

Acessibilidade à Energia Solar Fotovoltaica em Famílias de Baixa Renda no Ceará

Ewerton Oséias Ferreira Sudário
John Hebert da Silva Felix

RESUMO

Este Trabalho de Conclusão de Curso investiga a acessibilidade às tecnologias de geração de energia solar e seu impacto na qualidade de vida das famílias de baixa renda no Ceará. A pesquisa destaca como a energia solar pode reduzir a pobreza energética e melhorar a sustentabilidade ambiental. Utilizando uma metodologia baseada em revisão sistemática de literatura e análise qualitativa, o estudo revela que, apesar dos desafios iniciais como o alto custo de instalação e a necessidade de capacitação técnica, há benefícios significativos em termos de redução de custos e melhoria na qualidade de vida. As políticas públicas, juntamente com parcerias público-privadas, são cruciais para expandir o acesso a esta tecnologia, sugerindo que medidas continuadas e integradas são necessárias para promover a energia solar como uma solução viável a longo prazo.

Palavras-chave: Sustentabilidade. Energia Solar. Aquecimento Global. Ceará

ABSTRACT

This Thesis explores the accessibility to solar energy technologies and their impact on the quality of life of low-income families in Ceará, Brazil. The research highlights how solar energy can reduce energy poverty and enhance environmental sustainability. Employing a methodology based on a systematic literature review and qualitative analysis, the study reveals that despite initial challenges such as high installation costs and the need for technical training, there are significant benefits in cost reduction and quality of life improvement. Public policies, along with public-private partnerships, are crucial for expanding access to this technology, suggesting that continued and integrated measures are necessary to promote solar energy as a viable long-term solution.

Keywords: Sustainability. Solar Energy. Global Warming. Ceará.

1 INTRODUÇÃO

A cada ano que se passa é notório que o aumento da temperatura global os raios solares estão cada vez mais intensos, essa mudança climática afeta diretamente a sociedade. Segundo Alcoforado (2020), devido ao aquecimento global a população mundial será impactada, provocando um aumento de doenças respiratórias e até mesmo infartos, ainda ressalta que somente agora as organizações mundiais estão reconhecendo os impactos do aquecimento global na saúde das pessoas.

É amplamente reconhecido que a crise hídrica no Brasil passou a ser uma preocupação

nacional a partir de 2013. Neste ano, a região Nordeste enfrentou um prolongado e severo período de seca, resultando em uma queda significativa nos níveis dos reservatórios e na capacidade de armazenamento. Houve aumento nos preços da energia elétrica e com isso a preocupação de alternar os meios de geração dessa energia. Assim, tornando a matriz energética brasileira diversificada e com alternativa viável à população de baixa renda, Oliveira (2019).

O aquecimento global é um fenômeno climático de grande escala, definido pelo aumento da temperatura média da superfície da Terra e impulsionado por fatores internos e externos. Entre os fatores internos, encontramos sistemas climáticos caóticos e não lineares, que variam em função de elementos como a atividade solar. Por outro lado, os fatores externos, relacionados à atividade humana, incluem a emissão de gases de efeito estufa, que se originam de várias fontes, como a queima de combustíveis fósseis, incluindo carvão e derivados do petróleo alcoforado (2020).

Corroborando com o autor supracitado, Oliveira et.al, (2024), ressalta a importância de problematizar o aquecimento global, onde no passar dos anos apresenta-se crescente mudanças climáticas e ambientais, apresentar essa problemática durante as aulas de Biologia, para incentivar a percepção dos estudantes sobre a necessidade de compreender as consequências dessas alterações para os ecossistemas.

O Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas IPCC (2023), instituído pela ONU (Organização das Nações Unidas) o efeito estufa é uma das principais causas do aumento das temperaturas em todo planeta e há indícios que a ação humana também contribui para tal feito. Diversos meteorologistas afirmaram que ações humanas direcionadas estão entre as principais atividades causadoras do efeito estufa.

A mudança climática foi fator crucial para a decisão da realização desta pesquisa sobre e como assunto principal é a economicidade que a tecnologia fotovoltaica proporciona. Esse conceito não está apenas diminuindo os custos de energia, mas também é parte da estratégia para criar um ambiente verde e aliviar os efeitos da mudança climática, por isso Solar (2020) A energia solar tomou grandes proporções nos últimos anos, por ser uma fonte de energia renovável, porém, pode ser um impasse, os altos custos necessários desde sua implantação até a geração de energia.

Entre os anos de 2017 a 2021 a geração de energia fotovoltaica centralizada teve aumentos exponenciais, a Associação Brasileira de Energia Solar Fotovoltaica - ABSOLAR relata que no Brasil há aproximadamente 3,9MW de potência instalada. Constantemente as tecnologias de energia solar vão atualizando-se para que sempre esteja alinhada com a incidência solar e aproveitar ao máximo esse recurso, com isso pode-se notar que essa matriz

energética é de mais valia para uma residência Absolar (2022).

A geração de energia por meio do sistema fotovoltaico impacta diretamente no poder de compra das famílias que o adere, visto que a energia solar promoverá uma economicidade mensal significativa para cada lar, deste modo Pacheco (2006), aponta que o uso desta tecnologia traz diversos benefícios econômicos para as famílias e contribui para o desenvolvimento urbano nas diversas cidades no Brasil.

Com uma abundante recepção de energia solar, a Terra se mostra um verdadeiro recurso natural. Ao longo do tempo, o ser humano, por meio de estudos e inovações, desenvolveu o sistema fotovoltaico, que inclui as placas solares que conhecemos atualmente. Essa tecnologia representa uma excelente alternativa para a geração de energia, uma vez que não causa impactos ambientais significativos Gebert, Muller e Casagrande (2018).

A Empresa de Pesquisa Energética (EPE, 2021), afirma que no Brasil a matriz energética é composta de 70% de fontes renováveis, em grande parte de natureza hidrelétricas e eólicas, o que torna o Brasil diferente em sua matriz elétrica do restante do mundo, que utiliza mais de 60% de combustíveis fósseis.

Segundo Gobato (2017), o potencial energético do sistema fotovoltaico é de se admirar. Ele relata que se toda a incidência de raios solares fosse captada para transformação em energia elétrica, essa por sua vez poderia gerar mais de 1800 vezes a quantidade de energia que é consumida hoje no globo. Em um contexto marcado por preocupações com o efeito estufa, a sustentabilidade que a energia solar oferece é uma excelente notícia. Esse aproveitamento resulta em benefícios econômicos e também em lucros para o meio ambiente.

Tendo em vista que de fato no interior do Ceará o aumento da temperatura resulta em diversas consequências para a saúde do cidadão, o Governo do Estado do Ceará em parceria com uma Universidade Federal do Ceará - UFC em 2020 criará um estudo do qual visa demonstrar a viabilidade econômica na concessão da tecnologia de geração de eletricidade em painéis fotovoltaicos.

Nesse sentido, a proposta estratégica para a redução da pobreza entre os mais vulneráveis no estado do Ceará é a execução do Programa Renda do Sol, que se fundamenta na microgeração de energia. A energia solar residencial passa a ser um ativo primordial, conferindo uma vantagem competitiva para o Ceará em relação aos demais estados não somente no que tange à economia, mas também no aspecto social Ceará (2020).

Diante do assunto estabelecido, percebeu-se a necessidade de desenvolver este estudo para apresentar o quão é importante a Acessibilidade às Tecnologias de geração de Energia e Avaliação do Impacto na Qualidade de Vida nas Famílias de Baixa Renda.

1.1 OBJETIVO GERAL

Mostrar como a tecnologia fotovoltaica pode ajudar as famílias de baixa renda com a inclusão da tecnologia fotovoltaica e assim reduzir custos com eletricidade. Com a inserção desses sistemas solares tende a ter economias reais nas contas de luz, com isso podendo a família ter uma melhoria na qualidade de vida. Mostrar também que políticas públicas no intuito de facilitar financeiramente o acesso a essa nova tecnologia podem impactar positivamente no dia a dia. Além de colaborar com a sustentabilidade ambiental.

1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Conhecer os principais subsídios governamentais para a acessibilidade financeira da energia solar;
2. Compreender estratégias para minimizar os impactos financeiros às famílias de baixa renda;
3. Apresentar possibilidade que viabilize a qualidade de vida, a partir do uso da energia fotovoltaica.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 O AQUECIMENTO GLOBAL

De acordo com o IPCC (2001), relata que nos últimos 50 anos uma das principais causas do aquecimento do globo é enfatizada na ação humana. Projeta-se que até o ano de 2100 terá aumentos gradativos da temperatura média global entre 1,4 e 5,8 °C, sem falar na expansão dos oceanos por conta dos derretimentos das calotas polares, que podem variar entre 0,09 e 0,88 metros. Caso as previsões relatadas pelo o instituto vier a acontecer de fato, prevê-se um aumento na incidência de ondas de calor, inundações e secas. Por isso, o IPCC procura estabelecer diretrizes internacionais no intuito de controlar as emissões de gases de efeito estufa, dando como exemplo o Protocolo de Kyoto, que teve assinaturas recolhidas em 1997 e passou a vigorar em 2005.

O Nordeste brasileiro tem mudanças climáticas projetadas para as próximas décadas se manifestam na previsão de aumento da temperatura, ondas de calor, mais dias sem chuva e

diminuição da precipitação total Marengo, (2014). Essas projeções futuras também são consistentes com modelos de maior resolução, cujas simulações se aplicam à parte semiárida do Nordeste, mostrando a previsão de redução da precipitação no inverno austral e aumento da temperatura ao longo do século XXI (Sales et al., 2015).

As emissões de gases que causam o efeito estufa no Ceará diminuíram nos últimos anos, representando apenas 1,16% do total do Brasil em 2021. Essa redução é significativa e mostra que as ações para combater as mudanças climáticas estão surtindo efeito. No Ceará, a principal fonte dessas emissões é a geração de energia, seguida pela agropecuária e pelo descarte de lixo. É como se o Ceará estivesse diminuindo o tamanho da sua pegada de carbono, contribuindo para um futuro mais sustentável (IPECE, 2021).

2.2 GERAÇÃO DE ENERGIA SOLAR NO BRASIL

Sob um céu generoso, o Brasil oferece condições perfeitas para a captação de energia solar, por isso a matriz energética brasileira terá uma mudança significativa nos próximos 25 anos, com a eólica e a solar assumindo o protagonismo (Mendes et al., 2017). Além de ser limpa, essa fonte de energia auxilia na preservação de recursos naturais e na mitigação das mudanças climáticas.

A energia é considerada um dos principais pilares do padrão de vida das sociedades modernas e, com o aumento da população, os serviços tendem a se expandir para atender às suas demandas, gerando assim uma dependência energética. Além disso, a energia é um fator crucial para o desenvolvimento, pois pode aumentar a eficiência e a produtividade do trabalho humano (Sachs, 2012).

Para Silva (2015), quase todas as fontes de energia, como a hidráulica, a biomassa, a eólica, os combustíveis fósseis e a energia dos oceanos, são, de forma direta ou indireta, originárias do Sol. A energia solar também pode ser convertida diretamente em eletricidade por meio do efeito fotovoltaico. Dessa forma, a energia solar pode ser capturada e transformada em eletricidade de maneira prática e sustentável, através dos painéis solares, que por sua vez vem com o custo elevado para classes sociais menos favorecidas do Brasil.

Segundo o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE (2017), na geração centralizada, as usinas grandes são instaladas em estruturas metálicas fixas e inclinadas ou se movem ao longo do caminho do sol. A geração solar fotovoltaica centralizada é, e vai continuar sendo, uma das principais bases para o crescimento dessa fonte de energia no país, mesmo que ainda não seja tão comum.

São diversas vantagens que existem quando a produção de energia se torna autônoma. Segundo Guangul (2019) energia solar é abundante e inesgotável, oferecendo um potencial energético imenso, é a principal fonte renovável e inesgotável do planeta, por não degradar muito o meio ambiente. A simplicidade de instalação e manutenção torna o sistema mais acessível. Uma desvantagem é a dependência da luz solar, o que limita a geração de energia em dias nublados ou à noite.

2.2.1 Geração de Energia Solar no Ceará

O estado do Ceará por ser geograficamente localizado no globo onde as incidências dos raios solares são mais intensas foi o primeiro estado brasileiro a receber uma usina fotovoltaica centralizada em 2011. Mais especificamente na cidade de Tauá/CE onde o empreendimento instalou-se, sua geração inicial de 1 MWp, o que para a época era uma quantia considerável. Ao todo são 4.680 painéis fotovoltaicos que geram energia através das incidências solares atendendo uma demanda média de 1,5 mil residências (ADECE, 2020).

A grande potência da radiação solar no Brasil o torna um país propício à geração de energia através dessa radiação. Essa fonte de energia é viável, tanto economicamente como ambientalmente. O Ceará tem investido fortemente na expansão da energia solar fotovoltaica distribuída. E todo esse investimento começou quando a Resolução Normativa nº 482/12, da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) onde teve sua versão mais recente na Resolução Normativa nº 687/15, A Resolução Normativa 482/2012 estabeleceu as normas gerais para a micro e minigeração distribuída, proporcionando segurança para investidores e incentivando o desenvolvimento desse segmento (Nayyar et al., 2014).

A ascensão das usinas solares no Brasil foi em meados de 2019, em comparação aos dois anos anteriores foi mais que o dobro. Quase 13 mil usinas novas foram construídas, e o Ceará não ficou de fora dessa revolução (Camargo, 2020).

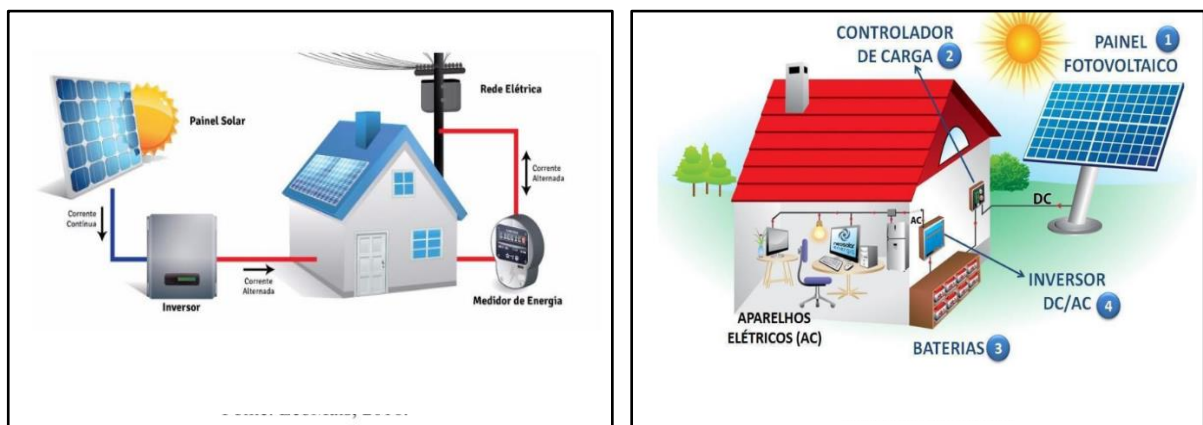
No ano de 2016, a Resolução do Conselho Estadual do Meio Ambiente – COEMA – nº 3/2016, foi instituída, não precisa de licença ambiental para sistemas de energia solar de até 2 MW em telhados ou fachadas. No ano seguinte, o Governo do Ceará lançou o Programa de Incentivo da Cadeia Produtiva Geradora de Energias Renováveis – PIER. O programa vinha com o propósito de instigar o desenvolvimento das fontes de energias renováveis, das quais a solar está inclusa, através da concessão de incentivos fiscais para a produção de equipamentos utilizados na geração de energia renovável (ADECE, 2020).

2.3 SISTEMAS GERADORES DE ENERGIA

2.3.1 Sistemas de Geração de Energia Fotovoltaica

A principal diferença entre os sistemas on-grid e off-grid, segundo CRESESB (2018), reside na conexão com a rede elétrica. Enquanto os sistemas on-grid são conectados à rede, permitindo a troca de energia e a compensação de créditos, os sistemas off-grid operam de forma autônoma, sem qualquer ligação com a rede elétrica. Esta característica faz com que os sistemas off-grid sejam mais complexos e, geralmente, mais caros, devido ao custo adicional das baterias e dos controladores de carga (ANEEL, 2012).

Figura 1 - a direita o sistema (*On-Grid*) e esquerda (*OffGrid*)



Fonte: EcoMais, 2016

Fonte: NEoSolar, 2017

A diversidade de sistemas fotovoltaicos conectados à rede é classificada pela ANEEL com base em sua capacidade de geração (ENEEL, 2022). Assim, podemos encontrar:

- **Sistemas de microgeração:** Indicados para residências e pequenos comércios, com potência limitada a 75 kW.
- **Sistemas de minigeração:** Destinados a empreendimentos de maior porte, com potência superior a 75 kW e até 5 MW.

2.4 VIABILIDADE ECONÔMICA

A análise de investimentos no setor de energia solar tem se tornado cada vez mais relevante, especialmente diante da crescente demanda por fontes de energia sustentáveis e economicamente viáveis, segundo Fonteles (2019) destaca que análises são fundamentais para maximizar o retorno de qualquer investimento, com foco na economicidade, benefícios e na mitigação de riscos associados. O autor enfatiza que a energia solar se apresenta como uma das melhores alternativas para atender às necessidades energéticas futuras, considerando sua

disponibilidade e eficiência em comparação com outras fontes renováveis

A geração de energia solar por meio de sistemas fotovoltaicos tem se tornado um tema de crescente relevância no cenário energético brasileiro, especialmente nos últimos anos. De acordo com Lima (2016), a utilização de células fotovoltaicas para a conversão de energia solar vem se expandindo, impulsionada pela abundância de recursos naturais e por incentivos governamentais que facilitam a adoção dessa tecnologia. O autor destaca que, entre 2016 e 2017, o setor de energia solar experimentou um crescimento impressionante de 70%, evidenciando o potencial ainda pouco explorado do Brasil

O estudo de Lima (2019), foca na viabilidade financeira da implantação de sistemas de energia solar em residências e empreendimentos comerciais, ressaltando a importância de considerar não apenas os custos iniciais, que incluem placas, inversores, estrutura de sustentação, cabeamento e mão-de-obra, mas também os benefícios econômicos e sociais a longo prazo. A análise aponta que, embora os custos iniciais possam ser elevados, a adoção de sistemas fotovoltaicos pode resultar em economias significativas nas contas de energia e uma melhoria na qualidade de vida dos usuários.

O Programa Renda do Sol vem analisando os custos benefício do para a população de baixa renda no Ceará na implantação de sistemas fotovoltaicos em suas residências, assim promovendo: inclusão social, desenvolvimento econômico sustentável, economia financeira. Estima-se que realizando essa acessibilidade às tecnologias de geração de energia gera economia para as famílias atendidas, dessa forma aumenta o poder de compra na economia local ao reduzir gastos mensais e também tem a geração do emprego e renda e ainda por cima contribuir na sustentabilidade local (GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ, 2020).

Para sustentar e expandir ainda mais os benefícios da energia solar, é essencial continuar a desenvolver e refinar as políticas públicas que apoiam a implementação de sistemas fotovoltaicos. A experiência do Ceará pode servir como modelo para outras regiões, especialmente aquelas com alta incidência solar. Além disso, investir em campanhas de conscientização e educação sobre os benefícios da energia solar pode acelerar a adoção dessa tecnologia. Estes esforços não só promovem a sustentabilidade ambiental, mas também fortalecem a resiliência econômica das comunidades, criando um ciclo positivo de crescimento e inclusão que pode beneficiar toda a sociedade.

Como mostra a tabela abaixo, há uma certa predominância na classe de consumo de energia no Ceará que seria a residencial, contemplando 73,40% de toda a instalação do sistema só em 2006. Trazendo esse dado para um contexto nacional, a predominância tende a ter resultados iguais, porém com aumentos significativos. E o Ceará por ser estrategicamente bem

localizado para tal, têm desempenhos significativos a fim de promover essa inclusão na sociedade (BEZERRA, 2019).

Dada a visível ascendência da energia solar, é essencial considerar o potencial para escalabilidade. O uso de energia solar no Ceará não apenas reduz os gastos domésticos, mas também promove um mercado energético mais resiliente e menos dependente de fontes não renováveis. Observa-se, portanto, um forte incentivo para a expansão desse tipo de energia no restante do país, especialmente em áreas que, assim como o Ceará, possuem alta incidência solar.

Além disso, políticas de incentivos fiscais, como redução de impostos para equipamentos e serviços relacionados à instalação de sistemas solares, poderiam acelerar ainda mais a adoção desta tecnologia. O investimento em capacitação técnica é outro fator crucial, garantindo que a mão-de-obra local esteja preparada para atender à crescente demanda por instalações e manutenção de sistemas fotovoltaicos.

O envolvimento de instituições financeiras para facilitar o acesso ao crédito também pode ser uma estratégia viável para aumentar a implementação da energia solar. Com linhas de crédito específicas para esse tipo de investimento, as famílias de menor renda poderiam superar a barreira inicial dos altos custos de instalação, contribuindo para uma maior democratização do acesso à energia limpa e sustentável.

Finalmente, a integração de políticas públicas com iniciativas privadas e a participação comunitária são essenciais para garantir o sucesso e a sustentabilidade de projetos de energia solar. Ao unir esforços, é possível criar um ambiente propício para que a energia solar não apenas supere as outras formas de geração de energia em termos de custos e eficiência, mas também se torne um pilar central no desenvolvimento sustentável do Brasil.

2.5 PERSPECTIVAS FUTURAS PARA A ENERGIA SOLAR NO CEARÁ

O estado do Ceará e, por extensão, o Brasil, são reconhecidos por sua posição estratégica para liderar a transformação energética na América Latina, devido à abundância de recursos solares e ao crescente apoio institucional ao desenvolvimento de energias renováveis. De acordo com Castro et al. (2018),

O segmento de energia solar no Brasil apresenta um cenário de sol forte, sem nuvens no horizonte. Estas perspectivas devem-se a conjugação de dois vetores. O primeiro é vinculado à dinâmica tecnológica internacional, em que os países desenvolvidos buscam ampliar o grau de segurança energética, tendo como pano de fundo a questão ambiental. O desenvolvimento tecnológico e as

inovações regulatórias explicam a expressiva redução dos custos de investimentos, por MW instalado, em energia solar fotovoltaica e o aumento exponencial da capacidade instalada.

As tendências tecnológicas emergentes, como melhorias na eficiência das células fotovoltaicas e reduções nos custos de produção e instalação, têm tornado a energia solar uma alternativa cada vez mais viável e econômica.

Apesar das perspectivas otimistas em relação ao desenvolvimento da energia solar no Ceará e no Brasil, a transição do potencial à realidade efetiva exige não apenas avanços tecnológicos, mas também uma mudança significativa na infraestrutura existente e nas políticas governamentais. Esta transformação envolve desde a adoção de novas tecnologias que melhoram a eficiência e reduzem custos, até a implementação de medidas que assegurem uma integração harmoniosa da energia solar na matriz energética nacional.

A análise do ambiente regulatório e das políticas de capacitação técnica é fundamental para compreender os desafios e as oportunidades que o setor solar enfrenta no Brasil. No artigo "Geração distribuída Brasil: perspectivas para a expansão da energia solar", Santos (2018) destaca a importância do alinhamento entre as políticas de Ciência, Tecnologia e Inovação (CTI) e a política industrial. A autora argumenta que essa sinergia é crucial para o desenvolvimento de tecnologia nacional em equipamentos fotovoltaicos, o que, por sua vez, poderia resultar na redução dos preços dos produtos e na implementação em larga escala da energia solar no país.

Além disso, enfatiza o papel do governo como um indutor da transição energética, sugerindo que a adoção de medidas sustentáveis e a desoneração fiscal são essenciais para promover o crescimento do setor. A autora critica a isenção de tributos federais sobre produtos importados, que, segundo ela, inibe o desenvolvimento da indústria nacional e a inovação tecnológica. A necessidade de uma política pública coesa é evidente, especialmente em um contexto de crescente demanda por energia elétrica (SANTOS, 2018).

Os desafios para a expansão da energia solar no Ceará e em outras regiões do Brasil ainda incluem a necessidade de superação de barreiras regulatórias, a infraestrutura de rede adequada para a integração de sistemas distribuídos e a formação de capital humano qualificado para instalação e manutenção desses sistemas. Além disso, é fundamental que políticas públicas continuem a evoluir para apoiar a adesão ao uso de energia solar, especialmente em comunidades de baixa renda, onde o acesso à energia limpa e barata pode significar um grande avanço em qualidade de vida e desenvolvimento econômico (Ayano Shimomaebara & Peyerl, 2021, p. 854).

A adoção de modelos de negócios inovadores, como parcerias entre o setor público e

privado e programas de financiamento participativo, é um tema que ganhou destaque nas discussões sobre a implementação de tecnologias solares, especialmente no contexto urbano brasileiro. RIBEIRO & VASCONCELOS, (2015) abordam a importância dos instrumentos econômicos que incentivam a participação popular na requalificação das cidades através da energia solar residencial. O estudo revela que, apesar das vantagens potenciais da energia solar, como a adesão ao Sistema de Compensação de Energia da ANEEL, existem desafios significativos que dificultam sua implementação, como o investimento financeiro inicial, o desconhecimento do sistema e a escassez de incentivos públicos.

Os autores enfatizam a necessidade de um projeto integrado que não apenas facilite a adoção da energia solar, mas também minimize os impactos ambientais associados. Essa análise crítica é fundamental para compreender como a colaboração entre diferentes setores pode ser otimizada para superar as barreiras existentes e promover o uso de tecnologias sustentáveis. Assim, a literatura sugere que a combinação de incentivos econômicos e a conscientização da população são essenciais para a efetivação de modelos de negócios que possam acelerar a adoção da energia solar em áreas urbanas, refletindo a relevância de abordagens colaborativas e participativas nesse processo.

Rodrigues et al. (2024, p. 151) destacam que

iniciativas como as cooperativas solares e os contratos de compra de energia (PPAs) podem facilitar a inclusão de diversos segmentos da população no mercado de energia solar, apresentando uma maneira eficaz de democratizar o acesso à energia limpa e contribuir para a sustentabilidade ambiental.

A emergência de modelos de negócios inovadores como as parcerias público-privadas e os programas de financiamento participativo é fundamental para potencializar o uso de energias renováveis como a solar sem que isso represente um ônus excessivo para os cofres públicos. Esses modelos não só facilitam a infraestrutura necessária para a expansão da energia solar, mas também fomentam a participação comunitária e empresarial no setor.

A citação de Rodrigues et al. (2024) ressalta a importância das cooperativas solares e dos contratos de compra de energia (PPAs) como instrumentos de inclusão social e democratização do acesso à energia. Estes modelos representam uma transição para práticas mais sustentáveis e equitativas, pois além de promoverem o engajamento comunitário, oferecem retornos econômicos sustentáveis e reduzem a dependência de combustíveis fósseis, reforçando o compromisso com a sustentabilidade ambiental.

A implementação de novas regulamentações e a oferta de incentivos fiscais têm um papel crucial no estímulo à adoção da energia solar.

Castro et al. (2018) relatam que

no Brasil, a adesão ao Convênio ICMS 16/2015, que permite isenções fiscais para micro e mini gerações distribuídas, tem sido um passo positivo nessa direção, reduzindo significativamente os custos iniciais de instalação e criando um ambiente de mercado mais competitivo e atraente para investidores.

A importância das regulamentações e incentivos fiscais para o avanço da energia solar é amplamente reconhecida, não apenas para reduzir barreiras econômicas, mas também para estimular investimentos privados e públicos nesse setor.

A menção por Castro et al. (2018) sobre o impacto positivo do Convênio ICMS 16/2015 ilustra bem como políticas específicas podem alterar significativamente a dinâmica do mercado de energia solar no Brasil. Esse convênio, ao reduzir os custos iniciais de instalação através de isenções fiscais, não só facilita a entrada de novos participantes no mercado, como também torna o ambiente mais atraente para investidores nacionais e internacionais.

Este cenário regulatório favorável é crucial para acelerar a transição energética do país em direção a fontes mais sustentáveis, destacando o papel vital que o governo pode desempenhar na catalisação do crescimento da infraestrutura verde através de políticas bem planejadas e incentivos alinhados com os objetivos de desenvolvimento sustentável.

Estes incentivos não apenas reduzem o custo inicial de instalação para os consumidores finais, mas também proporcionam um ambiente de mercado mais competitivo e atraente para investidores nacionais e internacionais.

A literatura sobre energia solar no Brasil, especialmente no contexto do Ceará, revela um cenário promissor e repleto de oportunidades, conforme delineado por Cunha Kemerich et al., (2016). Neste estudo, os autores enfatizam a importância de investir continuamente em tecnologia e regulamentação adequada, além de desenvolver modelos de negócios inovadores que possam democratizar o acesso à energia solar. A pesquisa destaca que, diante do aumento populacional e do consumo crescente de combustíveis fósseis, é imperativo adotar um sistema de produção de energia que seja limpo e sustentável.

3 METODOLOGIA

Diante do assunto estabelecido, percebeu-se a necessidade de desenvolver este estudo

para apresentar o quão é importante o gerenciamento dos resíduos sólidos da construção e demolição e sua reutilização. Portanto, esse estudo poderá contribuir para o meio científico ao proporcionar conteúdo para demais pesquisas, bem como esclarecer e contribuir com melhorias acerca desta temática tão importante para o meio ambiente.

O método usando para esse estudo, trata-se de uma revisão da literatura narrativa, de natureza básica, de ordem exploratória. De acordo com Cordeiro et al. (2007), explica que a revisão de literatura narrativa apresenta uma temática mais aberta; dificilmente parte de uma questão específica bem definida, não exigindo um protocolo rígido para sua confecção; a busca das fontes não é pré-determinada e específica, sendo frequentemente menos abrangente. A seleção dos artigos é arbitrária, provendo o autor de informações sujeitas a viés de seleção, com grande interferência da percepção subjetiva.

Do ponto de vista da sua natureza, esta pesquisa caracteriza-se como sendo básica, dado o fato de que objetiva a construção de novos saberes para o avanço da ciência, a partir de verdade e interesses universais, não apresentando uma aplicação prática (PRODANOV; FREITAS, 2013). De acordo com Cervo, Bervian e Silva (2010), a pesquisa exploratória é caracterizada pela precisão na descrição dos eventos, bem como a descoberta de relações entre os elementos que constituem a situação.

Para construção do levantamento bibliográfico deste estudo, foram consultados nos meses de setembro de 2024 a janeiro de 2025 referências sobre a temática da educação financeira em universitários, nas bases de dados Periódico CAPES, SciELO e Google Acadêmico. Afim de buscar revistas, artigos e livros que pudessem corroborar com objetivo do estudo dos últimos 10 anos.

Para a busca foram utilizados os seguintes descritores: Sustentabilidade. Energia Solar. Aquecimento Global. Ceará e seus respectivos correspondentes em Inglês Sustainability. Solar Energy. Global Warming. Ceará. Também foram acessadas as bases de dados do IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, IPECE - Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará.

Foram utilizados todos os materiais, disponibilizados integralmente e de forma gratuita, condizentes com a temática, que estavam traduzidos para o português, estudos publicados nos últimos 10 anos, na tabela 1 a seguir é possível destacar quantitativamente os artigos utilizados.

Após a aplicação dos critérios de seleção foi feita a leitura dos resumos para identificar quais estudos é relevante para utilizar no levantamento bibliográfico. Após a identificação foram selecionados e utilizados.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Como resultado, o referido trabalho traz a luz sobre o que tem de estudos voltado a essa temática, o quanto ainda podemos melhorar e aperfeiçoar. Também relaciona as mudanças climáticas e o atual cenário do sertão cearense, onde denota-se uma crescente aumento das temperaturas, justamente por o estado estar localizado geograficamente em coordenadas que a incidência solar é uma das maiores do país.

Com isso os programas que visam amenizar os períodos de seca e altas temperatura tendem a ser uma opção bastante viável para a sociedade. Porém no Ceará o poder aquisitivo de uma parcela significativa tende a viver com baixos provimentos e consequentemente não sobrando recursos para investir na energia solar. Vejamos o que o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE, por intermédio da Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios Contínua – PNAD levantou que em 2023 a renda per capita por classe social no Brasil mostrada na tabela 1 que no Ceará a renda per capita por pessoa economicamente ativa seria de R\$ 1.140,00

Tabela 1 - Rendimento médio mensal real domiciliar per capita, por UF (R\$) - 2023

ESTADOS	RENDA PER CAPITA
Piauí	R\$ 1.327,00
Paraíba	R\$ 1.323,00
Sergipe	R\$ 1.198,00
Ceará	R\$ 1.140,00
Bahia	R\$ 1.129,00
Pernambuco	R\$ 1.099,00

Fonte: PNAD Contínua: Rendimentos de todas as fontes (2023)

No escopo do trabalho pode mostrar os diversos benefícios que a implantação da energia solar nas residências. Além da economicidade no orçamento familiar, tem-se também a melhoria na qualidade de vida, tendo em vista que a aquisição de eletrodomésticos resfriadores de umidificadores de ar podem ser adquirido e não pesar tanto na conta de energia no final do mês.

A revisão da literatura sobre a adoção de sistemas fotovoltaicos entre famílias de baixa renda revela uma série de desafios e oportunidades que merecem atenção. O artigo de Villalba Villalba (2019), destaca que os custos associados à aquisição de sistemas fotovoltaicos, em

conjunto com a falta de conhecimento técnico, geram incertezas que dificultam a adoção dessa tecnologia por parte das famílias de baixa renda. O autor enfatiza que, para superar essas barreiras, é fundamental a implementação de programas de capacitação técnica e de financiamento subsidiado, que não apenas esclarecem as dúvidas existentes, mas também incentivam a adoção efetiva dessa tecnologia.

A necessidade de um entendimento mais profundo das condições socioeconômicas que permeiam a vida dessas famílias. A proposta de capacitação técnica é especialmente relevante, pois não apenas visa diminuir a lacuna de conhecimento, mas também empodera os residentes, permitindo que eles tomem decisões informadas sobre a implementação de sistemas fotovoltaicos. Além disso, a questão do financiamento subsidiado é crucial, pois oferece um suporte financeiro que pode tornar a tecnologia mais acessível e viável (VILLALBA. 2019).

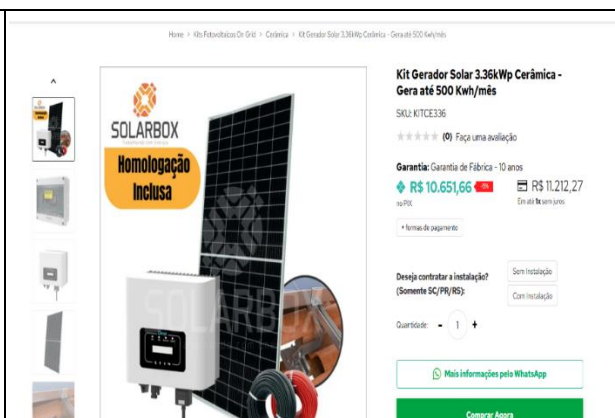
Portanto, a literatura revisada sugere que a combinação de educação e assistência financeira pode ser uma estratégia eficaz para promover a adoção de sistemas fotovoltaicos entre as famílias de baixa renda, ao mesmo tempo em que se considera a importância de adaptar essas iniciativas às realidades locais. A análise de Villalba (2019), serve como um ponto de partida valioso para entender as barreiras enfrentadas e as soluções necessárias para impulsionar a transição para fontes de energia renovável em comunidades vulneráveis.

A partir dessa base, a literatura revisada se propõe a aprofundar a discussão sobre os benefícios socioambientais e a viabilidade econômica da energia solar no Ceará, explorando como as políticas públicas podem ser aprimoradas para fomentar a adoção dessa fonte de energia renovável. Como mostrado nas figuras 2 e 3.

Figura 2 – Cotação ML



Figura 3 – cotação SOLARBOX



Fonte: Site [Mercado Livre](#) em 2025 Fonte: Site [Solar Box](#) em 2025

Considerando o alto valor a ser investido, é notório que uma família possui apenas duas pessoas ativas com salários mínimos e apenas um filho, se torna difícil financeiramente fazer o uso da tecnologia fotovoltaico. Os custos para a implantação do mesmo envolvem desde a compra dos equipamentos até a sua montagem e manutenção. Isso só reforça a importância de políticas públicas voltado para esse tipo de investimento na qualidade de vida dos cidadãos e uma ótima iniciativa no quesito sustentabilidade ambiental.

Ao longo da pesquisa, os autores identificam diversos obstáculos enfrentados na implementação da energia solar fotovoltaica e térmica nas áreas urbanas, como a falta de investimento financeiro, o desconhecimento do sistema e a carência de incentivos públicos. Essa análise qualitativa e exploratória revela que, apesar do potencial da energia solar, a sua adoção ainda é limitada por questões estruturais e pela falta de um suporte governamental eficaz. Assim, a contribuição deste estudo é fundamental para entender as dinâmicas que envolvem a energia solar no Brasil, especialmente em contextos urbanos, e para refletir sobre a necessidade de políticas públicas mais robustas que promovam uma maior adesão a essas tecnologias sustentáveis.

A partir dessa base, a literatura revisada se propõe a aprofundar a discussão sobre os benefícios socioambientais e a viabilidade econômica da energia solar no Ceará, explorando como as políticas públicas podem ser aprimoradas para fomentar a adoção dessa fonte de energia renovável. Uma vez que esses resultados contribuem para que a população venha a conhecer os diversos benefícios que a energia solar traz, desde sua viabilidade econômica como por ser uma energia renovável.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Portanto, o que se acredita hoje é que a energia solar traz diversos benefícios socioeconômicos, e por se tratar de uma fonte inesgotável de energia, os investimentos utilizando essa fonte de energia tem que ser balanceado e medido de modo que toda a população possa usufruir desse bem natural. Com a implantação das placas solares (seja ela *ongrid* ou *offgrid*) não apenas diminui os custos com energia elétrica como também contribui para a sustentabilidade ambiental e a redução da escassez energética no sertão cearense.

Observa-se que políticas públicas em parceria com empresas privadas são essenciais para nortear as técnicas associadas à instalação de sistemas fotovoltaicos e os financiar a baixos custos. Usar as incidências solares (que por sinal são as mesmas que causam esse aumento de temperatura), para gerar energia elétrica e assim combater as altas temperaturas com eletrodomésticos climatizadores e umidificadores sem ter que se preocupar a fatura da energia, isso é uma das principais qualidades de vida que a tecnologia fotovoltaica traz.

Outro ponto notado é que deve se ter um incentivo fiscal na demonstração e capacitação da sociedade, a fim de mostrar o quanto a energia verde pode acrescentar na vida dele e de suas gerações futuras. Esse ponto é tido como crucial para um bom desenvolvimento e propagação dos benefícios aduzidos da energia renovável.

Este trabalho também destaca a necessidade de continuar a pesquisa na área de energia solar para explorar ainda mais seu potencial e otimizar as tecnologias de geração. Recomenda-se a realização de estudos adicionais que possam proporcionar dados mais específicos sobre os impactos socioeconômicos da adoção de energia solar pelas famílias de baixa renda e sugerir estratégias para aprimorar as políticas públicas existentes.

Para concluir, trago que a energia solar é uma fonte inesgotável de energia e que o Ceará e outras regiões similares estão à frente no que desrespeito ao desenvolvimento e aplicação da melhor forma desse recurso natural. Isso não só melhora a qualidade de vida de todos que o adotam, como contribui fortemente para que o globo terrestre se mantenha vivo de forma sustentável. Com a implementação da tecnologia fotovoltaica em residências de baixa renda pode ser um marco importante para o desenvolvimento social, educacional e econômico, ajuda governamental e os diversos setores da sociedade é uma das maneiras existentes para que tenha reflexos

REFERÊNCIAS

ABSOLAR, A. B. d. E. S. F. Energia solar fotovoltaica no brasil: Infográfico. 2022.

ADECE. Atlas Eólico e Solar do Ceará. Disponível em: <http://atlas.adece.ce.gov.br>. Acesso em: 05 dez 24

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA (Brasil). Resolução Normativa n. 482, de 17 de abril de 2012. Estabelece as condições gerais para o acesso de microgeração e minigeração distribuída aos sistemas de distribuição de energia elétrica, o sistema de compensação de energia elétrica, e dá outras providências. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 19 abr. 2012. Disponível em: <https://www2.aneel.gov.br/cedoc/ren2012482.pdf>. Acesso em: 07 dez. 2024.

AYANO SHIMOMAEBARA, L.; PEYERL, D. Energia solar no Brasil: histórico e planejamento energético. *Revista Brasileira de Energia Solar*, DOI: 10.18764/2178-2865.v25n2p854-869, 2021.

BEZERRA, Alex Bizarria; BASTOS, Adriana Teixeira; DE ALMEIDA BIZARRIA, Fabiana Pinto. Energia Solar Fotovoltaica e Desenvolvimento Sustentável no Estado do Ceará: Identificando Categorias de Análise/Photovoltaic Solar Energy and Sustainable Development In The State Of Ceara: Identifying Analysis Categories. **AOS-Amazônia, Organizações e Sustentabilidade**, v. 10, n. 1, p. 179-202, 2021.

CAMARGO, Fernando. Desafios e Oportunidades para a energia solar fotovoltaica no Brasil: recomendações para políticas públicas. recomendações para políticas públicas. Disponível em:.. Acesso em: 06 dez. 2024

CASTRO, N. DE; TOMMASO, F.; VIEIRA, C. A energia solar no Brasil. *Agência Canal Energia*, 2018. Disponível em: <https://www.canalenergia.com.br/artigos/53067572/a-energia-solar-no-brasil>. Acesso em: 10 dez. 2024.

CRESESB. Potencial Solar - SunData. 2018. Disponível em :<https://www.cresesb.cepel.br/index.php?section=sundata&>. Acesso em: 04 Dez. 2024

CUNHA KEMERICH, Pedro Daniel da et al. Paradigmas da energia solar no Brasil e no mundo. *Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental*, v. 20, n. 1, p. 241-247, 2016.

ENEL/CE - Especificação Técnica no. 122 cod.: CNC-OMBR-MAT-18-0122-EDBR Versão 3 -09/03/2022(<https://www.eneldistribuicao.com.br/ce/documentos/CNC-OMBR-MAT-18-0122-EDBR%20-%20Conex%C3%A3o%20de%20Micro%20e%20Minigera%C3%A7%C3%A3o%20Distribu%C3%ADa%20ao%20Sistema%20El%C3%A9trico.pdf>)

FONTELES, A. T. Viabilidade Econômica na Utilização de Painéis Solares Fotovoltaicos em uma Empresa do Agronegócio de Itaporã/MS. 29p. Universidade Federal da Grande Dourados, 2019.

GEBERT, Alice; MULLER, Rafaela; CASAGRANDE, Deise. Energia solar fotovoltaica. Feira Regional de Matemática do RS, v. 1, n. 1, 2018. Disponível em:<https://publicacoeseventos.unijui.edu.br/index.php/feiramatematica/article/view/9244>

GOBATO, Alekssander. Estudo da geração de energia elétrica no Brasil de fontes renováveis, 2017. Disponível em:

GUANGUL, Fiseha Mekonnen; CHALA, Girma. Solar energy as renewable energy source: swot analysis. 4th MEC International conference on big data and smart city. 2019.

<https://repositorio.pgsskroton.com.br/bitstream/123456789/16344/1/ALEKSSANDER%20GOBATO.pdf>

INPE. Atlas Brasileiro de Energia Solar. 2ª ed. São José dos Campos, 2017. Disponível em: <https://www.arandanet.com.br/assets/revistas/fotovolt/2017/maio/index.php#page=10>. Acesso em 13 mar. 2021.

IPCC - INTERGOVERNMENTAL PANEL IN CLIMATE CHANGE. Climate Change 2001: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Genebra, Suíça, 2001.

MARENGO, J. A. O futuro clima do Brasil. Revista USP, 103: 25-32, 2014.

MENDES, T. A.; SILVEIRA, M. B.; TSURUDA, L. K.; VITOR, L. R. A importância da energia solar para o desenvolvimento sustentável e social. In: INTERNATIONAL WORKSHOP ADVANCES IN CLEANER PRODUCTION, 6., 2017, São Paulo: [s. n.], 2017, p. 1-10

NAYYAR, Z.A; ZAIGHAM, N.A; QADEER, A. Assessment of present conventional and non-conventional energy scenario. Renewable and Sustainable Energy Reviews, v. 31, n. 1, p. 543-553, 2014.

OLIVEIRA, Diana Nunes et al. Aquecimento global e mudanças ambientais: a percepção de estudantes do ensino médio. **Revista JRG de Estudos Acadêmicos**, v. 7, n. 14, p. e14947-e14947, 2024.

PACHECO, Fabiana. Energias Renováveis: Breve conceito. Economia em destaque, Esplanada dos Ministérios, ano 149, p. 4-11, 1 out. 2006

RODRIGUES, J. R. F.; SOARES, I. A.; DE CARVALHO, R. G.; DA SILVA, M. R. F. Transição energética e geração de energia solar fotovoltaica: revisão sistemática do panorama nacional e internacional. *OKARA: Geografia em debate*, v. 18, n. 1, p. 151-176, 2024. Disponível em: [URL completa]. Acesso em: 10 dez. 2024.

SANTOS. C, dos., "Geração distribuída Brasil: perspectivas para a expansão da energia solar," 2018.

SACHS, I. Caminhos para o desenvolvimento sustentável. Rio de Janeiro: Garamond. 2009.

SALES, D. C. et al. Projeções de mudanças na precipitação e temperatura no Nordeste brasileiro utilizando a técnica de downscaling dinâmico. Revista Brasileira de Meteorologia, 30(4): 297-308, 2015.

SILVA, Rutelly Marques. Energia Solar no Brasil: dos incentivos aos desafios. Brasília: Núcleo de Estudos e Pesquisas/CONLEG/Senado, Fevereiro/2015 (Texto para Discussão nº 166).

SOLAR, P. Energia Solar Fotovoltaica na China. 2020. Disponível em: <https://www.portalsolar.com.br/energia-solar-fotovoltica-na-china>.