICMS), o Programa de Integração Social (PIS) e a Contribuição para o Financiamento da Seguridade Social (COFINS), com esses últimos dois impostos sendo cobrados indiretamente do consumidor final, através do valor dos serviços adquiridos, sendo utilizados para minimizar os impactos dos aumentos dos preços e do custo de vida elevado.

Pelo exposto, estudos de viabilidade econômica são realizados para avaliar os custos e benefícios da energia elétrica, incluindo a energia solar, na rede elétrica do Brasil. A energia limpa e sustentável é uma meta importante, e o país busca expandir a infraestrutura e

aprimorar a tecnologia para fornecer serviços de energia modernos e sustentáveis para todos (MACHADO; MIRANDA, 2015).

2.3 ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA NO BRASIL

A energia solar fotovoltaica no Brasil tem se tornado cada vez mais comum e é uma forma sustentável de geração de energia. Ela utiliza painéis solares para captar a radiação solar e converter em eletricidade, preservando o meio ambiente e gerando empregos em todo o país.

O Brasil é potência mundial em termos de radiação solar, podendo ser considerado quase autossuficiente em termos energéticos devido a uma enorme potencialidade da exploração das várias formas de energia, provenientes dos recursos naturais. (NASCIMENTO, 2015, p. 65)

Autores defendem que a energia solar fotovoltaica é uma forma de geração de energia com grande potencial futurístico, capaz de mudar o mundo e o modo de como nos relacionamos com a natureza. Nascimento (2015) aponta que no Brasil, o desenvolvimento do aproveitamento da energia solar começou com o Programa de Desenvolvimento Energético de Estados e Municípios (PRODEEM) em 1994, que inicialmente instalou sistemas fotovoltaicos em cerca de 7.000 comunidades. A autora observa que, embora historicamente o foco tenha sido no abastecimento rural e de comunidades isoladas, há uma tendência de crescimento e diversificação do uso da energia solar fotovoltaica no país, impulsionada pelo barateamento dos equipamentos, aumento do interesse por parte dos investidores, avanço tecnológico e políticas de incentivo. Estes fatores estão contribuindo para uma matriz fotovoltaica mais robusta e uma maior viabilidade da energia solar como alternativa energética no Brasil.

Segundo João Tavares Pinho e Marco Antônio Galdino (2014) existem três tipos de instalação: *on grid*, *off grid* e híbrida. A instalação *on grid* possui custos iniciais mais baixos e permite que o excedente de energia produzido seja convertido em créditos energéticos, que podem ser utilizados para abater futuras contas de energia. No entanto, essa instalação continua conectada à rede elétrica, o que a torna suscetível a apagões e outros problemas relacionados à rede (PINHO; GALDINO, 2014).

Já a instalação *off grid* é completamente independente da rede elétrica e requer o uso de baterias para armazenar a energia gerada durante o dia, de forma a suprir as necessidades

durante a noite ou em dias chuvosos e nublados. No entanto, o custo de instalação é maior devido às baterias e sistemas de armazenamento (PINHO; GALDINO, 2014).

Por sua vez, os sistemas híbridos combinam as vantagens dos dois tipos anteriores, permitindo que a energia seja armazenada em baterias e também enviada para a rede elétrica. Isso proporciona um certo grau de segurança energética, pois, enquanto um dos sistemas estiver funcionando, não haverá problemas de fornecimento de energia (PINHO; GALDINO, 2014).

Essas diferentes opções permitem que os consumidores escolham a melhor solução de acordo com suas necessidades, considerando fatores como custo, segurança energética e autonomia em relação à rede elétrica. O que coloca a energia solar como uma alternativa em potencial sustentável e econômica para suprir a demanda por energia elétrica no Brasil.

2.3.1 Investimento e Viabilidade Econômica

De acordo com dados coletados pela Empresa de Pesquisa Energética (EPE) para a consolidação do BEN, nos anos de 2017 a 2023, a energia solar tem mostrado um crescimento relativamente alto, passando a fornecer 4,4% da energia utilizada em nosso país em 2023, algo muito mais significativo que os 0,01% de energia fornecida por essa fonte apenas 6 anos antes. Já a energia eólica, que já estava mais bem estabelecida, apresentou um aumento de 5,4% para 12,6% ao longo desses anos, graças às novas usinas de geração eólica produzidas durante esse tempo, em especial em estados como Bahia, Rio Grande do Norte e Ceará, que se destacam quanto à produção dessa forma de energia.

Durante esse período de 6 anos, 2019 marca o ponto em que a energia solar começou a demonstrar um ritmo de crescimento elevado, tal ritmo que a energia mantém até os dias de hoje graças à popularização da instalação de placas solares em casas e estabelecimentos comerciais, que são responsáveis pela maioria da energia produzida por essa fonte em nosso país, deixando claro um nicho extremamente importante ocupado pela energia solar: a capacidade de geração descentralizada, o que não implica em custos para o governo que apenas se beneficia com esse tipo de geração, recebendo a energia gerada por instalações on-grid e sendo livre para redistribuir essa energia sem arcar com os custos necessários para a sua produção.

Algo importante a ressaltar quanto ao potencial de expansão da energia solar fotovoltaica é a quantidade de usinas solares ainda em construção, ou cuja construção ainda não foi iniciada, de acordo com dados obtidos pela ABSOLAR. Um ótimo exemplo disso se

encontra em Minas Gerais, que atualmente possui uma potência instalada igual a 730,2 MW, com usinas capazes de gerar outros 1806,6 MW atualmente em construção e 13557 MW em fase de planejamento. Embora uma expansão tão grande tenha como custo altos investimentos, devido ao alto custo inicial, porém ao longo prazo (onde essa forma de geração tende a se destacar), pode muito bem resultar numa alta diminuição de custos ao evitar a necessidade de ativação de usinas termelétricas, ao diminuir a dependência que nosso país tem da energia hidrelétrica.

Pode-se observar, então, que essas duas fontes de energia são atualmente responsáveis por cerca de 17% da produção energética do nosso país, com o crescimento dessas duas fontes sendo maior a cada ano que se passa, demonstrando o interesse cada vez maior do mercado por essas fontes devido aos seus custos cada vez menores e a baixa manutenção que se faz necessária para fontes de produção de energia que não precisam ser fornecidas com uma matéria prima.

Alguns dos maiores problemas enfrentados pelas formas de energia renováveis são o seu alto custo inicial, quando comparado ao custo das formas tradicionais de energia e a intermitência observada na produção energética de fontes novas, principalmente a solar e a eólica, diminuindo ainda mais a atratividade dessas opções para produção de energia em alta escala. Outro desses fatores é que a distância entre regiões propícias para a geração desses tipos de energia pode, muitas vezes, se encontrar longe dos grandes centros urbanos, aumentando os custos para conectá-los à rede elétrica. Existem também algumas dificuldades quanto a forma de implantação das formas de energia específicas, com um exemplo sendo a energia solar que pode ser instalada on e off grid. Interessantemente, a maior parte da geração de energia solar no Brasil é realizada de forma descentralizada, ou seja, por meio de sistemas de microgeração (até 75 kW) e minigeração (acima de 75 kW e até 5 MW), ou seja, casas e pequenos negócios, ao invés de ser gerada por usinas solares. Isso apresenta certa vantagem ao governo, que consegue se beneficiar de um aumento no fornecimento de energia por sistemas ongrid ao mesmo tempo que evitam os custos de reparo e manutenção associados a qualquer sistema de geração.

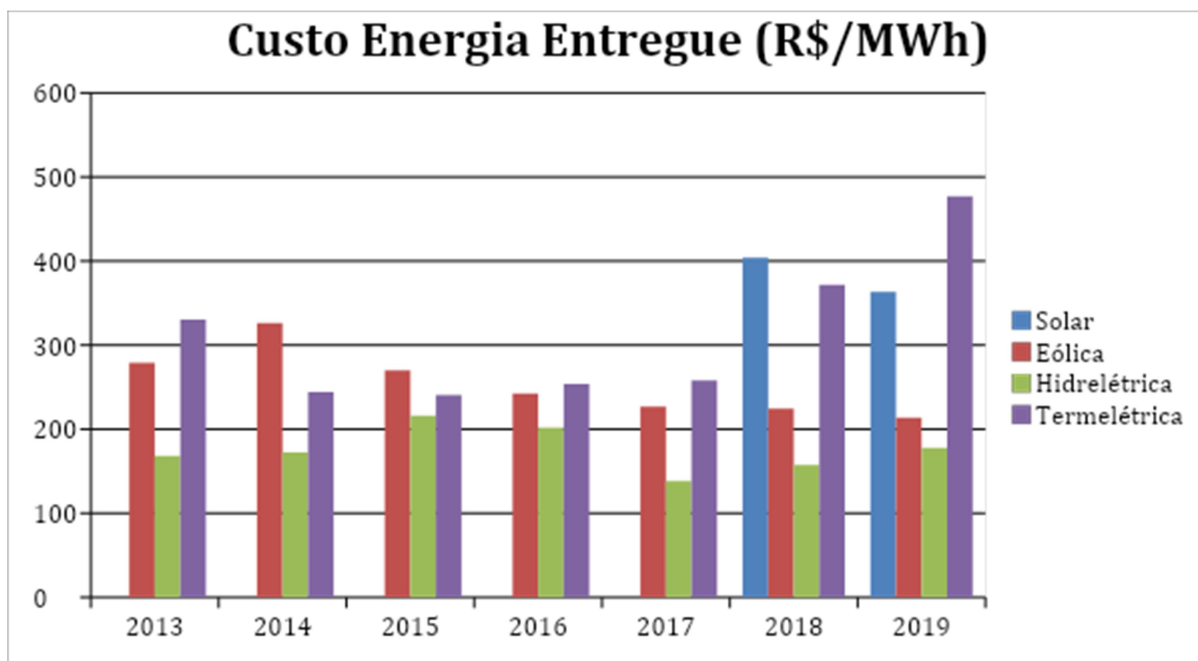


Figura 2 – Custos de geração.
Fonte: ABRAPCH, 2021.

Segundo um estudo feito utilizando dados da ANEEL, ONS, CCEE e EPE (Empresa de Pesquisa Elétrica), várias instituições do setor elétrico brasileiro de 2013 a 2019, o custo em reais por megawatt/hora de energia solar é, em média, aproximadamente o dobro do custo da energia proveniente das hidrelétricas e cerca de 50% mais caro que a energia eólica, porém essas duas fontes apresentam algo não observado nas outras fontes de energia: custos não só estáveis, mas cada vez menores, onde a energia eólica teve seu custo diminuído de R\$ 278,98 para R\$ 213,42 durante esse período de tempo.

Fora isso, o “seguro” climático oferecido pelas termelétricas não vem se mostrando tão confiável, com cada vez mais aumentos nas contas de energia elétrica que poderiam ser evitados com um foco em complementar a energia de nosso país utilizando a fonte eólica e solar, oferecendo uma energia mais eficaz, barata e limpa.

Em 2021, o Brasil se encontrava entre os líderes no crescimento da produção de energia solar, estando em quarto lugar quanto à capacidade adicionada e em décimo terceiro lugar quanto à capacidade instalada acumulada, segundo uma pesquisa realizada pela Associação Brasileira de Energia Solar Fotovoltaica (ABSOLAR). Com um aumento de 5,7 GW (cerca de 42% da geração total de energia solar do país naquele ano), o Brasil se encontrava superior à países como a Alemanha e o Japão, porém continuava longe do aumento de 10,3 GW por parte da Índia, mas ainda assim mostrando um certo interesse por parte do país quanto ao aumento de geração de energia solar.

Acompanhando essa tendência ascendente na produção de energia solar, o Brasil também viu a introdução de políticas regulatórias inovadoras para incentivar o uso eficiente e econômico da energia, em particular a energia solar fotovoltaica (FV). A Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) tomou uma medida significativa ao introduzir a tarifa branca, uma nova modalidade de cobrança que beneficia os usuários que consomem energia fora dos horários de pico. Implementada pela Resolução Normativa nº 733/2016, essa modalidade de tarifação oferece a possibilidade de economia para as pessoas jurídicas que optarem por ela, estabelecendo tarifas menores para os horários considerados fora de ponta e maiores para os períodos intermediários e de ponta.

Essa diferenciação de tarifas é especialmente relevante para a geração de energia fotovoltaica, cuja produção ocorre primordialmente entre 9h e 15h, um horário geralmente classificado como fora de ponta na tarifação branca. Isso significa que a energia produzida pelos sistemas FV pode ser consumida ou injetada na rede com custos inferiores aos convencionais, promovendo ainda mais o uso dessa fonte renovável. Além disso, a modalidade tarifária incentiva os consumidores a ajustarem seus hábitos de consumo, buscando aproveitar os horários com tarifas mais vantajosas, o que pode contribuir para a redução da demanda nos horários de pico e, por consequência, para a diminuição da necessidade de acionamento das usinas térmicas, que são mais poluentes e caras.

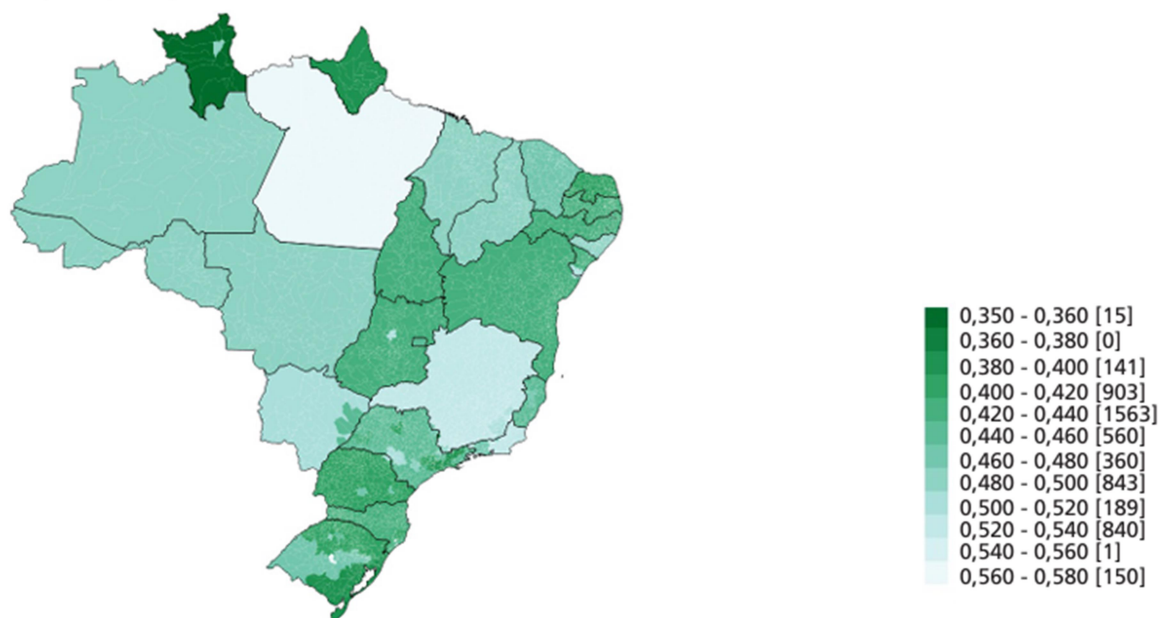
A possibilidade de migração para a tarifa branca, disponível desde o primeiro dia de 2018, reflete o compromisso do Brasil com a adoção de práticas mais sustentáveis e econômicas no consumo de energia. A medida não só favorece o crescimento da energia solar fotovoltaica no país, como também alinha o Brasil às tendências globais de eficiência energética e respeito ao meio ambiente. Assim, essa política da ANEEL representa mais um passo importante no caminho do Brasil em se tornar uma referência global em energia renovável, especialmente solar, aproveitando seu vasto potencial para gerar energia limpa e sustentável.

Os pesquisadores Dantas e Pompermayer (2018) buscaram avaliar a viabilidade de adoção de sistemas fotovoltaicos (FV) por consumidores residenciais, considerando dois aspectos principais: o custo da energia gerada pelo sistema FV e o custo da energia fornecida pelas concessionárias locais. Para isso, calcularam o valor da energia produzida pelos sistemas FV, levando em conta os custos de equipamentos, instalação e a incidência solar em cada município brasileiro. Paralelamente, avaliaram o custo da energia fornecida pelas concessionárias, considerando os valores da ANEEL e os impostos aplicáveis, como o ICMS, que varia entre os estados e de acordo com a faixa de consumo.

MAPA 2

Valor cobrado pelas distribuidoras locais sem incidência de impostos

(Em R\$/kWh)



Elaboração dos autores.

Obs.: Número de municípios entre colchetes.

Figura 3 – Mapa com o valor cobrado pelas distribuidoras locais de energia fotovoltaica sem incidência de impostos.

Fonte: Dantas e Pompermayer, 2018.

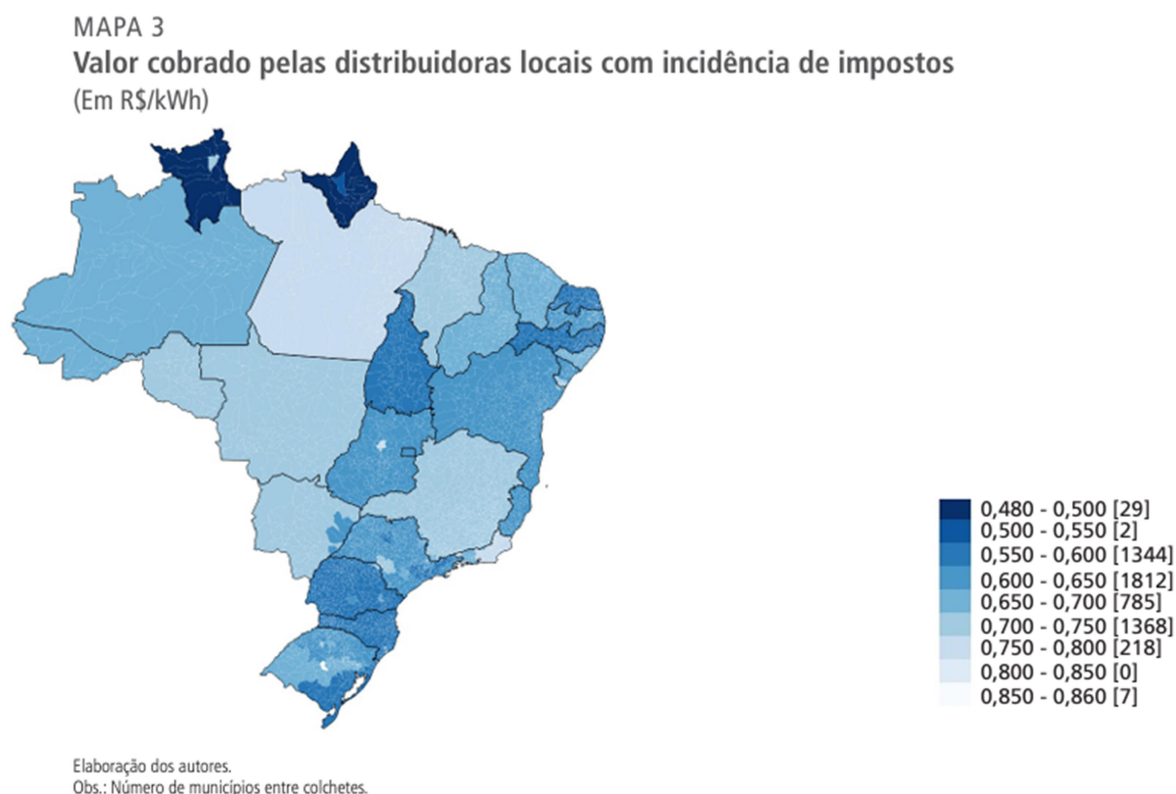


Figura 4 – Mapa com o valor cobrado pelas distribuidoras locais com incidência de impostos.
 Fonte: Dantas e Pompermayer, 2018.

Eles identificaram que o sistema FV mais econômico, em um horizonte de investimento de quinze anos, foi o composto por dezoito placas. Utilizaram esse valor para calcular a relação entre o custo da energia produzida pelo sistema FV e a tarifa cobrada pelas concessionárias, com o objetivo de determinar onde a energia fotovoltaica pode ser competitiva. Os mapas elaborados pelos autores mostram as tarifas cobradas pelas distribuidoras (sem e com impostos), indicando as variações de custo entre os estados. Os resultados revelam que Pará, Rio de Janeiro e Minas Gerais possuem as tarifas mais altas, enquanto Roraima e Amapá têm as mais baixas, evidenciando a influência das diferentes alíquotas de ICMS nas tarifas finais. Essa análise contribui para entender a competitividade da energia fotovoltaica em diferentes regiões do Brasil.

3 METODOLOGIA

Para elaboração e consolidação deste estudo, optou-se, a priori por realizar um estudo acerca do Estado da Arte, para que fosse necessário apreender e identificar se a temática na qual interessava, tinha contundência científica. Quando verificado viabilidade, foi realizado a propositura de uma pesquisa documental.

Segundo Tartuce (2019), a pesquisa é composta pela investigação realizada através de um conjunto de ações propostas com o objetivo de buscar soluções para um problema, com base em metodologias racionais e sistemáticas. Ela é realizada quando não se tem o conhecimento para resolver um problema imediatamente. Esse processo de investigação permite a ampliação do conhecimento do pesquisador.

Nesse sentido, o pesquisador deve se empenhar em buscar informações com responsabilidade e cuidado. É importante ressaltar que atualmente o ensino e a pesquisa estão intimamente ligados, não podendo ser dissociados. No meio acadêmico, a aprendizagem do estudante deve envolver tanto a docência quanto a pesquisa, visando promover mudanças políticas, sociais e econômicas ao longo do tempo. É por meio da pesquisa que novos conhecimentos são gerados e novas perspectivas são exploradas, contribuindo para o avanço da sociedade como um todo.

3.1 TIPO DA PESQUISA

O método utilizado neste estudo é de natureza quali-quantitativa, descritiva e que leva em consideração o embasamento bibliográfico e empírica por meio do Estado da Arte. Na ótica de Minayo (2018) a pesquisa quantitativa responde a questões muito particulares. Ela se preocupa, nas ciências sociais, com um nível de realidade que não pode ser quantificada. Ou seja, ela trabalha com um universo de significados, motivos, aspirações, crenças, valores e atitudes, o que corresponde a um espaço mais profundo das relações, dos processos e dos fenômenos que não podem ser reduzidos a operacionalização de variáveis.

Já para Tartuce (2019), a pesquisa quantitativa:

É um método de pesquisa que recorre a diferentes técnicas estatísticas para quantificar opiniões e informações. Tem o objetivo de contar, ordenar e medir para estabelecer a frequência e a distribuição dos fenômenos. Estabelecer padrões de relação entre as variáveis, os testes de hipótese, induz intervalos de assertivas para os parâmetros pesquisados e margens de erro para as estimativas. (...) o pesquisador da área quantitativa levanta dados numéricos tendo como recurso a mensuração dos

dados por intermédio de gráficos, percentagem, média, moda, desvio padrão, mediana, coeficiente de correlação, análise de regressão, entre outras técnicas mais.

Nesse aspecto, quando se infere que o estudo será qualiquantitativo, diz-se que o mesmo será misto, por utilizar essas duas abordagens como pressupostos metodológicos. Assim, métodos mistos se prende com a constante evolução que o campo da pesquisa vai sofrendo, aliado ao facto de se constituir uma abordagem que procura utilizar os pontos fortes de ambas as metodologias (quantitativa e qualitativa). Nesse sentido, espera-se seguir uma metodologia que não só dê resposta a problemas complexos, como alie as preferências de investigadores multidisciplinares.

Para Minayo (2018), o estudo descritivo, expõe características de determinada população ou de determinado fenómeno. Pode também estabelecer correlações entre variáveis e definir sua natureza. Não tem compromisso em explicar os fenómenos que descreve, embora sirva de base para tal explicação. Ela preocupar-se com a descrição de características ou funções e terá como objetivo primordial a descrição de características do fenómeno estudado. No entanto, o pesquisador precisara saber exatamente o que pretende com a pesquisa, ou seja, quem ou o que precisa medir, quando e onde o fará, como fará e porque deverá fazê-lo.

3.2 CAMPO DE PESQUISA E COLETA DE DADOS

Por se tratar de um estudo de base bibliográfica, documental, a pesquisa aconteceu entre Outubro e Dezembro de 2023 na virtualidade, por meio das bases de dados Google Acadêmico e a Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações (BDTD). Foram utilizados como critérios de inclusão textos completos, no idioma português, que discutisse a temática proposta nos últimos 10 anos. Optou-se como material de exclusão, textos duplicados, resumos, editoriais, cartas ao editor e qualquer material que se destoasse da temática em questão.

3.3 ANÁLISE DOS DADOS

No que tange a análise dos dados, denota-se que após a obtenção dos documentos, eles foram analisados observando as mudanças que ocorreram durante um intervalo de tempo variável, indo desde 4 a 6 anos, com o intuito de diminuir a variância que poderia ser ocasionada por intervalos muito pequenos. Nesses aspectos, as informações foram analisadas

a luz do referencial teórico para o campo qualitativo. Já o quantitativo foi expressado por meio de frequência absoluta e relativa.

3.4 PRECEITOS ÉTICOS

É necessário esclarecer que os aspectos éticos no que concerne à autenticidade das ideias, conceitos e definições dos autores trabalhados foram mantidos mediante Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). Desse modo, procurou-se reduzir vieses do estudo, dando-lhe maior fidedignidade as informações coletadas e resguardando os preceitos éticos-legais.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Durante o período observado, é notável o crescimento que ocorreu com a geração de energia solar fotovoltaica e devido à localização geográfica e condições ambientais do Brasil, o país tem capacidade para gerar muita energia através dessa forma de geração. Sua proximidade à linha do Equador e a baixa variância de incidência de luz solar durante as quatro estações do ano tornam a geração solar fotovoltaica muito atrativa quando consideramos a consistência da incidência de radiação solar, em especial no semiárido nordestino, que apresenta a maior taxa de incidência solar do país, como podemos observar na Figura 3.



Figura 5 – Mapa de Insolação no Brasil.
Fonte: Banco Mundial, 2023.

O Brasil, com suas condições climáticas favoráveis, apresenta um potencial solar excepcional em quase todo o seu território, com médias de irradiação solar superiores a 5.0 kWh/m² por dia em grande parte das regiões, com a notável exceção da região Sul. Esta característica posiciona o país como um dos locais mais promissores para o desenvolvimento e a expansão da energia solar, abrindo caminhos para um futuro energético mais limpo e sustentável. Para capitalizar esse potencial, é crucial uma abordagem multifacetada que não apenas destaque a viabilidade econômica da energia solar, mas também enfatize seus inúmeros benefícios, que vão desde a redução da dependência de combustíveis fósseis até a diminuição do impacto ambiental, passando pelo fortalecimento da segurança energética nacional.

Para impulsionar a adoção da energia solar em larga escala, um dos passos fundamentais é intensificar a conscientização pública. Isso envolve educar a população sobre os aspectos técnicos, econômicos e ambientais da energia solar, desmistificando preconceitos e destacando as vantagens tangíveis que essa forma de energia pode oferecer. Uma campanha eficaz de conscientização deve abordar tanto o potencial de economia a longo prazo para os usuários domésticos quanto as oportunidades de negócios para o setor comercial, incentivando assim uma transição mais rápida para fontes de energia renováveis.

No entanto, a implementação em massa da energia solar ainda enfrenta desafios significativos, principalmente devido ao alto custo inicial associado à aquisição e instalação de sistemas fotovoltaicos. Embora as configurações *on grid* representem uma opção mais acessível em comparação às alternativas *off grid* ou híbridas, os custos podem ser proibitivos para muitos, ultrapassando frequentemente R\$ 10.000,00. Para superar essa barreira, políticas governamentais de incentivo são vitais. Tais políticas poderiam incluir subsídios diretos, que reduziriam o ônus financeiro sobre os consumidores, tornando a energia solar uma opção viável para um espectro mais amplo da população.

Além de programas de subsídios, o governo poderia implementar uma série de medidas de apoio, como linhas de crédito com juros reduzidos, incentivos fiscais para instalação de sistemas solares e a promoção de parcerias entre os setores público e privado para financiar projetos de energia solar. Essas medidas, combinadas com a educação e conscientização da população, poderiam acelerar significativamente a adoção da energia solar.

A expansão da energia solar no Brasil também tem o potencial de gerar empregos, estimular o crescimento econômico e promover o desenvolvimento tecnológico no setor de energias renováveis. Isso, por sua vez, pode contribuir para uma sociedade mais resiliente e

adaptada às mudanças climáticas, reduzindo a pegada de carbono do país e promovendo a sustentabilidade ambiental. Portanto, investir na energia solar não é apenas uma questão de política energética, mas uma estratégia integral para o desenvolvimento sustentável e a prosperidade a longo prazo.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Estamos passando por um período de seca prolongado, que vem prejudicando a geração de energia da fonte principal da matriz energética brasileira: as hidrelétricas, algo que vem causando problemas para os consumidores tanto pela maior incidência de apagões quanto pelo aumento nas contas de energia, devido à ativação de energias termelétricas, que também tem outro negativo ao aumentar a emissão de gases poluentes na atmosfera.

Com isso em mente, se torna cada vez mais importante a exploração de fontes alternativas, sustentáveis e efetivas para a produção de energia elétrica. Logo, esse trabalho buscou examinar a viabilidade econômica da geração de energia solar fotovoltaica.

Durante o trabalho, foi visto que essa fonte de energia vêm sido responsável por uma porcentagem cada vez maior da energia produzida em nosso país, continuando a crescer ano após ano à medida que a tecnologia envolvida em sua utilização continua a ser desenvolvida e se torna cada vez mais acessível, tanto a nível doméstico quanto comercial e industrial, sendo bastante popular graças à facilidade de instalação de sistemas de microgeração, embora seu preço ainda a torne inacessível por boa parte da população. Em termos de custo-benefício, embora essa fonte de geração ainda custe mais caro que uma hidrelétrica para produzir a mesma quantidade de energia, a diferença vem diminuindo consistentemente a cada ano que se passa, algo único quando comparado às outras fontes utilizadas no Brasil, cujos custos tendem a variar dependendo do ano, diminuindo e aumentando de acordo com as circunstâncias únicas de cada fonte.

Diante das informações obtidas durante a elaboração desse trabalho, fica claro que a energia solar fotovoltaica tem um enorme potencial de crescimento tanto em relação à sua capacidade instalada potencial em nosso país quanto sobre a segurança energética proveniente de uma forma de energia que não só possui custos menores que os de uma usina termelétrica, mas estaria sempre produzindo energia sem a necessidade da utilização de alguma matéria prima.

Diante do exposto, frisa-se que esta pesquisa foi de suma importância no saber-fazer da profissão. A composição e realização desse trabalho trouxe reflexões necessárias, por meio dele foi possível apreender sobre o universo que envolve a Ciência e Tecnologia e sua relação com o campo Energético e Sustentável. Assim, sugere-se que mais estudos dessa magnitude sejam realizados, uma vez que carecem de informações teórico-empírico relacionados a esta temática.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA (ABSOLAR). **Geração Distribuída Solar Fotovoltaica. Encontro Nacional dos Agentes do Setor Elétrico – ENASE**. Rio de Janeiro, 2016. Disponível em: <https://www.absolar.org.br/mercado/infografico/>. Acessado em 15 nov. 2023.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. **Leilões**. Governo Federal: DF, 2022. Disponível em: <https://www.gov.br/aneel/pt-br/assuntos/leiloes>. Acesso em 20 nov. 2023.

BIRNFFELD, A. **Estudo sobre as opções tecnológicas em energia renovável para aplicação na região Oeste de Santa Catarina**. 2014. 73f. Monografia (Graduação em Engenharia Civil). Universidade do Oeste de Santa Catarina, Videira, 2014.

CAPRIGLIONE, P. S. **A energia renovável na matriz energética brasileira**. 2006. 106f. Monografia (Graduação em Engenharia Civil). Escola de economia de São Paulo da Fundação Getúlio Vargas, São Paulo, 2006.

CÂMARA DE COMERCIALIZAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA. **Relatório de sustentabilidade de 2022**. Disponível em: https://www.ccee.org.br/relatoriodesustentabilidade/pdfs/relatorio_de_sustentabilidade_ccee_portugues.pdf. Acesso em 10 dez. 2023.

DANTAS, Stefano Giacomazzi; POMPERMAYER, Fabiano Mezadre. Viabilidade econômica de sistemas fotovoltaicos no Brasil e possíveis efeitos no setor elétrico. **Texto para discussão**. N. 2388. Rio de Janeiro: Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (Ipea), 2018.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. **Balanco Energético Nacional 2023**. Disponível em: <https://www.epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/balanco-energetico-nacional-2023>. Acessado em 03 dez. 2023.

ENGENHO, Pesquisa Desenvolvimento e Consultoria Ltda. **ABRAPCH – O Custo da Geração de Energia**, 2019.

LEITE, A, C. G. M. **A sustentabilidade empresarial, social e as fontes de energia**. 2013. 39f. Graduação em Administração. Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2013.

MACHADO, Carolina T; MIRANDA, Fábio S. Energia solar fotovoltaica: uma breve revisão. **Revista Virtual de Química**, v. 7, n. 1, p. 50-56, 2015.

MISSEL NETO, Ary do Valle; et al., Proposta de projeto de um veáculorobático movido a energia solar com aplicação voltada ao corte da grama. **Anais do SIMPÓSIO NACIONAL DE CIÊNCIAS E ENGENHARIAS (SINACEN)**, v. 6, n. 1, p. 10-19, 2021.

MINAYO, M.C. De S. (Org.) **Pesquisa social: teoria, método e criatividade**. 35. ed. Rio de Janeiro: Vozes, 2018.

MOTTA, S. R. F. **Sustentabilidade na construção civil: crítica, síntese, modelo de política e gestão de empreendimentos**. 2009. 59f. Monografia (Graduação em Engenharia Civil). Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2009.

NASCIMENTO, Adriana de Souza. **Energia solar fotovoltaica: estudo e viabilidade no Nordeste brasileiro**. 2015. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica) – Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2015.

OTAVIO VIANA, L.; PINTO DO NASCIMENTO NETO, A.; FLORIAN, F. Energia renovável: energia solar fotovoltaica residencial. **RECIMA21 - Revista Científica Multidisciplinar - ISSN 2675-6218**, [S. l.], v. 3, n. 1, p. 31-41, 2022.

PERAZA, Danielle Goulart. **Estudo de viabilidade da instalação de usinas solares fotovoltaicas no Estado do Rio Grande do Sul**. 2013. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – [Instituição de Ensino], Porto Alegre, 2013.

PINHO, João Tavares; GALDINO, Marco Antônio. Manual de engenharia para sistemas fotovoltaicos. **Grupo de Trabalho de Energia Solar**: Rio de Janeiro, 2014.

SILVA, M.; ROCHA LANA, T.; SILVA JÚNIOR, J. A.; G. TALARICO, M. Energia solar fotovoltaica: revisão bibliográfica. **Revista Mythos**, v. 14, n. 2, p. 51-61, 25 jun. 2021.

SILVA, Leyla Rosane de Oliveira. **Estudo sobre a utilização de fontes renováveis e suas principais tendências** / Leyla Rosane de Oliveira, Raphaela Hikari Lima Teshima. - Maceió: 2018 .

TARTUCE, Terezinha. **Normas e Técnicas para Trabalhos Acadêmicos**. 2019, p. 55.

WIRZBICKI, Sanrda Maria. **O conceito de energia: nas interações de professores, estudantes e livros didáticos de biologia**. 1. ed. Editora Appris: São Paulo, 2016.