

USO DE ENERGIA SOLAR NA UNIDADE DE RECICLAGEM DE SÃO MATEUS-ES

Camila Clemente da Silva Cruz¹, Daniel Alves Zandomenego¹, Gabriel Pereira de Sousa¹,
Béverson Beltrame Reis²

¹Acadêmicos de Engenharia Civil - Multivix – São Mateus-ES

²Especialista – Docente Multivix – São Mateus-ES

RESUMO

Com o passar dos anos e o aumento da preocupação com o meio ambiente, é preciso buscar alternativas que não sejam tão agressivas como as principais utilizadas para geração de energia. Com isso, a ideia de utilização da energia solar como fonte geradora vem se expandindo gradativamente no Brasil. Pensando na preservação do planeta assim como na viabilidade financeira, foi criada a ideia de aplicação desse sistema em órgãos públicos para redução de custo e um possível retorno à população. Sendo assim, foi abordada a utilização de painéis solares na unidade de reciclagem de São Mateus/ES, que por se tratar de um local que já exerce o papel de apoio ao meio ambiente reaproveitando o que em tese seria lixo, poderia também cooperar com a utilização de energia renovável. Essa energia pode reduzir o custo operacional da unidade, além de gerar retorno financeiro para a população com a energia que ficar de saldo mês após mês.

Palavras-chave: energia limpa; painéis fotovoltaicos; energia solar.

ABSTRACT

Over the years and increasing concern for the environment, it is necessary to seek alternatives that are not as aggressive as the main ones used for power generation. With this, the idea of using solar energy as a generating source has been gradually expanding in Brazil. Thinking about the preservation of the planet as well as the financial viability, the idea of applying this system in public agencies was created to reduce costs and a possible return to the population. Therefore, the use of solar panels at the São Mateus/ES recycling unit was addressed, which, as it is a place that already plays a role in supporting the environment by reusing what in theory would be garbage, could also cooperate with the use of renewable energy. This energy can reduce the operating cost of the unit, in addition to generating financial returns for the population with the energy left over month after month.

Keywords: clean energy, photovoltaic panels, solar energy.

1 INTRODUÇÃO

A energia solar é um modo de captação de energia térmica radiada pelo sol. Pode-se afirmar, ser a fonte de energia mais intensa e abundante no alcance da terra. O uso da energia solar é uma realidade global, que vem crescendo exponencialmente no Brasil (PORTAL SOLAR, 2020). Neste território, as instalações de geração de eletricidade por captação e transformação da luz solar são excelentes, porque o ambiente geográfico é benéfico.

Embora seja relativamente simples, a implantação de uma usina solar requer muita atenção aos detalhes, do início ao fim do processo. Para operar com melhor

eficiência e segurança, observações clínicas devem ser feitas em cada etapa do processo. Esta é a única maneira de garantir que todas as variáveis sejam levadas em consideração para determinar corretamente o dimensionamento, o planejamento, a instalação e, o mais importante, a viabilidade.

Os valores de instalações dos painéis diminuem a cada década para facilitar esse tipo de uso de energia. No entanto, era atraente apenas em áreas remotas ou rurais, mas nos últimos anos está se tornando uma solução economicamente viável para aplicações urbanas, por exemplo, em pequenos dispositivos monofásicos de produção de energia, conectados à rede, em residências e locais comerciais.

O mercado de aplicação de energia fotovoltaica continua em desenvolvimento rápido. Entre 2002 e 2003, produção total instalada em conformidade com os fotovoltaicos da Agência Internacional de Energia (AIE) e Photovoltaic Power Systems (PVPS) aumentou 36% chegando a 1.809 MW/ h.

Levando em consideração as informações contidas, este trabalho apresenta uma pesquisa exploratória como proposta de utilização deste recurso para a redução de custos econômicos, gerando benefícios para uma usina de reciclagem da cidade de São Mateus, Espírito Santo, com localização litorânea, que pode utilizar como ponto positivo geográfico para a captação de energia solar.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Energia renovável pode ser definida como a energia que não fica sem energia, isto é, energia que se atualiza constantemente (JARDIM, 2007). De acordo com Jardim (2007, p. 2), também são considerados “fontes alternativas de energia” aos modelos tradicionais em razão de sua disponibilidade garantida. Diante das fontes renováveis de energia, a energia solar se destaca por não poluir o meio ambiente, contudo pode se considerar uma fonte de energia infinita (DUTRA et al., 2013). Portanto, Brasil (2006, p. 25) afirmou que o Brasil realmente recebe altos níveis de raios solares durante o ano inteiro.

Em 1839, Edmond Becquerel, físico francês, relatou o efeito fotovoltaico, onde converte a radiação solar em energia elétrica (SAUER et al., 2006; VALLÊRA; BRITO, 2006). Conforme Sauer et al. (2006), o dispositivo inicial à base de selênio foi obtido em 1876. No entanto, o dispositivo viável para uso foi desenvolvido em um substrato de silício na Bell Labs em 1953. A conversão da energia solar em eletricidade pode ser realizada pelos chamados sistemas fotovoltaicos (ROSA, 2007). Conforme explica Rosa

(2007), o sistema é composto principalmente por um conjunto de painéis fotovoltaicos (ou módulos), estabilizadores de tensão, sistemas de armazenamento (ou baterias) e inversores que convertem corrente contínua em corrente alternada.

Jardim (2007) destacou que tal sistema é um acréscimo à geração de energia existente, embora a contribuição atual ainda seja pequena, futuramente poderá dar uma grande contribuição para a geração de energia elétrica. A proposta será um sistema fotovoltaico conectado à rede da empresa de energia.

O sistema é comum em áreas urbanas e utiliza edifícios existentes, estes edifícios também se tornam produtores de energia, gerando uma possibilidade, em alguns casos o excesso de energia ser devolvido à rede de distribuição.

2.1 ENERGIA SOLAR NO BRASIL

No Brasil, a energia solar está avançando em grande escala a toda população, tanto para residências quanto para o setor comercial e industrial. Segundo ANEEL (2012), no decorrer dos últimos 7 anos cresceu aproximadamente 151% em média a procura por esse tipo de energia renovável, mesmo sendo um produto considerado novo no país.

Em 2011, foi instalada a primeira usina solar no Brasil no município de Tauá - Ceará contendo 4.680 painéis fotovoltaicos com a capacidade de geração de energia de 1MWtt. Segundo ARCE (2018), a usina fornece energia para mais de mil famílias pelo estado, confirmando ser uma quantidade de energia gerada altamente relevante na época em que foi instalada. A cidade de Tauá foi a primeira a receber a usina de energia solar na América Latina, por ter grandes índices de radiação solar durante o ano todo, representando um papel crucial na expansão da transição energética global.

Houve uma grande mudança em 2012, com a norma RN/482 (2012) exposta pela ANEEL, dando a liberdade aos consumidores gerarem a sua própria energia e se conectarem à rede de distribuição. Em outras palavras, pode ser produzido por micro geradores (como painéis solares no telhado de uma edificação) ou por geração de energia em pequena escala. A norma também promove a criação de um sistema de crédito de energia e estabelece os padrões necessários para conectar o sistema à rede, além disso o governo também tem tomado outras medidas para incentivar o uso de energia renovável, como isenção de IPI ou ICMS, obtenção de apoio do BNDES e redução de impostos de importação.

Com as novas normas implantadas, ocorreu um grande crescimento no setor de energia solar. Em 2020 o Brasil conseguiu chegar à marca de 6GWtt em energia gerada pelos painéis fotovoltaicos, segundo dados da ABSOLAR (Associação Brasileira de Energia Solar Fotovoltaica). Esse tipo de energia já gerou cerca de 31 bilhões de reais investidos e 180 milhões de empregos desde o ano de 2012 (ROCHA, 2018).

No mesmo ano de 2020, Rocha (2018) afirma que o Brasil chegou ao 16º lugar no *ranking* de energia fotovoltaica pela IRENA (International Renewable Energy Agency) sua colocação está entre os 20 países com maior capacidade de instalação dos painéis.

De acordo com o “Atlas Solar do Brasil” (PEREIRA et al., 2017), locais com menos luz solar no Brasil podem gerar mais energia solar do que os locais mais ensolarados da Alemanha, que é o país mais avançado do mundo no recurso de energia solar. Portanto, o Brasil é um dos países com maior potencial para a produção de energia limpa e renovável.

Em 2017, dois projetos solares considerados os maiores da América Latina foram concluídos no Brasil. Essas iniciativas, uma no estado do Piauí e outra no estado de Minas Gerais, partem de empresas estrangeiras que conquistaram o direito de implantar e operar fábricas após vencerem os leilões promovidos pela ANEEL (ROCHA, 2018). Essas inaugurações e marcas mostram que após anos sendo considerada uma fonte secundária e extravagante de energia, a energia solar finalmente começa a florescer no país, mesmo para governos que utilizam grandes hidrelétricas como principal paradigma de geração de energia.

Um dos projetos solares mencionados anteriormente, foi concluído o maior parque solar em operação da América Latina na Ribeira do Piauí, a 380 quilômetros de Teresina. O projeto conta com 930 mil painéis de captação de energia fotovoltaica que podem abastecer 300 mil residências. O outro projeto se dá a usina solar de Pirapora, o projeto foi concluído em meados de 2018, e a geração total de energia do projeto será suficiente para abastecer 420 mil residências por ano (ÓRIGO ENERGIA, 2020).

Com base na trajetória do desenvolvimento da energia solar mundial e na exploração do amplo leque de possibilidades dessa energia pelo Brasil, o plano de expansão de energia recentemente aprovado para 2029 apresentou um crescimento impressionante de 400%, atingindo uma capacidade de aproximadamente 11.000 megawatts ao final do período de dez anos (CUNHA 2020).

O crescimento de projetos de energia solar concentrada é obtido principalmente por meio de leilões do governo federal. Portanto, grande parte dessa expansão deve ser

destinada ao ARC (Ambiente de Comercialização Regulada). Outra contribuição importante desse crescimento é a geração distribuída de energia, na qual predomina a energia solar. Nesta modalidade, os painéis fotovoltaicos deverão representar cerca de 85% da capacidade instalada. (PORTAL SOLAR, 2020).

Além disso, segundo estudos (PORTAL SOLAR, 2020), estima-se até 2024, cerca de 887 mil sistemas de energia solar estarão conectados à rede no País, além da manutenção nacional e da proteção ambiental, proporcionará economia superior às distribuidoras tradicionais.

2.2 PAINÉIS FOTOVOLTAICOS

Segundo Òrigo Energia (2020), a história da energia solar inicia a mais de 4,6 milhões de anos atrás, com o surgimento de corpos celestes que transmitem luz para a Terra todos os dias, sendo o sol o principal ponto de operação dos painéis fotovoltaicos. Os painéis fotovoltaicos foram inventados em 1954 e adquiriram seu *status* e escopo após serem expostos na Academia Nacional de Ciências nos Estados Unidos (PORTAL SOLAR, 2020). Logo depois, as pessoas começaram a buscar grandes pesquisas para melhorar os sistemas de adaptação atualmente em uso.

De acordo com Vilalva (2012), o efeito fotovoltaico é o fenômeno físico que permite a conversão de luz em eletricidade, este fenômeno ocorre quando a luz, ou radiação eletromagnética do Sol, incide sobre uma célula composta de materiais semicondutores com propriedades específicas. Para que essa conversão ocorra, são necessárias as células fotovoltaicas, que como dito anteriormente, são compostas por duas camadas de material semicondutor P e N, uma base metálica inferior e uma grade de coletores metálicos superior.

A procura por alternativas de energia limpa tem impulsionado muitas pesquisas para o desenvolvimento de células fotovoltaicas que se tornem mais eficientes e com valores acessíveis, afirma Vilalva (2012). Com o avanço tecnológico, podemos obter diversos materiais empregados na fabricação das células fotovoltaicas que levam a adquirir células e módulos com eficiência e capacidades maiores ou menores.

Existem dois tipos de painéis fotovoltaicos, os que são independentes e os que são ligados à rede. Os independentes trabalham com acúmulo de energia, pois precisam compensar as diversas variações no tempo entre produção de energia e a sua procura, todavia, quando envolvemos residências e os empreendimento fixos, utilizamos o modelo que é ligado à rede. Para que este tipo funcione, são necessários os seguintes

componentes: um gerador fotovoltaico, uma caixa de junção, cabos AC-DC, um inversor, um aparelho de proteção e um aparelho de medida (PORTAL ENERGIA RENOVÁVEL, 2014, p.18). Este sistema possibilita que caso a geração de energia seja superior a utilizada pela local gerador, em que seja direcionada para a rede pública, podendo assim gerar receita para o proprietário.

O sistema fotovoltaico tem um crescimento extraordinário devido a sua gama de possibilidades. “Ele é, dentre as tecnologias com fontes renováveis, a que oferece maior possibilidade para aplicações com diferentes potências” (VIAN, ANGELO, 2021). Essa característica possibilita a sua aplicação em diversos setores, assim como em diversos níveis de potência necessária. Com isso ela pode ser utilizada modularmente, sendo utilizada em pequena e grande escala, inclusive em utilização doméstica.

O módulo fotovoltaico consiste em um conjunto de células montadas em uma estrutura rígida e conectadas eletricamente. As células geralmente são conectadas em série para gerar uma tensão mais alta. Segundo Moreno (2019), para obter um projeto de instalação adequado, o técnico responsável deve seguir a norma IEC 60364-8-1, que apresenta requisitos, medidas e recomendações para o projeto de instalações elétricas no contexto de métodos de gestão eficiente, para alcançar o melhor serviço e efeitos funcionais, menor consumo de energia e melhor equilíbrio aceitável, disponibilidade de energia e economias realizadas.

Entre as diversas vantagens do sistema fotovoltaico, podemos citar a não emissão nociva de gás estufa na atmosfera, que prejudica grandemente o meio ambiente em que vivemos, é uma alternativa bastante viável para locais de acesso remoto, pois não dependem de um sistema de energia proveniente de subestações, sendo necessário somente sua compra e instalação, e como sua aplicação e manutenção são fáceis, como indica o livro “Energia Solar, Fundamentos, Tecnologia e suas Aplicações”.

2.3 CUSTO-BENEFÍCIO

Segundo a ANEEL (2012), em 2019 foram instalados mais de 110 mil sistemas fotovoltaicos de mini e microgeração no Brasil, que corresponde a um investimento de R\$4,8 bilhões. Isso representa um crescimento de 212% no crescimento do ramo de energia solar no nosso país.

De acordo com as informações obtidas pelo site Portal Solar (2020), o alto custo da instalação do sistema de captação da energia solar tem feito as pessoas se

perguntarem se compensa realizar este tipo de investimento, pois temem assiduamente que ao invés de ser algo que gerará rentabilidade financeira futura, seja algo que acarrete um custo financeiro alto que não haverá retorno e deixe de ser um investimento e passe a ser um custo. Pelo fato do imediatismo, a energia solar é julgada como algo que somente pessoas com poder aquisitivo alto possam ter, mas hoje existe uma gama de métodos para aquisição e instalação desse tipo de recolhimento de energia.

Baseado na pesquisa de Rock (2018), pode se afirmar as inúmeras vantagens da instalação de painéis solares que tornam o tipo de energia mais atrativa em relação às tradicionais. O benefício mais atraente dessa instalação é a queda de valores nas contas de energia, em pouco tempo é possível observar essa redução, vantagem procurada pela maioria dos consumidores. No entanto, adquirir o sistema exige um alto gasto inicialmente, mas em poucos anos o consumidor consegue recuperar o investimento e quando o período de pagamento da instalação acabar, o gasto de energia será extremamente menor.

Atualmente existem diversos sites na internet onde podemos realizar simulações do custo da instalação dos painéis fotovoltaicos, assim como a solicitação de orçamento é demasiadamente simples. Com essa facilidade no acesso às informações, a população tem cada vez mais desejo em adquirir este tipo de sistema, pois enxergam de forma bem clara a economia que ocorrerá com a instalação.

Estudo sobre os custos de implantação dos sistemas fotovoltaicos que analisaram 47 sistemas isolados de 100 a 6600 W, durante um período de 17 anos, indica que esses tipos de sistemas apresentam uma tendência de redução de custo de preços de aproximadamente 1 U\$/W ao ano, com custos variando entre 7 e 10 U\$/W (HEGEDUS, OKUBO, 2005). Apesar dessa diminuição nos valores, de acordo com (SHAYANE, OLIVEIRA, CAMARGO, 2006) os sistemas isolados tendem a custar o dobro dos sistemas que são ligados à rede, pois eles necessitam de baterias e demais componentes que acabam elevando os custos. Sabendo dessa viabilidade e redução de custos, a parcela da população interessada em adquirir um sistema solar cresceu exponencialmente, com isso, o governo criou diversos projetos de incentivo para que as pessoas pudessem adquirir seu sistema fotovoltaico e ajudar não só a si mesmos, mas ao país e ao meio ambiente.

Conforme pesquisa realizada por Silva Sobrinho e Freitas (2019), um sistema de fotovoltaico para uma área de 104m², com potência total desejada de 17,16 kW custa em média R\$68.000,00 (Sessenta e oito mil reais) sendo que o custo anual deste

edifício era de R\$22.269,61 com a taxa de tarifa de R\$0,90 por kwh. Com a instalação deste sistema com 52 placas solares, por ano, seriam gerados 24.744,02 kw/p, gerando uma economia de R\$22.270,00 anuais. Com base nesses valores, o proprietário do imóvel teria um retorno financeiro dentro de 36 meses. Assim como esse, existem inúmeros exemplos de retorno financeiro através de investimentos realizados em aplicação de energia solar nas casas, empresas, dentre outros tipos de imóveis ou empreendimento.

3 METODOLOGIA E MÉTODO DA PESQUISA

Esta pesquisa propõe como fonte de estudo o tema “Uso de energia solar na unidade de reciclagem de São Mateus/ES”, dentro deste tema abordamos a possibilidade de implantação de um sistema de captação de energia solar através de um modelo fotovoltaico, que se caracteriza como exploratório, realizado por meio de estudo de caso na Associação dos Recicladores de Resíduos Sólidos de São Mateus, localizada na rua córrego do chiado anexo a Av. Gov. Eurico Vieira de Rezende, s/n, Bairro Pedra D’agua, São Mateus – ES.

Caracterizada como exploratória, bibliográfica, estudo em campo e estudo de caso, sua abordagem é de forma quantitativa e probabilística.

Em relação à pesquisa exploratória, baseado pelo Gil (2008) afirma que este tipo de pesquisa propõe uma familiaridade com o problema, com a intenção de torná-lo abrangente. O autor relata também que geralmente, esse estilo de pesquisa afirma a forma de estudo de caso ou de estudos bibliográficos.

Realizou-se uma revisão bibliográfica sobre a utilização de energia solar, energia fotovoltaica e viabilidade econômica do uso de placas solares para a confirmação de informações sobre geração de energia elétrica para melhor entendimento ao título. Segundo Marconi e Lakatos (1992), a pesquisa bibliográfica é o levantamento de toda a bibliografia já publicada, em forma de livros, revistas, publicações avulsas e imprensa escrita. A sua finalidade é fazer com que o pesquisador entre em contato direto com todo o material escrito sobre um determinado assunto, auxiliando o cientista na análise de suas pesquisas ou na manipulação de suas informações. Ela pode ser considerada como o primeiro passo de toda a pesquisa científica.

Os dados necessários para a realização do projeto foram coletados e analisados diretamente com a associação, Prefeitura municipal, distribuidora de energia e comércio da região, por entrevistas não estruturadas. Gil (2008) relata sobre entrevistas não-

estruturadas afirmando que os entrevistados possuem um guia com tópico previamente determinados, porém sem conter uma sequência obrigatória para seguir.

Segundo Oliveira (2017), os pesquisadores devem utilizar os métodos, procedimentos e técnicas com o conhecimento disponível, para determinar os caminhos a serem seguidos.

Com base nessas constatações, utilizamos como método de investigação dos parâmetros nos quais se encontram a única fonte da pesquisa em relação aos gastos com utilização da energia elétrica e consumo realizado por ela, assim estabelecendo recomendações da aplicação de proposta como esta.

Oliveira (2017) afirma que a ciência da busca de dados de pesquisa é exposta através de visitas para entender todas as condições possíveis para a instalação de painéis fotovoltaicos e observar todos os problemas que podem ocorrer e afetar o desempenho do projeto, contudo a ser de forma mais eficaz utilizada para pesquisa e desenvolvimento das soluções propostas.

A pesquisa se enquadra como uma amostra probabilística, pois contém dados amostrais obtidos por análise de orçamentos de fornecedores de instalações de painéis solares, dos dados contidos da prefeitura municipal e estudo probabilísticos de pesquisa referente a distribuidora de energia local.

Para a coleta de dados, são utilizados dados de pesquisas bibliográficas, trabalhos acadêmicos, projetos de engenharia, orçamentos em determinados fornecedores e vistorias no local para a obtenção de informações referente a proposta de projeto de instalação de painéis fotovoltaicos na unidade de reciclagem de São Mateus/ES.

Analisando as funcionalidades da captação dos raios solares com painéis fotovoltaicos, este trabalho propõe a implementação destes recursos com objetivos de reduzir os gastos relacionados a energia elétrica dentro do setor público. Com isso apresentamos a proposta a fim de ressaltar a importância do uso de energia solar como melhor opção financeira e ambiental.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Através de alguns pontos é possível realizar análise da viabilidade para instalação do sistema de captar energia solar, sendo eles:

1. Economia, atrelada com a rentabilidade do investimento e redução de custos;

2. Financeiro, disponibilidade do recurso no local aonde se está sendo feito o investimento;

3. Coisas incomensuráveis, que não se podem ser convertidas em dinheiro, como o *marketing* verde que agrega muito para a imagem da instituição.

A imagem 1 mostra o local via satélite da usina de reciclagem localizada na rua córrego do chiado – Pedra d'água, São Mateus.

Imagem 1 – Área da unidade de reciclagem



Fonte: Google Maps

Na imagem 2 destaca-se em branco o local com a melhor possibilidade de instalação dos painéis solares, tendo em vista que a instalação sobre o telhado permite uma melhor captação dos raios solares, além de não ocupar, no terreno, espaços que podem ser utilizados para outros investimentos.

Imagem 2 – Local das placas solares



Fonte: Google Maps

Na visita, foram obtidas as seguintes informações: A associação é um galpão onde o material coletado é armazenado e processado, contendo 2 casas para habitação dos colaboradores, na unidade operam duas prensas hidráulicas (imagem 3) de potência igual a 10CV, este sendo o principal item de consumo de energia elétrica.

Imagem 3 – Prensa Hidráulica



Fonte: Autor.

Ainda como resultado da visita, fora dada a informação de consumo médio mensal de 350 Kwh e com base em pesquisas junto ao fornecedor de energia local (EDP) foi obtido o resultado de que uma única prensa hidráulica pode haver consumo médio de R\$280,00 conforme dados da imagem 4, disponibilizada pela EDP online.

Imagem 4 – Taxa de energia elétrica baixa tensão.

TARIFA DE ENERGIA ELÉTRICA BAIXA TENSÃO		
SUBGRUPO / CLASSE / SUBCLASSE (RS/KWH)	TARIFA DO USO DO SISTEMA DE DISTRIBUIÇÃO (TUSD) (RS/KWH)	TARIFAS DE ENERGIA TE (RS/KWH)
B1 - RESIDENCIAL	0,30118	0,24493
B1 - RESIDENCIAL - BAIXA RENDA	0,22480	0,24493
Consumo mensal até 30kWh	0,06917	0,09143
Consumo mensal entre 31kWh e 100kWh	0,11858	0,15674
Consumo mensal entre 101kWh e 220kWh	0,17787	0,23512
Consumo mensal superior 220kWh	0,19763	0,26124
B2 - RURAL	0,24697	0,20084
B2 - COOPERATIVA DE ELETRIFICAÇÃO RURAL	0,24697	0,20084
B2 - SERVIÇO PÚBLICO DE IRRIGAÇÃO	0,22890	0,18615
B3 - DEMAIS CLASSES	0,30118	0,24493
B4 - ILUMINAÇÃO PÚBLICA		
Iluminação Pública (B4a)	0,16565	0,13471
Iluminação Pública (B4b)	0,18071	0,14696

Fonte: EDP online

Com base nas informações obtidas das pesquisas que ocorreram durante a execução deste trabalho, temos os seguintes dados (Tabela 1) referentes ao consumo de energia e custo ao longo do ano.

Tabela 1. Consumo e Custo Anual de Energia

Mês	Consumo (Kwh) Acumulado	Custo mensal Acumulado (R\$)
Julho/2020	350	275,29
Julho/2021	700	550,58
Agosto/2021	1050	825,87
Setembro/2021	1400	1.101,16
Outubro/2021	1750	1.376,45
Novembro/2021	2100	1.651,74

Dezembro/2021	2450	1.927,03
Janeiro/2022	2800	2.202,32
Fevereiro/2022	3150	2.477,61
Março/2022	3500	2.752,90
Abril/2022	3850	3.028,19
Maió/2022	4200	3.303,48

Fonte: Autor.

Como visto, temos um custo anual de R\$3.303,48 com energia elétrica. Após obtenção de tais informação foram realizados dois orçamentos de energia solar conforme Tabela 2 e Tabela 3.

Para se tomar a decisão foram analisados dois critérios, valor presente líquido que consiste basicamente em saber se o valor que será gerado futuramente compensa o investimento atual em análise ao tempo de retorno desse investimento.

Tabela 2. Orçamento da loja Lorenzoni Solar

Equipamento	Marca	Quantidade	Preço un.	Total
Painel solar	Longi MONO HALF CELL 440W	20	R\$1.316,00	R\$26.320,00
Inversor	Solis 1P8K-4G C/ WI-FI	1	R\$ 8.029,00	R\$ 8.029,00
Valor do projeto		Valor mão de obra		
R\$1.000,00		R\$6.000,00		
VALOR TOTAL= 41.349,00				

Fonte: Autor.

Geração estimada: 1.056kWh/mês

Tabela 3. Orçamento Destefani Construções

Equipamento	Marca	Quantidade	Preço un.	Total
Painel Solar	Leapton HALF CELL 440W	20	R\$1.349,00	R\$26.980,00
Inversor	Kehua-12000w	1	R\$14.653,28	R\$14.653,28
Valor do projeto		Valor mão de obra		

R\$850,00	R\$5.000,00
VALOR TOTAL=47.483,28	

Fonte: Autor.

Geração estimada: 1.058kWh/mês

Com a análise dos orçamentos podemos afirmar que o orçamento 01 é o mais viável para a situação proposta, com isso podemos fazer o comparativo de economia mensal de energia e prever a partir de qual ano a unidade de reciclagem pagaria o investimento realizado, conforme Tabela 4.

Tabela 4. Tempo de retorno

Ano	Custo anual acumulado	KWh Anual Acumulado
2020	R\$3.303,48	8.472
2021	R\$ 6.606,96	16.944
2022	R\$9.910,44	25.416
2023	R\$13.213,92	33.888
2024	R\$16.517,40	42.360
2025	R\$19.820,88	50.832
2026	R\$23.124,36	59.304
2027	R\$26.427,84	67.776
2028	R\$29.731,32	76.248
2029	R\$33.034,80	84.720
2030	R\$36.338,28	93.192
2031	R\$39.638,16	101.664
2032	R\$42.945,24	110.136

Fonte: Autor.

A partir da tabela acima podemos observar que a partir de 13 anos a unidade de reciclagem pagou o investimento e passou a dar lucro.

Com base na análise de investimento a longo prazo, temos que o tempo médio de retorno é de 25 anos, onde foram gerados R\$82.587,00 brutos e R\$41.238,00 líquidos sem que sejam considerados gastos com manutenção do equipamento.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Conclui-se que o trabalho tem sua importância do aproveitamento da energia solar no município de São Mateus, litoral do Espírito Santo, apresentando ser uma região ensolarada de clima tropical, sendo uma forma sustentável de contribuição, podendo ser instalado em outros locais com fácil acesso público.

É possível observar que após alguns anos da aplicação do sistema fotovoltaico, o mesmo irá gerar retorno financeiro, suprimindo o investimento realizado e liberando os órgãos públicos de despesas com energia elétrica. Dessa forma, instalando mais sistemas de captação de energia solar nos imóveis do município, a economia mensal será considerável, podendo esse valor ser direcionado para outras aplicações.

REFERÊNCIAS

ANEEL – Agência Nacional de Energia Elétrica. **Resolução Normativa 486 de 17 de abril de 2012**. Disponível em: <http://www.aneel.gov.br/cedoc/ren2012482.pdf>. Acesso em: 21 set. 2021

ANEEL – Agência Nacional de Energia Elétrica. **Resolução Normativa 482 de 17 de abril de 2012**. Disponível em: <http://www2.aneel.gov.br/cedoc/ren2012482.pdf>. Acesso em: 21 set. 2021

ARCE - **Agência Reguladora do Estado do Ceará**. 2018. Disponível em: <https://www.arce.ce.gov.br/>. Acesso em: 22 set. 2021

BRAZIL, O. A. V. **Regulação e apropriação de energia térmica solar pela população de baixa renda no Brasil**. 2006. 121 f. Dissertação (Mestrado em Regulação da Indústria de Energia) - Universidade Salvador – UNIFACS, Salvador, 2006.

CUNHA, Paulo. **Perspectivas para a energia solar**. 2020. Disponível em: <https://cenariossolar.editorabrasilenergia.com.br/perspectivas-para-a-energia-solar/>. Acesso em: 13 set. 2021.

DUTRA, J. C. D. N.; BOFF, V. Â.; SILVEIRA, J. S. T.; ÁVILA, L. V. Uma Análise do Panorama das Regiões Missões e Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul sob o Prisma da Energia Eólica e Solar Fotovoltaica como Fontes Alternativas de Energia. **Revista Paranaense de Desenvolvimento-RPD**, v. 34, n. 124, p. 225-243, 2013.

EDP online disponível em <https://www.edp.com.br/distribuicao-sp/saiba-mais/informativos/tabela-de-fornecimento-baixa-tensao>. Acesso: 10/08/2021.

HEGEDUS, STVEN et Nozumi OKUBO. "Real BOS and system costs of off-grid PV installations in the US: 1987-2004" in Photovoltaic Specialists Conference, 2005. **Conference Record of the Thirty-first IEEE**, vol., n°.pp. 1651- 1654, 3-7, Jan. 2005.

IAE; PVPS. Disponível em: <https://iea-pvps.org/>. Acesso: 24 out. 2021.

JARDIM, C. S. **A inserção da geração solar fotovoltaica em alimentadores urbanos enfocando a redução do pico de demanda diurno**. 2007. 148 f. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2007.

MARCONI, LAKATOS; Marina de Andrade, Eva Maria. **Metodologia do trabalho científico**. São Paulo: Editora Atlas, 1992. 4ª ed. p.43 e 44. Disponível em: https://docente.ifrn.edu.br/olivianeta/disciplinas/copy_of_historia-i/historia-ii/china-e-india.

MORENO, Hilton. **Guia de aplicação da norma técnica iec 60364-8-1: eficiência energética das instalações elétricas**. 2019. 30 p. Disponível em: <http://abcobre.org.br/wp-content/uploads/2021/05/bwi-guia-procobre-iec-60364-8-1-eficiencia-instalacoes-eletricas-mar19.pdf>. Acesso em: 23 set. 2021.

ÓRIGO ENERGIA. **A História da energia solar no Brasil**. 2020. Disponível em: <https://origoenergia.com.br/blog/a-historia-da-energia-solar-no-brasil>. Acesso em: 12 set. 2021.

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: INPE, 2017. 80p. Disponível em: <http://doi.org/10.34024/978851700089>

PORTAL ENERGIA RENOVAVEIS. **Energia Fotovoltaica: manual sobre tecnologias, projeto e instalação**. <https://www.infolivros.org/pdfview/401-energia-fotovoltaica-portal-energias-renovaveis/>, v. 1. 368 p. 2014. Acesso em: 20 ago. 2021.

PORTAL SOLAR. **ENERGIA SOLAR NO BRASIL**. 2020. Disponível em: <https://www.portalsolar.com.br/energia-solar-no-brasil.html>. Acesso em: 28 set. 2021.

PORTAL SOLAR. **ORIGEM DA ENERGIA SOLAR**. 2020. Disponível em: <https://www.portalsolar.com.br/blog-solar/energia-solar/historia-origem-da-energia-solar.html>. Acesso em: 28 set. 2021.

ROCHA, Camilo. **As dificuldades para a expansão da energia solar no Brasil**. 2018. Disponível em: <https://www.nexojornal.com.br/expresso/2018/01/10/As-dificuldades-para-a-expans%C3%A3o-da-energia-solar-no-Brasil>. Acesso em: 12 set. 2021.

ROCK, Contact. **Solar prime**, 2018. Disponível em: <https://blog.solarprime.com.br/instalacao-de-energia-solar-tudo-o-que-voce-precisa-saber/>. Acesso em: 22 set. 2021

ROSA, V. H. S. **Energia elétrica renovável em pequenas comunidades no Brasil: em busca de um modelo sustentável**. 2007. 440 f. Tese (Doutorado em Desenvolvimento

Sustentável) – Centro de Desenvolvimento Sustentável da Universidade de Brasília, Brasília, 2007.

SAUER, I. L.; QUEIROZ, M. S.; MIRAGAYA, J. C. G.; MASCARENHAS, R. C.; JÚNIOR, A. R. Q. Energias renováveis: ações e perspectivas na Petrobrás. **Bahia Análise & Dados**, v. 16, n. 1, p. 9-22, 2006.

SHAYANI, Rafael Amaral; DE OLIVEIRA, Marco Aurélio Gonçalves; CAMARGO, Ivan Marques de Toledo. **Comparação do custo entre energia Solar Fotovoltaica e fontes convencionais**. 2006. 16 p Tese (Engenharia Elétrica) - Universidade De Brasília.

SILVA, DE ASSUNÇÃO, SOBRINHO, FREITAS, DE ASSUNÇÃO Luzilene Souza, Ronaldo Furtado, Demetrius Clemente da Rocha, Ericka da Silva, Welton Raiol. Avaliação de Custo-Benefício da Utilização de Energia Fotovoltaica. Belém - PA- Brasil, v. 5, 2019. 12 p Tese (Engenharia Civil) - UFPA.

VIAN, ângelo. Energia Solar: **Fundamentos Tecnologia e Aplicações**. 1 ed. 2021.

Blucher Open Access. Disponível em:

<https://integrada.minhabiblioteca.com.br/reader/books/9786555500592/pageid/3>. Acesso em: 21 set. 2021

VILALVA, Marcelo Grandella. **Energia Solar Fotovoltaica**: conceitos e aplicações. 2 ed. Saraiva. 2012