



**CENTRO UNIVERSITÁRIO DE EXCELÊNCIA
CURSO: ENGENHARIA CIVIL**

**SISTEMA DE GERAÇÃO DE ENERGIA FOTOVOLTAICO; uma inferência
quanto a sua aplicação em projeto arquitetônico**

MARDSON FONTES DO NASCIMENTO¹
ROBERTO DOUGLAS DE OLIVEIRA CLEMENTINO²
VINÍCIUS SOUZA RAMOS LIMA³
ANDERSON ALVES SANTOS⁴

RESUMO

A partir dos painéis fotovoltaicos a energia solar, energia proveniente dos raios solares, é convertida em energia elétrica. O termo “energia fotovoltaica” representa essa mesma energia solar que fora convertida em elétrica. Entretanto, com o avanço dos problemas climáticos, em especial, o aquecimento global, o uso de energia fotovoltaica está cada vez mais comum. A sua utilização apresenta-se como uma tecnologia natural e renovável em constante avanço no Brasil. A presente pesquisa buscou comparar pontos positivos e negativos da energia fotovoltaica quando comparado a hidroelétrica, onde sabe-se que esta última necessita de um grande sistema de aproveitamento hidráulico e grande custo para a geração da energia comum, logo chega para o consumidor final com alto custo. Utilizou-se de método bibliográfico, sendo construída com base em fontes científicas a exemplo de artigos, dissertações e normativos técnicos. Durante sua execução foi possível identificar que a energia fotovoltaica tem um custo mais elevado para a aquisição, contudo é mais sustentável para o meio ambiente, além de poder, em alguns casos tornar-se mais viável economicamente partir de uma delimitação temporal. No processo da construção civil, utilizando a mesma energia desde o projeto arquitetônico até o seu consumo final, foi possível levantar dados comparando ambas as fontes de energias e, por conseguinte chegar a construção de inferências objetivadas na pesquisa.

Palavras-chave: Energia Fotovoltaica; Sustentável; Construção Civil; Energia Hidráulica.

ABSTRACT

From photovoltaic panels to solar energy, energy from solar rays, is converted into electrical energy. The term “photovoltaic energy” represents the same solar energy that was converted into electricity. Nonetheless, with the advancement of climate problems, especially global warming, the use of Photovoltaic energy is increasingly common. Its use is presented as a natural and renewable technology in constant advancement in Brazil. The present research sought to compare positive and negative points of photovoltaic energy When compared to hydroelectric, where it is known that the latter requires a large hydraulic utilization system and high cost for energy Generation common, then reaches the final consumer at a high cost. Method was used bibliographic, being constructed based on scientific sources such as articles, dissertations and technical regulations. During its execution it was possible to identify that photovoltaic energy has a higher acquisition cost, however it is more sustainable for the environment, in addition to being able, in some cases, to become more economically viable based on a temporal delimitation. In the process of civil construction, using the same energy from the architectural project to its final consumption, it was possible to collect data comparing both energy sources and, therefore, reach the construction of inferences aimed at research.

Keywords: Photovoltaics. Sustainable. Construction. Hydraulic energy.

¹ Graduando do Curso de Engenharia Civil da Faculdade UNEX de Itabuna-BA. E-mail: mardsonfontes10@gmail.com

² Graduando do Curso de Engenharia Civil da Faculdade UNEX de Itabuna-BA. E-mail: clementinoroberto359@gmail.com

³ Graduando do Curso de Engenharia Civil da Faculdade UNEX de Itabuna-BA. E-mail: vinisouramos@gmail.com

⁴ Doutor e Mestre em Desenvolvimento Regional e Meio Ambiente, UESC, professor do curso de Engenharia Civil da Faculdade UNEX de Itabuna-BA. E-mail: eco.economia@uol.com.br

1. INTRODUÇÃO

Com o crescimento ascendente da população mundial, o consumo da energia elétrica também aumenta, e com isso novas tecnologias têm sido implantadas. A radiação solar é uma fonte inesgotável e tem ganhado o mercado por permitir redução nos impactos ambientais.

Segundo site da ANELL só em abril de 2012, se foi concedido a permissão de micro e minigeração aos sistemas de energia elétrica nacional, através da resolução 482 que contém normas criadas pela ANEEL (agência nacional de energia elétrica), admitindo com que qualquer consumidor cadastrado com CPF ou CNPJ, ativo, tem autonomia para conectar seu próprio sistema de geração de energia, vindo das fontes renováveis.

Devido ao grande custo de energia comum na sociedade, visando a sustentabilidade para o meio ambiente e para a população, focando em mostrar e comparar o uso da energia sustentável/solar para o benefício da engenharia civil e para a sociedade em geral, acreditando e comprovando que de certo modo podemos utilizar a energia solar como meio principal, cada vez mais a energia solar fotovoltaica torna-se mais conhecida e amplia seu mercado acadêmico e econômico

Por levar a uma diminuição de até 95% na conta de energia, a economia propiciada por esta tecnologia é suficiente não só para pagar sua instalação e aquisição, mas também para gerar rentabilidade por muito tempo, já que conforme observação sua vida útil é de mais de 20 anos. Com a economia na fatura, o valor pago pelo sistema é compensado entre três e cinco anos após a instalação e a rentabilidade é gerada por mais de 15 anos (NEOENERGIA 2021).

Ressaltando a importância da energia solar por ser considerada uma energia infinita, trouxemos possibilidades para novas metodologias de inovação no aspecto de investimento, economia e sustentabilidade, partindo da perspectiva socioeconômica, abrangendo suas vantagens para a construção civil.

Conhecendo a necessidade de estarmos envolvidos dentro da sustentabilidade, como entendermos a produção de energia solar como um grande aliado dentro da construção civil?

Para isso, esta pesquisa vê a finalidade de mostrar a importância pela busca de soluções alternativas para geração de energia limpa como forma de contribuir para o desenvolvimento sustentável e, ao mesmo tempo, gerar economia ao consumidor deste sistema. O presente estudo de pesquisa tem como finalidade intensificar o conhecimento científico voltado a Energia Fotovoltaica e seus benefícios quando se utilizada no início da construção civil.

Visto de forma categórica, os benefícios agregados dentro da construção com a implementação da energia solar, sobrepõem a parte estrutural e estende-se ao valor agregado em seu benefício. Fala-se de uma realidade já latente dentro da construção civil, que perpassa uma vontade individual e abrange uma exigência global.

A pesquisa teve como objetivo de comparar a utilização da energia solar fotovoltaica com a energia convencional, apresenta-se vantagens e desvantagens da sua utilização, bem como apresentar as variáveis na utilização da energia convencional (hidroelétrica).

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Energia Solar Fotovoltaica

A energia solar fotovoltaica é definida como a energia produzida através da conversão direta da radiação solar em eletricidade. Isto se dá, por meio de um aparelho conhecido como célula fotovoltaica que utiliza o princípio do seguimento fotoelétrico ou fotovoltaico (IMHOFF,2007).

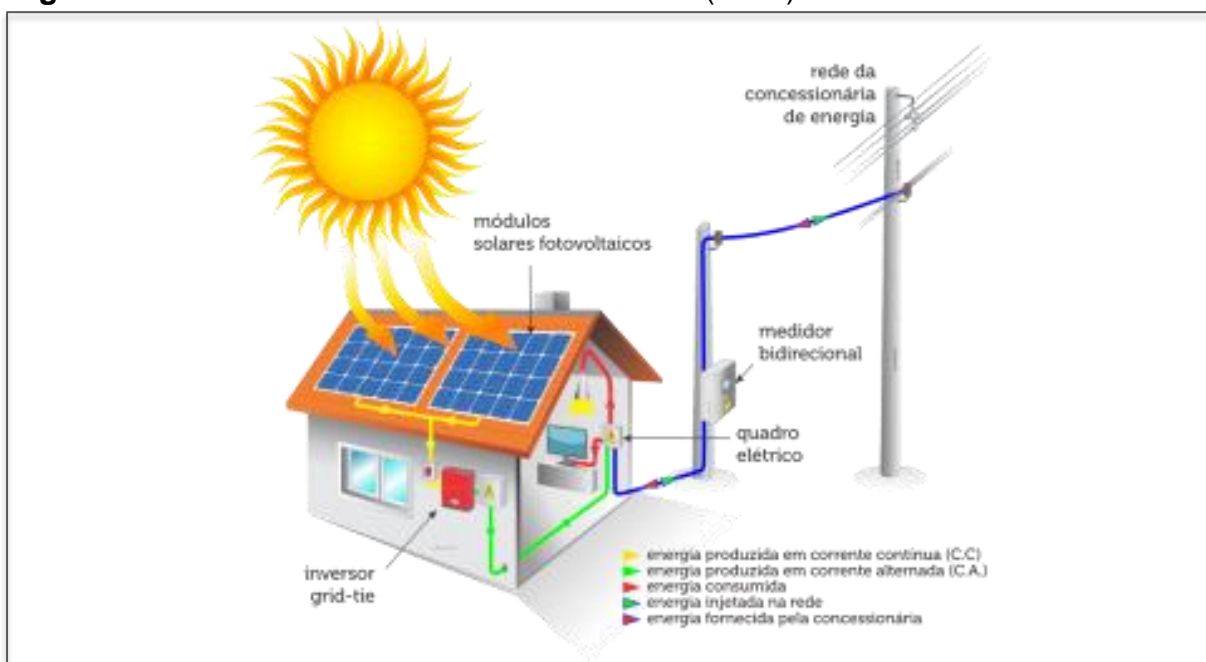
Esse tipo de geração de energia é advindo através do uso do sol, e é considerada uma fonte interminável do ponto de vista humano, trazendo um potencial admirável se comparado com outras fontes de energia.

2.1.1 Painel solar fotovoltaico

As Placas solares, são os principais elementos do sistema fotovoltaico de geração de energia. Estes são constituídos por um combinado de células fotovoltaicas relacionadas, eletricamente, em série e/ou paralelo, dependendo das tensões e/ou correntes determinadas em projeto.

O conjunto dos módulos é intitulado de gerador fotovoltaico e instituem a primeira parte do sistema, ou seja, são responsáveis pelo processo de captação da irradiação solar e a sua conversão em energia elétrica (PEREIRA & OLIVEIRA, 2011). A figura 1 representa, esquematicamente, um sistema fotovoltaico.

Figura 1- Sistema Fotovoltaico Fonte: Luz Solar (2017)



Nos dias de hoje são vários os exemplares de indicadores solares produzidos, podendo ser rígidos ou flexíveis, de acordo com o tipo de célula empregada (PINHO & GALDINO, 2014). Em relação à fabricação das placas solares, torna-se importante ressaltar que, de acordo com Pinho & Galdino (2014), a produção dos indicadores solares tem sofrido grande interferência governamental a partir de incentivos fiscais e ambientais. Com isso, a ampliação da produção destes componentes tem diminuídos os custos para a efetivação do sistema.

2.2 Sistemas Fotovoltaicos

O Sistema de energia fotovoltaico é um sistema que realiza a elaboração de energia elétrica através dos raios solares, feito graças ao fenômeno chamado de efeito fotovoltaico, onde há um surgimento de uma tensão elétrica em um material semicondutor, e este é exposto a luz solar. Existem 2 tipos de sistemas, são eles:

SISTEMAS LIGADOS A REDE (ON GRID) - São aqueles que trabalham concomitantemente à rede elétrica da companhia de energia. De forma sucinta, as placas fotovoltaicas geram energia elétrica em corrente contínua e, após convertê-la para corrente alternada, é injetada na rede de energia elétrica. Tal modificação se dá pela utilização do inversor de frequência, que realiza a interface entre as placas e a rede elétrica. (PEREIRA & OLIVEIRA, 2013). A figura 2 representa um diagrama elétrico fotovoltaico.

Figura 2 – Diagrama elétrico fotovoltaico sistema on grid

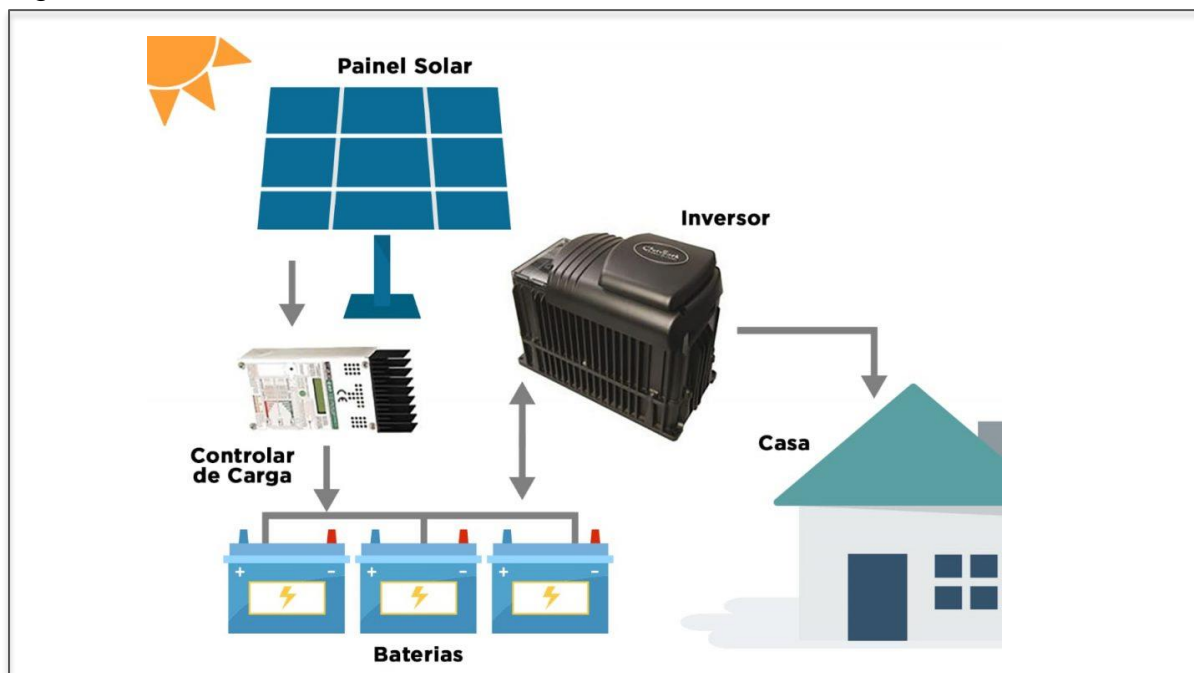


Fonte: Baoribeiro (2022)

SISTEMAS AUTÔNOMOS OU ISOLADOS (OFF GRID) - São sistemas autônomos, ou seja, que não dependem e nem são integrados a rede elétrica convencional para funcionar, sendo possível sua utilização em locais mais afastados e carentes de rede de distribuição elétrica. A energia produzida fica armazenada para produzir energia

em períodos sem sol e durante a noite. Existem dois tipos de sistemas isolados, um com armazenamento, que Segundo Villalva & Gazoli (2012) pode ser aproveitado em carregamento de baterias e pequenos aparelhos portáteis, e o outro sem armazenamento, que segundo Pereira & Oliveira (2011) é geralmente utilizado em bombeamento de água, e apresenta melhor efetividade econômica, já que não se utiliza mecanismos para o armazenamento de energia.

Figura 3 - Sistema com armazenamento com banco de baterias.



Fonte: SHAR ENERGY (2020)

2.3 Custo com a energia elétrica no Brasil

A atuação das hidrelétricas na matriz elétrica brasileira torna o sistema elétrico nacional distinto, no que diz respeito às questões de impactos ambientais e emissões de gases de efeito estufa. Porém, a hidroeletricidade, apesar de ser uma fonte de energia renovável, está condicionada à interferência de fatores climáticos.

Dessa forma, os níveis de água acumulada nos reservatórios em períodos de menor incidência de chuvas podem atingir valores críticos sob o ponto de vista da segurança energética. Por isso, a oferta de energia diminui, ocasionando o crescimento do perigo de falha no sistema energético, e provocando elevação dos preços da energia no país.

Além disso, nos períodos de escassez hídrica, ou seca, a utilização dessa água com o propósito de gerar energia, impacta criticamente no uso desse recurso para outros fins, tais como abastecimento da população ou agricultura. (PEREIRA et al.,2017)

2.3.1 custo médio de implantação da energia solar no brasil

Os custos envolvidos na implantação de um sistema fotovoltaico a serem considerados são: custo de projeto, dos materiais, da mão de obra e da manutenção e podem variar de acordo com o fornecedor, tamanho do projeto e modelo dos equipamentos utilizados (NEOSOLAR, 2022). Segundo o site Portal Solar (2020), o sistema fotovoltaico pode variar em custos em diversos fatores como complexidade e tamanho da instalação, porém o custo no geral para imóveis menores pode variar de 12 e 15 mil reais para pequenas dimensões.

Ao solicitar um orçamento, é importante que se tenha as seguintes informações:

- Gasto mensal aproximado com a conta de luz;
- CEP de instalação;
- Nome da concessionária de energia;
- Dimensão do local da instalação em metros quadrados (devido à quantidade de placas).

2.4 As vantagens e desvantagens das energias: fotovoltaica e hidráulica.

Tanto a energia solar fotovoltaica quanto a hidrelétrica são fontes que não poluem, são renováveis, limpas e sustentáveis e, como toda fonte de energia, possuem suas vantagens e desvantagens. Portanto, o intuito da presente pesquisa é apresentar de forma clara e objetiva quais são elas e compará-las entre si.

2.4.1 vantagens e desvantagens da energia fotovoltaica

Na energia solar fotovoltaica os benefícios são muito maiores e mais numerosos em relação à energia convencional (hidrelétrica). Este tipo de energia está em expansão pelo mundo e pode-se esperar que nos próximos anos ocupará um grande espaço no

mercado com a sua valoração e popularidade (SILVA E CARMO, 2017). Isso se deve à grande disponibilidade de luz solar, principalmente no território brasileiro, e às facilidades regulamentadas pela legislação do país (J. PINHO e M. GALDINO, 2014).

A crescente preocupação com a preservação do meio ambiente, e a busca pela diversificação da matriz elétrica, associado com o aumento na demanda por energia, desenvolvimento da indústria e a redução dos custos de tecnologias, impulsionaram a geração de energia elétrica no mundo a partir de fontes renováveis, como a fonte solar, bem como uma transição para os sistemas distribuídos de energia.

O aumento do consumo de energia elétrica cresce proporcionalmente ao aumento populacional e com o avanço tecnológico, essa demanda energética é fortemente marcada pelo uso de recursos fósseis, os quais contribuem significativamente para a emissão de GEE. O uso das fontes fósseis para produção de energia tem como consequência produção de CO₂, o qual contribui para o aquecimento global e retém oxigênio da atmosfera o que consequentemente irá prejudicar a disponibilidade de O₂ para as próximas gerações. (LIRA, 2019, p.390)

Se fazendo necessário cada vez mais a utilização de energia renováveis como uma das formas de diminuição do avanço do aquecimento global, visto que a questão climática vem impactando cada vez mais o mundo inteiro.

Ainda dentre suas vantagens destacam-se a sua fácil e acessível manutenção, sua alta durabilidade, sua economia de até 95% na conta de luz, e a expectativa de queda dos preços devido ao avanço da tecnologia e ao crescimento da concorrência no mercado. Outras vantagens dentro da construção, dar-se a pela utilização da energia gerada quase sem custo, podendo estar presente desde o início da obra, onde já temos um alto consumo de energia. Ainda possibilita a aquisição de vários elementos dentro do projeto ao qual valorize o mesmo.

Existem algumas desvantagens, dentre elas estão dois fatores mais relevantes: o alto custo de aquisição e a não geração de energia à noite. Porém, o consumidor tem a opção de continuar conectado à rede elétrica pública, que fornece a energia à noite, através do sistema de compensação de energia elétrica (sistema On-Grid) (J. PINHO e M. GALDINO, 2014).

Inicialmente existe um custo relativamente alto para a instalação de um sistema solar fotovoltaico (BLUESOL, 2016). Porém, depois de instalado, este investimento é recomposto gradativamente ao longo dos anos, pois o sistema gera uma grande economia na conta de energia. Além disso, o governo gerou várias linhas de crédito para viabilizar a aquisição do sistema. Um deles foi a Comissão de Agricultura (CRA) que aprovou um projeto de lei que alivia a conta de luz das propriedades da agricultura familiar que usem energia oriunda de microgeração solar (PL2.458/2022).

2.4.2 vantagens e desvantagens da energia hidroelétrica

A energia hidrelétrica atualmente possui mais desvantagens do que vantagens. Como vantagens, para a produção de energia utiliza-se a água, um recurso natural renovável e inesgotável. É uma energia limpa e, atualmente, é a principal fonte energética do Brasil (Balanço Energético Nacional –BEN, 2020). Além disso, os custos operacionais das usinas hidrelétricas são considerados baixos e, logo gera um custo relativamente baixo para o consumidor final, desde que sejam favoráveis os fatores climáticos.

Como desvantagens podem ser citados alguns fatores como os impactos ambientais devido à apropriação da área para a formação de grandes reservatórios de água, afetando o ecossistema local. Além disso, provoca a erosão de solos devido à intensa modificação do fluxo natural da água do rio, o que pode alterar os níveis de oxigênio na água e, conseqüentemente afetam a vegetação que cresce às margens.

Também, nos períodos de estiagem das chuvas, a escassez hídrica faz com que a produção de energia diminua e entre em crise, gerando grandes transtornos à população, como o aumento do custo final e até a falta de fornecimento da energia elétrica. (PEREIRA et al.,2017).

3. METODOLOGIA

O presente artigo tem como finalidade intensificar o conhecimento científico voltado para a energia fotovoltaica. A abordagem do problema selecionado é a forma qualitativa que se diferencia neste projeto porque busca entender um fenômeno específico em sua profundidade, possibilitando em ter uma visão mais ampla e

completa. O objetivo escolhido é a pesquisa exploratória com o propósito de obter uma maior aproximação com a temática e aumentar as discussões acerca do assunto.

Diante disso, o procedimento utilizado para a coleta de dados é o documental e o bibliográfico. O presente estudo de pesquisa tem como finalidade intensificar o conhecimento científico voltado a Energia Fotovoltaica.

A abordagem do problema selecionado é a forma qualitativa que se diferencia neste projeto, porque busca entender e realizar uma comparação entre a energia convencional e a fotovoltaica em sua profundidade, possibilitando ter uma visão mais ampla e completa. O objetivo escolhido é a pesquisa comparativa com o propósito de obter uma maior aproximação com a temática e aumentar as discussões acerca do assunto.

Diante disso, o procedimento utilizado para a coleta de dados é o documental e o bibliográfico. Documental no sentido de utilizar fontes primárias por meio de publicações no site, e bibliográfico no sentido de utilizar fontes secundárias, compreendendo toda bibliografia já tornada compartilhada em relação ao tema e proporcionando formas para definir, entender meios e dados para uma sociedade mais sustentável.

A coleta de dados ocorreu com a análise de conteúdo, que é uma técnica utilizada para interpretar os materiais de artigos ou documentos já existentes, compreender e descrever os conteúdos. Para a seleção dos materiais foram utilizadas palavras chaves como – Energia solar – Energia Hidráulica e sites como o do cresesb, Scielo, Bluesol, MME (Ministério de minhas e energia) além da publicação do site da Coelba, dentre outros.

Segundo Pereira et al. (2018), entende-se por metodologia de pesquisa um desenvolvimento no qual são coletados dados a fim de concluir um estudo para comprovar um determinado conteúdo. O método científico parte da análise organizada de fatos, da execução de experiências, das deduções lógicas e da confirmação científica dos resultados obtidos (PEREIRA et al., 2018, p.27). Esta coleta de dados

tem grande importância para um projeto de pesquisa pois é ela que irá alimentar a execução do trabalho (SANTADE, 2020).

Segundo Gerhardt (2009), quanto à finalidade, as pesquisas podem ser classificadas como exploratória, descritiva e explicativa.

Na pesquisa exploratória busca-se explicar o problema de forma clara ou criar hipóteses, a fim de proporcionar maior familiaridade, e é realizada através de levantamentos bibliográficos entrevistas com casos reais ou análises de exemplos sobre o tema. Desta forma tem-se uma pesquisa bibliográfica ou um estudo de caso (GERHARDT, 2009).

Já a pesquisa descritiva, segundo Gerhardt (2009), busca-se descrever os fatos e fenômenos sobre o tema através de estudo de caso ou análise documental, por exemplo. Ainda segundo o autor, este tipo de estudo pode descrever exatamente como o fato ocorreu sem a necessidade de um exame mais crítico por parte do pesquisador, gerando imprecisão nos resultados.

Por fim, a pesquisa explicativa “preocupa-se em identificar os fatores que determinam ou contribuem para a ocorrência dos fenômenos” (GERHARDT, 2009, p. 35), é o que vai explicar a razão das coisas de forma mais detalhada.

4. DISCUSSÃO

A partir dos resultados obtidos se observa que diante dos aspectos apresentados, entende-se a real necessidade da inclusão do projeto fotovoltaico dentro da construção, desde o seu início, visto a eficiência deste. Outro atento, dá-se pela valorização real do imóvel dentro do meio imobiliário, conforme consta um estudo desenvolvido pelo Laboratório Lawrence Berkeley, na Califórnia, EUA demonstra que Imóveis com instalação de um sistema de energia solar tem valorização de 3% a 6%.

Com a proposta de implementação dentro do projeto compreende-se acima de tudo a contribuição de todos os aspectos para uma melhor qualidade de vida dentro de um todo. Com o atual crescimento, constata-se a queda nos preços, podendo assim cada

vez mais pessoas adquirir esta inovação, e assim buscar entrar no hall dos países que defendem uma cultura de energia limpa.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A energia solar na construção civil emerge não apenas como uma alternativa viável, mas como uma necessidade premente diante dos desafios ambientais e econômicos atuais. Ao longo deste estudo, explorou-se as nuances e potenciais dessa fonte de energia limpa e renovável, especificamente no contexto da construção civil.

Analisando os resultados obtidos revelou-se a capacidade transformadora da energia solar, não apenas como uma opção sustentável, mas como um catalisador para a eficiência energética e a redução dos impactos ambientais associados aos edifícios. A integração inteligente de sistemas fotovoltaicos e térmicos oferece não apenas uma fonte de energia, mas também uma oportunidade para a criação de edifícios energeticamente autossuficientes e, conseqüentemente, mais econômicos e sustentáveis ao longo de seu ciclo de vida.

Contudo, apesar dos avanços e benefícios evidentes, são reconhecidos os obstáculos existentes, como os desafios técnicos, custos iniciais e questões regulatórias. É essencial superar essas barreiras por meio de incentivos governamentais, políticas eficazes, pesquisa contínua e colaborações entre os setores público e privado. Nossas descobertas reforçam a urgência de adotar a energia solar na construção civil como uma estratégia central para edificações mais sustentáveis e resilientes. A interseção entre tecnologia, design e práticas construtivas é o caminho para ampliar a integração e a eficiência desses sistemas.

Como recomendação final, exortamos a continuidade dos estudos, a promoção de parcerias estratégicas e a disseminação do conhecimento para ampliar a adoção da energia solar na construção civil. Afinal, é por meio dessas ações que podemos construir um futuro em que a energia seja não apenas eficiente, mas também verdadeiramente sustentável e acessível para todos."

6. REFERÊNCIAS

ANEEL – AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. Relatório Aneel 2013. Acesso 2023

BLUESOL. **Os sistemas de energia solar fotovoltaica**. Livro digital, 2016. Disponível em: <https://bluesol.com.br>

Energia solar gera economia de até 95% na conta de luz e valoriza imóveis. Disponível em: <<https://www.neoenergia.com/pt-br/sala-de-imprensa/noticias/Paginas/energia-solar-gera-economia-na-conta-de-luz-e-valorizaimoveis.aspx#:~:text=A%20gera%C3%A7%C3%A3o%20de%20energia%20solar,de%20mais%20de%20%20anos>>. Acesso em: 22 de setembro de 2023.

IMHOFF, J. **Desenvolvimento de Conversores Estáticos para Sistemas Fotovoltaicos Autônomos**. Dissertação de Mestrado apresentada à Escola de Engenharia Elétrica da Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria. 2007. 146 f. Acesso em 25 de setembro de 2023.

LIRA, M. A. T. et al.. Contribuição dos Sistemas Fotovoltaicos Conectados à Rede Elétrica para a Redução de CO₂ no Estado do Ceará. Revista Brasileira de Meteorologia, v. 34, n. 3, p. 389–397, jul. 2019.

Manual de Engenharia para Sistemas fotovoltaicos http://www.cresesb.cepel.br/publicacoes/download/Manual_de_Engenharia_FV_2014.pdf. Acesso em 25 de setembro de 2023.

MME -Ministério de Minas e Energia, EPE -**Empresa de Pesquisa Energética**. **Balço Energético Nacional 2021: Ano base 2020 / Empresa de Pesquisa Energética**. Rio de Janeiro: EPE, 2021

PEREIRA, F.; OLIVEIRA, M. **Curso técnico instalador de energia solar fotovoltaica**. Porto: Publindústria, 2011. Acesso em 23 de setembro de 2023.

PEREIRA, E. B.; MARTINS, F. R.; GONÇALVES, A. R.; COSTA, R. S.; LIMA, F. L.; RÜTHER, R.; ABREU, S. L.; TIEPOLO, G. M.; PEREIRA, S. V.; SOUZA, J. G. **Atlas brasileiro de energia solar**. 2. ed. São José dos Campos, 2017.

PINHO, J. T.; GALDINO, M. A. **Manual de Engenharia para Sistemas Fotovoltaicos**. Edição revisada e atualizada. Rio de Janeiro: CEPEL –CRESESB, 2014.

Valor da Energia Solar: Quanto custa para instalar energia solar? Disponível em: <https://www.portalsolar.com.br/quanto-custa-para-instalar-energia-solar.html>. Acesso em 26 de setembro de 2023.

VILLALVA, M.; GAZOLI, J. Energia solar fotovoltaica: conceitos e aplicações. São Paulo: Erica, 2012