FACULDADE MUNICIPAL DE EDUCAÇÃO E MEIO AMBIENTE- FAMA

JOSÉ ROCHA BELLO NETO

CUSTOS E BENEFÍCIOS SUSTENTÁVEIS DE ENERGIA FOTOVOLTAICA ESTUDO DE CASO NA ESTÂNCIA JOSÉ ROCHA BELLO PALMAS-PR

CLEVELÂNDIA – PR
2024

JOSÉ ROCHA BELLO NETO

CUSTOS E BENEFÍCIOS SUSTENTÁVEIS DE ENERGIA FOTOVOLTAICA ESTUDO DE CASO NA ESTÂNCIA JOSÉ ROCHA BELLO PALMAS-PR

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como requisito parcial para aprovação no Curso de Administração da FAMA - Faculdade Municipal de Educação e Meio Ambiente.
Orientadora: Prof. Esp. Jéssica Vieira dos Santos.

CLEVELÂNDIA – PR
2024

SUMÁRIO

Pág.
INTRODUÇÃO. 09
1 METODOLOGIA DA PESQUISA 10
1.1 TIPO DE PESQUISA 10
1.2 UNIDADE DO ESTUDO. 10
1.3 FORMA DE COLETA DE DADOS 10
1.4 TRATAMENTO DOS DADOS 11
1.5 CRONOGRAMA 11
2 REFERENCIAL TEÓRICO. 11
2.1 CONTEXTUALIZAÇÃO 11
2.1.1 Fundamentos de eletricidade e energia solar. 11
2.1.2 Fontes renováveis 12
2.1.3 Instalação de energia solar. 17
2.1.4 Impactos ambientais. 17
2.1.5 Utilização da energia no meio rural. 18
2.1.6 Análise de custos de investimentos. 20
2.1.7 Vantagens e desvantagens da energia fotovoltaica 22
3 APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS 23
CONSIDERAÇÕES FINAIS 33
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 35

RESUMO

O presente trabalho tem como objetivo analisar os custos e benefícios sustentáveis do sistema de energia fotovoltaica em residências de áreas rural e urbana, avaliando sua viabilidade econômica e ambiental. A pesquisa busca identificar os principais componentes e etapas do processo de implantação, levantar os custos envolvidos na aquisição, instalação e manutenção dos sistemas e avaliar os fatores que influenciam esses custos como localização, tamanho da propriedade e necessidades energéticas. Além disso, serão analisados os benefícios ambientais decorrentes da utilização de energia solar, comparando os custos e benefícios econômicos e ambientais. A metodologia inclui uma revisão bibliográfica que abrange estudos e dados relevantes sobre energia solar e práticas sustentáveis, além da análise de documentos financeiros. Essa abordagem permite entender melhor o cenário atual e as tendências no uso de energia fotovoltaica em diferentes contextos. Os resultados esperados visam fornecer uma compreensão aprofundada da viabilidade econômica e sustentável da energia solar fotovoltaica em áreas rurais e urbanas. Espera-se que a pesquisa demonstre como a adoção de sistemas fotovoltaicos pode levar a uma significativa redução nos custos com eletricidade e, ao mesmo tempo, contribuir para a preservação ambiental, ao diminuir a dependência de fontes de energia não renováveis e reduzir as emissões de gases de efeito estufa. O trabalho pretende destacar a importância da conscientização sobre os benefícios da energia solar e a necessidade de políticas públicas que incentivem sua adoção, especialmente em regiões com grande potencial para a geração de energia solar. As informações obtidas poderão servir como base para proprietários rurais e urbanos que desejam promover práticas mais sustentáveis, auxiliando na tomada de decisões sobre a implementação de sistemas de energia fotovoltaica. Em suma, este estudo não apenas explora a viabilidade econômica dos sistemas fotovoltaicos, mas também ressalta seu papel fundamental na construção de um futuro mais sustentável e na promoção da eficiência energética em diferentes tipos de propriedades.

Palavras – chave: Energia Solar. Sustentabilidade. Energia Renovais.

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABIB	Associação Brasileira das Industrias de Biomassa e Energia Renovável
ANEEL	Agência Nacional de Energia Elétrica
CEPEL	Centro de Pesquisas de Energia Elétrica
CO2	Dioxido de carbono
COPEL	Companhia Paranaense de Energia
CRESESB	Centro de Referência para Energia Solar e Eólica Sergio Brito
DPS’s	Proteção Contra Surtos
GW	Gigawatt
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
INMETRO	Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia
IRENA	Agência Internacional para Energia Renováveis
KWh	Quilowatt-hora
MME	Ministério de Minas e Energia
PR	Paraná
SFV	Sistemas Fotovoltaicos
TIR	Taxa Interna de Retorno
TMA	Taxa Mínima de Atratividade
VPL	Valor Presente Líquido

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Componentes básicos de um sistema fotovoltaico.... 15
Figura 2 - Diagrama elétrico fotovoltaico sistema on grid 16
Figura 3 - Fatura de energia elétrica da propriedade rural.....24
Figura 4 - Painel fotovoltaico 29
Figura 5 - Principais componentes do gerador fotovoltaico – Inversores 30

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Quadro 01 -Cronograma.....11
Tabela 1 - Consumo Médio Mensal (kWh), antes da implantação do sistema ano de 2023, na propriedade rural..... 25
Tabela 2 - Consumo Médio Mensal (kWh), com a implantação do sistema ano de 2024, na propriedade rural 26
Tabela 3 - Consumo Médio Mensal (kWh), antes da implantação do sistema ano de 2023, na residência da cidade.....26
Tabela 4 - Consumo Médio Mensal (kWh), com a implantação do sistema ano de 2024, na residência da cidade..... 27
Tabela 5 - Principais componentes do gerador fotovoltaico, adquiridos conforme a demanda da propriedade..... 31

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Análise financeira do comparativo dos anos de 2023 e 2024 na propriedade rural e urbana 27

INTRODUÇÃO

A busca por fontes de energia renovável tem se intensificado nas últimas décadas, motivada pela necessidade de reduzir a dependência de combustíveis fósseis e mitigar os impactos ambientais. A energia solar fotovoltaica surge como uma alternativa promissora, especialmente em áreas rurais onde o acesso à rede elétrica convencional pode ser limitado ou inexistente. Este projeto visa analisar os custos envolvidos na implantação de sistemas de energia solar em propriedades rural e urbana, identificando os principais fatores que influenciam esses custos e avaliando a viabilidade econômica e sustentável dessa tecnologia.

As áreas rurais apresentam características específicas que tornam a energia solar uma solução particularmente atraente. Em muitos casos, a distância das redes elétricas tradicionais torna a extensão da infraestrutura de distribuição economicamente inviável. Além disso, a energia solar pode proporcionar autonomia energética, permitindo que os produtores rurais atendam suas necessidades energéticas de forma independente e sustentável. Esse estudo visa abordar essas questões, trazendo uma análise detalhada dos custos e benefícios, tanto econômicos quanto ambientais, associados à implantação de sistemas fotovoltaicos em ambientes rurais.

O estudo de caso foi realizado na Estância José Rocha Bello, uma propriedade rural que adotou recentemente a tecnologia de energia solar fotovoltaica. A escolha desta estância permite uma análise prática e concreta dos impactos econômicos e ambientais da implantação dos sistemas solares. Através da coleta de dados específicos da Estância José Rocha Bello, foi possível obter uma visão abrangente dos desafios e oportunidades relacionados ao uso de energia solar em propriedades rurais, contribuindo para o desenvolvimento de recomendações aplicáveis a outros contextos semelhantes.

1 METODOLOGIA DA PESQUISA

1.1 TIPO DE PESQUISA

A presente pesquisa é estudo de caso, que serve para analisar detalhadamente os custos e benefícios sustentáveis de implantação de sistemas de energia solar na propriedade em estudo.

Para obter as informações pertinentes ao assunto, será realizado o estudo, através de pesquisas bibliografias de diversos autores, através de materiais já publicados, documental e/ou levantamento de dados, focando em estudos de caso, análises econômicas e impactos ambientais.

A pesquisa bibliográfica tem a finalidade de aprimoramento e atualização do conhecimento, através de uma investigação científica de obras já publicadas. De acordo com Boccato (2006), a pesquisa bibliográfica busca o levantamento e análise crítica dos documentos publicados sobre o tema a ser pesquisado com intuito de atualizar, desenvolver o conhecimento e contribuir com a realização da pesquisa.

1.2 UNIDADE DO ESTUDO

Os trabalhos de campo foram desenvolvidos na propriedade a seguir identificada:

Razão social: Estância José Rocha Bello.
Nome de fantasia: Santo Antônio do Cruzeiro
Descrição da atividade principal: Energias renováveis
Endereço: PRC 280 km 147,7 – conchas – Zona Rural de Palmas – Paraná
Data de início: 10 de Julho de 2024

1.3 FORMA DE COLETA DE DADOS

Os dados bibliográficos foram extraídos de material já publicado, obtido junto à biblioteca da Faculdade de Municipal de Educação e Meio Ambiente - FAMA e trabalhos acadêmicos disponíveis em bibliotecas digitais de outras universidades, publicações especificas sobre o tema estudado.

Quanto aos dados de ordem técnica e prática foram levantados junto à propriedade do estudo de caso, através de levantamentos de dados.

1.4 TRATAMENTOS DOS DADOS

Com dados da pesquisa estruturados em tópicos segundo a sua natureza para dar suporte aos estudos de ordem prática realizados na propriedade. Quanto aos documentos estão divididos em anexos e apêndices.

1.5 CRONOGRAMA

Trabalho desenvolvido de natureza teórico e prático de acordo com o cronograma abaixo:

Quadro 01 - Cronograma

Descrição das etapas do TCC	**2024**					
	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Hrs
Escolha do tema	3					3
Preparação do projeto de pesquisa	10					35
Levantamento bibliografico	10	10	12			40
Relação do relatório do TCC	10	20	20			35
Preparação de sugestões				25		30
Preparação da apresentação dos resultados				10	20	5
Totais.....	**33**	**30**	**32**	**35**	**20**	**150**

Fonte: o pesquisador,2024.

2 REFERENCIAL TEORICO

2.1 CONTEXTUALIZAÇÃO

2.1.1 Fundamentos de eletricidade e energia solar

A energia renovável é considerada uma fonte que pode durar por muito tempo, pois os recursos usados para produzi-la podem ser renovados naturalmente. Já as fontes de energia não renováveis utilizam recursos que,

com o tempo, podem acabar, à medida que são retirados da natureza (CEMIG, 2012).

A demanda por energia no Brasil e no mundo tem crescido de forma constante. No entanto, o aumento da oferta de energia elétrica não tem acompanhado esse crescimento. Nesse cenário, as fontes de energia renovável aparecem como uma opção promissora para garantir mais qualidade e segurança no fornecimento de eletricidade (SALAMONI; MONTENEGRO; RÜTHER, 2009).

O sol é uma fonte essencial de energia para a Terra, sendo fundamental para manter a vida no planeta. A radiação solar nunca acaba e tem um grande potencial para ser usada através de sistemas que a transformam em outras formas de energia, como a elétrica (Souza, 2015).

Segundo Cavalcante (2017), a energia elétrica é a capacidade de uma corrente elétrica de realizar trabalho. Ela pode ser obtida por meio de processos químicos, físicos ou mecânicos. A energia é gerada quando há uma diferença de potencial entre dois pontos de um condutor, criando uma corrente elétrica.

A carga elétrica é uma propriedade das partículas que formam o átomo. Os prótons, que têm carga positiva, ficam no núcleo do átomo, enquanto os elétrons, que têm carga negativa, ficam na eletrosfera, a região ao redor do núcleo. O átomo também é formado por nêutrons, que ficam no núcleo e não possuem carga (Teixeira, 2017).

2.1.2 Fontes renováveis

A energia hidráulica é uma das fontes mais usadas para gerar eletricidade no mundo, representando cerca de 16,1% da matriz energética global em 2019 (IEA, 2021) e 57,3% da matriz brasileira (ANEEL, 2021). Esse alto percentual no Brasil se deve à grande quantidade de rios no país, que oferecem um grande potencial para gerar energia elétrica usando a força da água.

Algumas usinas hidrelétricas têm reservatórios que conseguem armazenar energia por semanas ou até anos dependendo do tamanho. Isso permite que

elas gerem eletricidade mesmo em períodos de seca ou mau tempo. Além de gerar energia esses reservatórios podem ser usados para controlar enchentes, irrigar plantações, fornecer água potável, oferecer lazer e facilitar a navegação. No entanto, a maioria das hidrelétricas não tem esses reservatórios. Além disso, grandes usinas hidrelétricas causam impactos socioambientais importantes e precisam de muito dinheiro para serem construídas. Outro desafio é que as áreas com potencial para novas hidrelétricas estão ficando mais distantes dos grandes centros de consumo, como no Brasil, o que exige mais investimentos em longas linhas de transmissão para levar a eletricidade até as cidades (EPE, 2018).

O Brasil depende muito das usinas hidrelétricas para gerar eletricidade, o que preocupa os especialistas em energia. Isso acontece porque os reservatórios de água são sensíveis às mudanças no clima, o que pode afetar a capacidade de geração de energia (BARBOSA FILHO e PÊSSOA, 2015).

A energia eólica, por outro lado, é uma fonte renovável que tem crescido muito e ganhado destaque no mundo. Hoje, ela representa 8,2% da matriz energética mundial e 11,3% da matriz elétrica do Brasil, sendo a segunda principal fonte de eletricidade no país. Segundo a Associação Brasileira de Energia Eólica (ABEEólica), o Brasil tem atualmente 795 usinas eólicas em operação, com mais de 9.000 aerogeradores. Com os contratos já feitos, estima-se que até 2026 o Brasil terá pelo menos 34 GW de capacidade instalada, o que colocará o país como o 7º maior em energia eólica no mundo.

A energia solar tem se destacado na geração de eletricidade e é uma das opções mais promissoras entre as fontes renováveis. Segundo a IRENA, ela é a fonte de energia renovável que mais cresce e é amplamente vista como a energia do futuro.

A energia solar é uma das fontes mais promissoras e consistentes entre as energias renováveis. Seu grande potencial vem do fato de ser uma fonte primária, renovada diariamente, que pode ser usada de várias formas, como por meio de células fotovoltaicas e tecnologias térmicas (ANEEL, 2008).

De acordo com Brito (2006), a maioria das fontes de energia vem do sol, e aproveitar essa energia, que é praticamente inesgotável, tanto como calor quanto como luz, é uma das alternativas mais promissoras para enfrentar os desafios energéticos do futuro. Por exemplo, outras fontes de energia, como hidrelétrica, biomassa, eólica, combustíveis fósseis e energia dos oceanos, dependem do sol para se formar, sendo formas indiretas de energia solar (ANEEL, 2005).

Segundo o CRESESB (2006), o efeito fotovoltaico foi descoberto em 1839 pelo cientista francês Alexandre-Edmond Becquerel (1820-1891). Ele observou que, ao iluminar uma solução ácida, havia uma diferença de potencial entre os eletrodos na solução. Em 1876, Adams e Day observaram um efeito similar usando selênio. As primeiras células fotovoltaicas foram feitas de selênio e desenvolvidas por Frist em 1883.

Nos anos 1950, nos Estados Unidos, o laboratório Bell produziu as primeiras células solares feitas com materiais semicondutores, segundo Souza (2015). Essas células eram feitas de lâminas de silício cristalino e atingiram 6% de eficiência, com uma potência de 5mV e área de 2 cm².

O efeito fotovoltaico acontece por meio de semicondutores, e o silício é o mais usado. Os átomos de silício têm quatro elétrons que se ligam aos átomos vizinhos, formando uma rede cristalina. Quando átomos com cinco elétrons, como o fósforo, são adicionados, sobra um elétron que não pode se emparelhar. Esse elétron fica fracamente preso ao seu átomo de origem e pode se mover para a banda de condução (CRESESB, 2006).

Quando uma junção P-N é exposta à luz, são gerados pares de elétron e lacuna. Na área onde há um campo elétrico, as cargas são aceleradas, criando uma corrente na junção. Esse movimento de cargas gera uma diferença de potencial, chamada de Efeito Fotovoltaico. Se as duas extremidades de silício forem ligadas por um fio, os elétrons começarão a circular, que é como as células fotovoltaicas funcionam (CRESESB, 2006).

Devido à baixa tensão e corrente de saída de uma única célula fotovoltaica, é necessário usar várias células juntas para formar um módulo. É importante destacar que a corrente produzida pelo efeito fotovoltaico é contínua. Essas células podem ser conectadas de duas maneiras principais: em paralelo, onde as correntes se somam mantendo a tensão de cada célula; ou em série, que é a forma mais comum, onde a tensão das células é somada, podendo alcançar 12V, o que permite carregar um banco de baterias, se presente (CRESESB, 2006).

Com uma tecnologia que fornece eletricidade de forma sustentável e diminui a dependência de combustíveis fósseis, os Sistemas Fotovoltaicos (SFV) têm ganhado crescente destaque nos últimos anos. A indústria de geração de energia elétrica a partir da energia solar é amplamente vista como a melhor alternativa para atender à demanda energética futura. Isso se deve à sua superioridade em disponibilidade, custo-benefício, acessibilidade, capacidade e eficiência em relação a outras fontes de energia renovável (KANNAN; VAKEESAN, 2016)

De acordo com o CRESESB (2006), os sistemas fotovoltaicos podem ser classificados em três categorias principais: sistemas isolados, sistemas híbridos e sistemas conectados à rede. No entanto, todos os tipos de sistemas compartilham uma configuração básica.

Figura 1 - Componentes básicos de um sistema fotovoltaico

Fonte: CRESESB, 2006

Sistemas Isolados

De acordo com Souza (2015), um sistema fotovoltaico isolado é aquele que não está conectado à rede de distribuição de eletricidade das empresas fornecedoras de energia.

Esses sistemas podem ser classificados em duas subcategorias: sistemas híbridos, que funcionam em conjunto com outra fonte de geração de energia, e sistemas puros, que não possuem outra forma de geração de eletricidade. Os sistemas puros geralmente incluem um banco de baterias para armazenar energia e atender à demanda em dias nublados ou chuvosos (Souza, 2015).

Sistemas Interligados à Rede

Este tipo de sistema está diretamente conectado à rede elétrica das empresas distribuidoras de energia, permitindo que toda a energia gerada seja imediatamente transferida para a rede. Normalmente, esses sistemas não possuem um banco de baterias para armazenamento, o que os torna mais econômicos do que os sistemas autônomos, devido ao menor custo (Souza, 2015).

Figura 2. Diagrama elétrico fotovoltaico sistema on grid.

Fonte: (KEMERICH et al., 2016)

2.1.3 Instalação da energia solar

Para dimensionar e planejar um sistema fotovoltaico é essencial conhecer o local da instalação para avaliar as condições existentes e evitar erros relacionados à produção, custo e consumo (Torres, 2012).

Diversos parâmetros influenciam o desempenho dos módulos fotovoltaicos, incluindo a radiação solar, a localização geográfica, a inclinação e a orientação dos módulos. Fatores como a temperatura dos painéis, o sombreamento parcial, o desalinhamento entre os painéis, a resistência dos condutores e a limpeza dos painéis também são determinantes para o bom funcionamento do sistema (Ruther, 2004).

A inclinação ideal para a máxima incidência solar anual é determinada pela latitude local. O ideal é que a superfície dos painéis esteja voltada para a linha do equador no hemisfério sul e para o sul geográfico no hemisfério norte. Mesmo quando essa orientação não é possível, ainda é viável gerar uma quantidade satisfatória de energia (Torres, 2012).

Quando iluminado de forma homogênea, o gerador fotovoltaico apresenta um desempenho eficiente. No entanto, devido à ligação em série das placas, é crucial evitar sombras, que podem ser projetadas por antenas, chaminés ou postes, pois elas podem reduzir significativamente o rendimento de todo o sistema. Isso ocorre porque a placa que recebe menos radiação determinará a corrente e, consequentemente, a potência de operação do conjunto conectado em série (Ruther, 2004).

2.1.3 Impactos ambientais

O aquecimento do planeta é resultado da interação entre os processos naturais de entrada e emissão de radiação entre o Sol e a Terra. O Sol, que é a fonte de radiação luminosa, ultravioleta e infravermelha, emite energia que a Terra, como corpo receptor e refletor, absorve e reemite, causando o aquecimento do planeta (Rosa, 2000).

De acordo com Rosa (2000), o crescimento das atividades industriais humanas aumentou a emissão de certos gases na atmosfera. Esses gases interagem com a radiação térmica que é emitida de volta para a Terra,

elevando a temperatura global. Esse fenômeno, que é comparado ao funcionamento das estufas usadas no cultivo de plantas, é conhecido como Aquecimento Global e é frequentemente chamado de efeito estufa.

A emissão de gases que contribuem para o efeito estufa, especialmente o CO2, é uma preocupação global significativa. A geração e o consumo de eletricidade estão fortemente associados a esse problema devido à queima de combustíveis fósseis durante a produção de energia. No entanto, com o avanço de novas tecnologias, a geração de eletricidade está se tornando cada vez mais eficiente e menos prejudicial ao meio ambiente (Garcia et al., 2014).

A captação de energia solar é uma das novas tecnologias que visa reduzir a emissão de CO2. Para calcular essas emissões, é importante considerar vários fatores, incluindo a produção, o transporte e a instalação dos sistemas. Embora os sistemas fotovoltaicos não emitam gases durante sua operação, o processo de fabricação dos painéis e outros componentes consome energia, o que pode resultar em emissões de carbono (Garcia et al., 2014).

A origem dos componentes do sistema deve ser levada em conta, pois a intensidade das emissões de CO2 varia de acordo com a matriz energética do país, que pode ser renovável ou não. Além disso, o ciclo de vida do sistema depende da localização de instalação, devido à variação na intensidade da radiação solar. Considerando essas variáveis, a média de energia necessária para a produção de painéis fotovoltaicos é de 1.126,8 kWh/m² (Garcia et al., 2014).

2.1.4 Utilização de energia no meio rural

O setor rural é essencial para a economia de muitos países, pois é responsável pela produção de alimentos, matérias-primas e recursos naturais, além de proporcionar empregos e renda para inúmeras comunidades.

Complementando essa visão, Sachs (2005), destaca a importância do setor agrícola para o desenvolvimento econômico, especialmente em países de baixa renda, onde representa uma fonte significativa de emprego e renda para milhões de pessoas. Ele argumenta que a modernização do setor agrícola

pode ser um motor importante para o crescimento econômico e a redução da pobreza em países em desenvolvimento.

Leite (2021) observa que, no Brasil, o consumo de energia elétrica em propriedades rurais tem aumentado impulsionado pelo crescimento da produção agropecuária e pela expansão do acesso à eletricidade em áreas rurais. Assim, o setor rural é fundamental não apenas para a economia, mas também para a sociedade e o meio ambiente, sendo vital seu reconhecimento e valorização para garantir um desenvolvimento sustentável e equilibrado.

Segundo Abramovay (2012), as áreas rurais possuem grande potencial para se tornarem fontes importantes de inovação e crescimento econômico. No entanto, isso só é viável através da implementação de políticas e práticas que promovam a sustentabilidade e a diversificação da produção. Para integrar as zonas rurais aos mercados globais de maneira competitiva, é essencial investir em tecnologia, treinamento e infraestrutura.

O uso de energia elétrica em propriedades rurais no Brasil tem crescido nos últimos anos, impulsionado pelo aumento da produção agropecuária e pela ampliação do acesso à eletricidade em áreas rurais. De acordo com o "Relatório Anual de Gestão" do Ministério de Minas e Energia (MME, 2020), entre 2000 e 2020, houve um aumento significativo no acesso à energia elétrica em propriedades rurais no país. Em 2000, aproximadamente 40% das áreas rurais tinham acesso à eletricidade, enquanto em 2020 essa taxa subiu para 98,3%. No entanto, ainda há desafios a serem superados para garantir o acesso universal e sustentável à energia elétrica no campo. Segundo o IBGE (2020), cerca de 1,8 milhão de domicílios rurais no Brasil ainda não tinham acesso à eletricidade.

De acordo com Lima (2021), a energia elétrica é fundamental para a produção agrícola e pecuária, bem como para o processamento e armazenamento de alimentos. Entre seus principais usos no campo estão o bombeamento de água para irrigação, iluminação, aquecimento, resfriamento e ventilação de instalações, moagem de grãos, beneficiamento de frutas e legumes, além da produção de laticínios e carne. Contudo, muitas

propriedades rurais ainda enfrentam dificuldades para acessar e pagar pela energia elétrica, especialmente em áreas remotas e de baixa renda. Além disso, o uso intensivo de energia elétrica no campo pode aumentar as emissões de gases de efeito estufa e sobrecarregar o sistema elétrico durante picos de demanda.

Um dos métodos comuns de geração de energia em áreas rurais é o uso de lenha para produzir energia térmica. Embora a lenha seja considerada uma fonte renovável, seu uso pode ter impactos ambientais significativos, como a degradação de áreas florestais, a perda de biodiversidade e a emissão de gases de efeito estufa (MARTINS et al., 2019).

Para reduzir esses impactos, os autores recomendam a implementação de técnicas de manejo florestal sustentável e o uso de tecnologias mais eficientes na produção e aproveitamento da energia gerada a partir da lenha. Além disso, é importante considerar alternativas renováveis e com menor impacto ambiental, como a energia solar e eólica. A Associação Brasileira das Indústrias de Biomassa e Energia Renovável (ABIB, 2021) explica que a geração de energia elétrica a partir da biomassa da madeira envolve a queima da madeira para aquecer uma caldeira com água, convertendo-a em vapor. Sob alta pressão, esse vapor movimenta uma turbina que aciona um gerador, produzindo energia elétrica que pode ser incorporada à rede.

2.1.5 Análise de custos para investimentos

Uma análise da viabilidade econômica proporciona uma visão detalhada sobre um projeto de investimento. Após a decisão inicial, é crucial realizar uma análise minuciosa do projeto. O propósito fundamental dessa análise é desenvolver e avaliar estratégias, possibilitando a elaboração de um plano de ação ou projeto mais robusto.

Kebede (2015) destaca que a análise da viabilidade econômica dos sistemas fotovoltaicos proporciona informações valiosas sobre os benefícios dessa tecnologia para investidores e partes interessadas.

Jackson e Oliver (2000) complementam essa perspectiva ao argumentar que a viabilidade de uma tecnologia energética não pode ser avaliada apenas com base nos recursos físicos disponíveis. Em vez disso, é necessário considerar uma complexa interação de fatores econômicos, técnicos, ambientais, institucionais e sociais. Em uma economia de mercado livre, é essencial que uma usina fotovoltaica, assim como qualquer outra empresa, consiga gerar lucro com o investimento (Khalid; Junaidi, 2013).

A geração de eletricidade a partir da energia solar pode ser vista como uma das melhores alternativas para atender às futuras necessidades energéticas. Em comparação com outras fontes de energia renovável, a energia solar se destaca em termos de disponibilidade, custo-benefício, acessibilidade, capacidade e eficiência (Kannan; Vakeesan, 2016).

O objetivo principal de um investimento é gerar lucro para o investidor, avaliando sua viabilidade e potencial de rentabilidade. Entre as principais técnicas estão o Período de Payback, o Valor Presente Líquido (VPL) e a Taxa Interna de Retorno (TIR). Segundo Olívio (2015, pp. 39-40), o Período de Payback avalia o tempo necessário para que um projeto recupere o valor investido inicialmente. Um retorno mais rápido indica um projeto mais eficiente e atraente. O autor sugere que o cálculo do retorno pode ser feito através da elaboração de uma tabela que inclua o valor do investimento inicial, os períodos de análise, o fluxo de caixa de cada período e o valor acumulado dos fluxos de caixa. O retorno é considerado alcançado quando o valor acumulado dos fluxos de caixa atinge o valor do investimento inicial, o que significa que o capital investido foi recuperado.

O Valor Presente Líquido (VPL) é uma das principais métricas usadas por instituições financeiras para avaliar a rentabilidade de seus investimentos. Ele calcula a diferença entre as receitas esperadas e os custos descontados por uma taxa de desconto previamente definida, conhecida como Taxa Mínima de Atratividade (TMA) (Ross et al., 2007). Esse método de avaliação é crucial, especialmente quando combinado com outras técnicas de análise, como a Taxa Interna de Retorno (TIR).

A Taxa Interna de Retorno (TIR) é um método de avaliação de investimentos que determina a taxa de desconto que iguala ao valor presente das futuras entradas líquida de caixa do projeto ao valor do investimento inicial. Quando a TIR supera a taxa de retorno mínima esperada, o Valor Presente Líquido (VPL) se torna positivo, indicando que o investimento é lucrativo. No entanto, se a taxa mínima de atratividade for superior à TIR, resultando em um VPL negativo, o projeto deve ser reavaliado (Brigham; Houston, 1999; Cherobin et al., 2002).

2.1.6 Vantagens e desvantagens da energia fotovoltaica

A implementação de sistemas de energia solar fotovoltaica oferece uma série de benefícios, destacando-se como uma fonte de energia renovável e limpa, pois não gera poluição. A vida útil das placas solares ultrapassa 25 anos, o que implica em baixa necessidade de manutenção. A instalação do sistema é relativamente fácil, e não há consumo de combustíveis fósseis envolvidos. Uma das principais vantagens é que a luz solar é um recurso gratuito e abundante, disponível para todos os habitantes do planeta (PINHO et al., 2008).

As principais vantagens incluem:

- Ausência de consumo de combustíveis.
- Não gera poluição ambiental de nenhuma forma.
- Não produz poluição sonora.
- Vida útil das placas superior a 25 anos.
- Resistência a diversas condições climáticas.
- Componentes fixos, resultando em menor necessidade de manutenção.
- Possibilidade de ampliar a capacidade do sistema com a adição de novos módulos.

- Geração de energia mesmo em dias nublados.

Entretanto, algumas desvantagens devem ser consideradas:

- A fabricação de células fotovoltaicas demanda tecnologia avançada.
- O investimento inicial é elevado.
- A eficiência do sistema pode ser afetada pelo custo do investimento.
- O desempenho do sistema é, frequentemente, influenciado pelas condições climáticas.
- Descarte adequado das placas é necessário.
- O aquecimento em áreas próximas à instalação das placas pode ocorrer.
- A morte de aves pode ser um problema, devido ao reflexo e ao calor gerado pela radiação.
- O sistema depende significativamente da incidência solar para funcionar eficientemente.

3 APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS

3.1 APRESENTAÇÃO DA EMPRESA

A propriedade analisada no estudo de caso está localizada no município de Palmas - Paraná uma região com forte tradição agrícola e pecuária. Além dessa área rural, o proprietário também possui um imóvel urbano em Clevelândia-Paraná.

Com uma área total de 556 hectares a propriedade integra lavoura e pecuária, utilizando o solo de forma eficiente e sustentável. Essa integração permite aproveitar melhor os recursos, melhorar a qualidade do solo e reduzir os custos de operação. Na lavoura são cultivados grãos como soja, feijão e

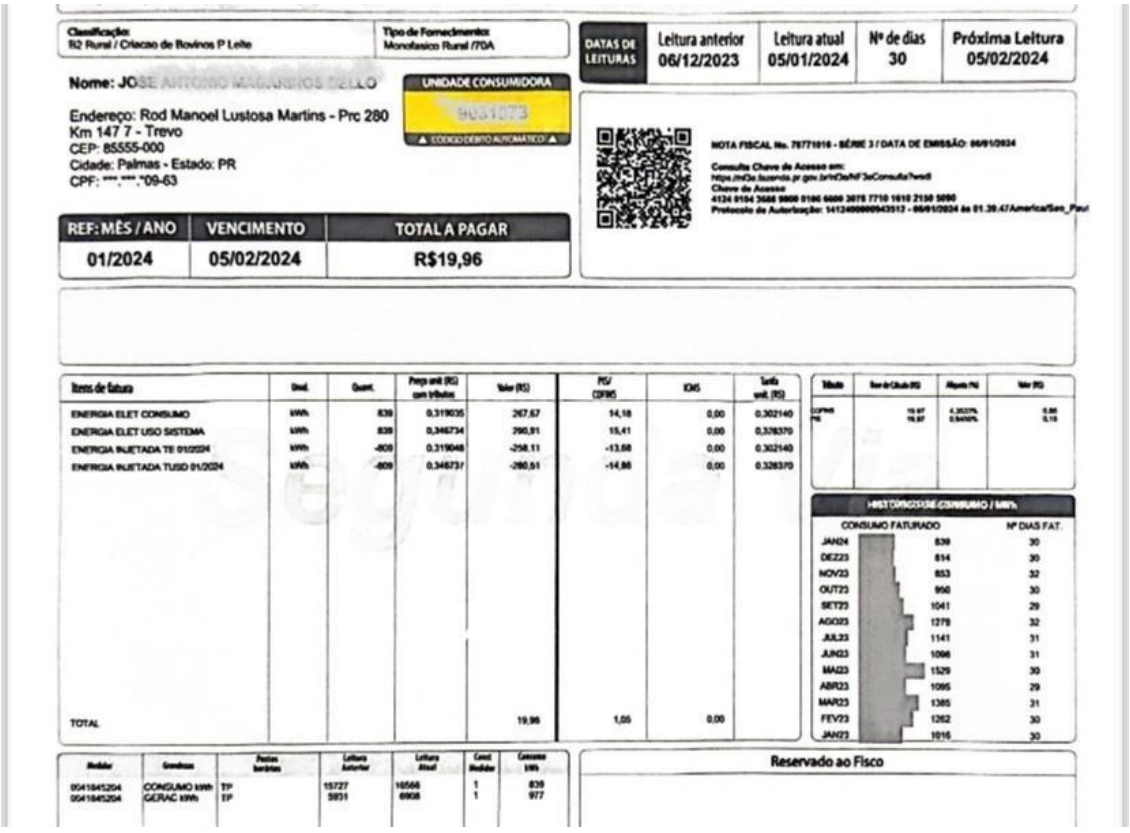
milho enquanto a pecuária se concentra na criação de gado de corte da raça Brangus.

A infraestrutura da propriedade inclui maquinário moderno, galpões para armazenar equipamentos, além de uma área de manejo coberta com iluminação e pastagens bem cuidadas, com correções para melhorar a fertilidade do solo. O proprietário foca em tecnologia e sustentabilidade, buscando tanto a viabilidade econômica quanto a preservação ambiental.

3.2 DIAGNÓSTICO DA SITUAÇÃO

O projeto abordado neste trabalho refere-se a uma propriedade localizada na cidade de Palmas-PR. O primeiro passo para realizar o dimensionamento do sistema fotovoltaico é analisar o histórico das faturas de energia elétrica dos últimos meses, tanto para a propriedade rural quanto urbano, conforme mostra a figura 3 fatura de energia elétrica propriedade rural.

Figura 3: Fatura de energia elétrica da propriedade rural



Fonte: o pesquisador

Por se tratar de uma propriedade rural que integra lavoura e pecuária, o consumo de energia mensal em 2023 foi consideravelmente alto. Isso ocorre principalmente por conta dos galpões que utilizam sistemas de iluminação, geradores e resfriadores, além das três casas onde vivem os funcionários e o proprietário. O consumo de energia das residências, somado ao dos equipamentos resulta em uma fatura de energia elevada.

Inicialmente, foi feito um levantamento detalhado do consumo de energia elétrica tanto da propriedade rural quanto da residência urbana, esses dados incluíram o consumo em kWh e o custo total da energia.

Para avaliar se o sistema fotovoltaico seria viável, dois fatores principais foram considerados: o custo da energia gerada pelas placas solares e o custo da energia fornecida pela concessionária local, a COPEL.

Vale destacar que os cálculos foram baseados nas faturas de energia dos anos de 2023 e 2024, conforme os registros fornecidos pelo proprietário. Com esses dados, foi possível identificar um consumo médio mensal de aproximadamente 1.120 kWh, resultando em um custo médio de R$ 1.200,00 por mês. Esses valores refletem o consumo antes da instalação do sistema fotovoltaico, como mostrado na Tabela 1.

Tabela 1 – Consumo Médio Mensal (kWh), antes da implantação do sistema ano de 2023, na propriedade rural.

Mês	Consumo médio mensal	Valor total (R$)
Janeiro	1.080 kWh	R$ 1.156,68
Fevereiro	1.120 kWh	R$ 1.200,00
Março	1.150 kWh	R$ 1.231,65
Abril	1.100 kWh	R$ 1.177,10
Maio	1.090 kWh	R$ 1.166,39
Junho	1.130 kWh	R$ 1.209,23
Julho	1.160 kWh	R$ 1.241,88
Agosto	1.140 kWh	R$ 1.220,96
Setembro	1.100 kWh	R$ 1.177,10
Outubro	1.150 kWh	R$ 1.231,65
Novembro	1.130 kWh	R$ 1.209,23
Dezembro	1.120 kWh	R$ 1.200,00

Fonte: próprio autor

Tabela 2 – Consumo Médio Mensal (kWh), com a implantação do sistema ano de 2024, na propriedade rural.

Mês	Consumo médio mensal	Valor total (R$)
Janeiro	804 kWh	R$ 19,96
Fevereiro	800 kWh	R$ 19,91
Março	902 kWh	R$ 29,92
Abril	790 kWh	R$ 80,32
Maio	780 kWh	R$ 54,69
Junho	760 kWh	R$ 52,84
Julho	820 kWh	R$ 70,09

Fonte: próprio autor

O consumo médio mensal estimado após a instalação das placas fotovoltaicas foi de 808 kWh, com um custo médio de R$ 46,81 por mês. Isso reflete a eficiência do sistema solar e o impacto positivo no orçamento da propriedade rural. Antes da instalação o custo mensal era em torno de R$ 1.200,00, porém, após a implementação caiu para R$ 46,81 representando uma economia de R$ 1.153,19 por mês.

Para este estudo o proprietário solicitou que a conta de energia de sua residência urbana em Clevelândia também fosse incluída na análise. O objetivo é garantir que a energia gerada pelo sistema fotovoltaico atenda tanto às necessidades da fazenda quanto da residência.

O consumo da energia da casa onde moram duas pessoas foi somado ao total conforme apresentado na Tabela 3.

Tabela 3 – Consumo Médio Mensal (kWh), antes da implantação do sistema ano de 2023, na residência da cidade.

Mês	Consumo médio mensal	Valor total (R$)
Janeiro	216 kWh	R$ 231,14
Fevereiro	200 kWh	R$ 228,82
Março	232 kWh	R$ 265,30

Abril	187 kWh	R$ 203,03
Maio	321 kWh	R$ 191,12
Junho	205 kWh	R$ 219,46
Julho	210 kWh	R$ 224,91
Agosto	244 kWh	R$ 222,28
Setembro	215 kWh	R$ 229,27
Outubro	225 kWh	R$ 240,00
Novembro	230 kWh	R$ 246,33
Dezembro	235 kWh	R$ 251,00

Fonte: próprio autor

Com essa análise, foi identificado um consumo médio de 226,67 kWh e um custo total médio de R$ 229,39 antes da instalação das placas fotovoltaicas.

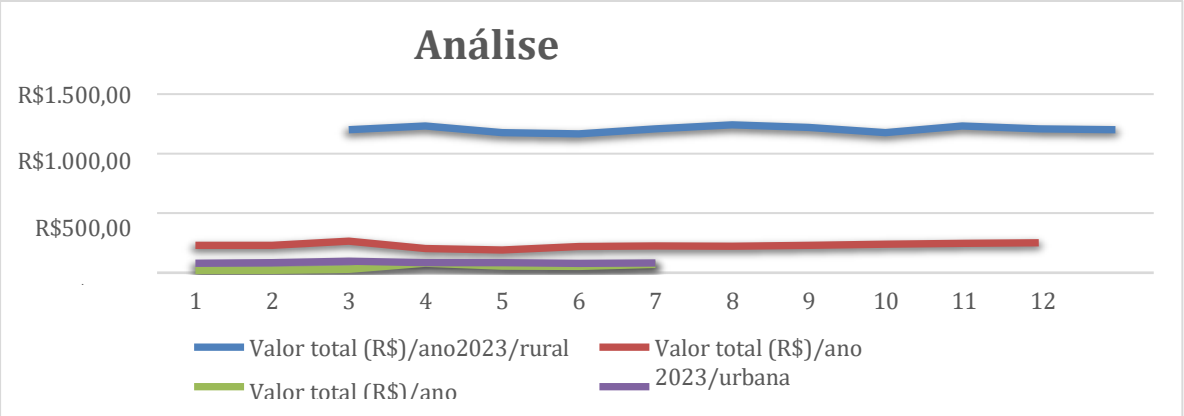
Tabela 4 – Consumo Médio Mensal (kWh), com a implantação do sistema ano de 2024, na residência da cidade.

Mês	Consumo médio mensal	Valor total (R$)
Janeiro	243 kWh	R$ 79,25
Fevereiro	324 kWh	R$ 85,24
Março	345 kWh	R$ 97,04
Abril	284 kWh	R$ 83,84
Maio	279 kWh	R$ 83,65
Junho	219 kWh	R$ 78,69
Julho	253 kWh	R$ 83,18

Fonte: próprio autor

Após a implementação do sistema, o consumo médio total na residência localizada na cidade foi de 278 kWh, com um custo médio total de R$ 84,41.

Gráfico 1 – Análise financeira do comparativo dos anos de 2023 e 2024 na propriedade rural e urbana.



Fonte: próprio autor

O sistema fotovoltaico adquirido pelo proprietário foi dimensionado para atender às necessidades específicas da propriedade, com uma geração média mensal de 4.032 kWh totalizando 48.384 kWh por ano. Vale lembrar que a geração de energia pode variar ao longo do ano, dependendo das estações e da quantidade de horas de sol. O custo total do sistema, incluindo instalação e homologação foi de R$ 124.000,00.

Antes da instalação do sistema fotovoltaico, o consumo médio mensal era de 226,67 kWh, com um custo médio de R$ 229,39. Após a instalação, o consumo aumentou para 278 kWh, mas o custo mensal caiu para R$ 84,41. Isso mostra como o sistema é eficiente em reduzir os gastos com energia, mesmo com um aumento no consumo.

Apesar do custo inicial de R$ 124.000,00, a economia gerada ao longo do tempo comprova a viabilidade financeira e ambiental dessa tecnologia. Esse cenário destaca a importância de considerar tanto os custos iniciais quanto as economias futuras ao avaliar a viabilidade de sistemas de energia renovável. A redução nos custos mensais indica um retorno sobre o investimento no médio a longo prazo, reforçando a importância de soluções sustentáveis para geração de energia.

De acordo com os orçamentos analisados nesta pesquisa, ficou claro que o uso de fontes de energia alternativa oferece uma excelente oportunidade para os consumidores reduzirem seus custos com eletricidade.

Além do retorno financeiro, a instalação de placas fotovoltaicas ajuda a diminuir as emissões de gases de efeito estufa e a dependência de fontes de energia não renováveis. A energia solar é uma fonte limpa e renovável, trazendo benefícios ambientais a longo prazo e reduzindo a pegada de carbono da propriedade.

Sobre as garantias que estão no contrato de compra e venda e instalação do sistema:

Painéis solares: Os painéis solares adquiridos pelo comprador têm uma garantia de 15 anos contra defeitos de fabricação. Além disso, garantem 80% de sua capacidade de produção de energia ao longo de 25 anos a partir da data de emissão da nota fiscal do equipamento.

Figura 4 – Painel fotovoltaico

Fonte: o pesquisador

Inversores: Os inversores adquiridos possuem uma garantia de 10 anos contra defeitos de fabricação. Sua principal função é converter a energia solar gerada em corrente contínua para corrente alternada, ajustando a tensão e a frequência para que sejam compatíveis com a rede elétrica. Isso permite que a energia solar gerada na propriedade seja utilizada para alimentar dispositivos eletrônicos.

A qualidade e o custo de um inversor são determinados pela forma de onda que ele produz e pela eficiência de conversão. É fundamental que os inversores sejam altamente confiáveis, exijam pouca manutenção e operem em uma ampla faixa de tensão de entrada. Eles também devem oferecer boa regulação de tensão na saída, ter baixa emissão de interferência eletromagnética, suportar os picos de partida das cargas alimentadas.

Figura 5 - Principais componentes do gerador fotovoltaico – Inversores

Fonte: o pesquisador

De acordo com a Resolução Normativa 493/2012 da ANEEL, os inversores conectados à rede devem gerar uma forma de onda senoidal com

baixa distorção harmônica. Quanto à eficiência, o INMETRO (2011) estabelece que os inversores isolados devem ter eficiência superior a 80% na faixa de operação entre 10% e 50% da potência nominal e de pelo menos 85% na faixa de 50% a 100% da potência nominal (CRESESB-CEPEL, 2014).

String Box: Os equipamentos derivados de disjuntores e dispositivos de proteção contra surtos (DPS) que são essenciais para a proteção do sistema têm uma garantia de 1 ano.

Estrutura: A estrutura do sistema possui uma garantia de 25 anos.

Serviços: A garantia contra defeitos nos serviços de instalação realizados pelo vendedor é de 1 ano.

Tabela 5: Principais componentes do gerador fotovoltaico, adquiridos conforme a demanda da propriedade

Produto	**Quantidade**
Painel Monocristalino 550WHC bifacial era solar	64
Inversor solar 10.5 kva 220v bifásico r1	2
Stringbox cc e ca 10.5 kva	2
Inversor solar 8kva 220v bifásico r1	1
Stringbox cc e ca 8 kva	1
Inversor solar 3.3 kva 220v bifásico r1	1
Stringbox cc e ca 3.3 kva	1
Estrutura mini trilho	64
Cabo fotovoltaico preto (m)	100
Cabo fotovoltaico vermelho (m)	100
Conector MC4 (PAR)	30
Serviço de engenharia	incluso
Serviço de instalação	incluso

Fonte: próprio autor

Os componentes do gerador fotovoltaico foram comprados de acordo com as necessidades desta propriedade, garantindo que o sistema funcione bem. Entre esses componentes estão os painéis solares, que captam a luz do sol; o inversor, que transforma a energia em um formato que pode ser usado nos aparelhos; as baterias, que armazenam energia para quando for preciso; e o sistema de monitoramento, que ajuda a acompanhar como tudo está funcionando. Escolher esses itens com cuidado, com base no consumo da propriedade, garante que o sistema seja eficiente e sustentável.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Atualmente o mundo busca por fontes renováveis de energia, e a energia solar fotovoltaica tem ganhado destaque no Brasil. O país possui excelente potencial para esse tipo de energia em todas as regiões, com pouca variação ao longo do ano. Embora a implantação de sistemas de energia renovável exija um investimento inicial elevado, eles apresentam retorno financeiro relativamente rápido devido à economia nas despesas com energia elétrica.

Com esta pesquisa foi possível identificar as principais vantagens e desvantagens do uso de um sistema de energia solar. A análise comparativa mostrou que apesar do alto investimento inicial, ao longo do tempo é possível eliminar os custos com a conta de energia elétrica, proporcionando uma economia significativa para o consumidor. Esse ponto se torna ainda mais importante em um cenário onde as tarifas de energia estão sempre subindo e os custos da energia tradicional variam muito, fazendo com que o sistema fotovoltaico ofereça uma vantagem econômica a longo prazo.

Além da economia financeira o sistema solar traz benefícios para o meio ambiente, gerando energia limpa. Isso contribui para a preservação ambiental e está alinhado com as tendências globais de sustentabilidade e uso eficiente de energia. Assim, a energia solar se destaca como uma escolha moderna e consciente, que apoia práticas mais sustentáveis.

De modo geral, é claro que, apesar do grande potencial do Brasil, ainda há muito a ser feito para ampliar o uso e a exploração dessa tecnologia e aproveitar ao máximo os benefícios que essa fonte de energia pode oferecer.

Em resumo adotar energia solar é uma opção viável e promissora para propriedades rurais, especialmente num momento em que a sustentabilidade e a eficiência energética estão se tornando mais importantes. Desta forma é fundamental que os proprietários avaliem as condições de suas propriedades e façam uma análise financeira detalhada antes de instalar o sistema.

Além disso, incentivar o uso de fontes renováveis, como a energia solar, ajuda a tornar essa tecnologia mais acessível e competitiva no mercado. Com mais propriedades adotando sistemas solares, a tendência é que os custos de instalação e manutenção fiquem mais baixos, facilitando o acesso para mais pessoas.

Sendo assim a pesquisa conclui que a energia solar é uma excelente opção para o futuro do setor rural, pois traz mais sustentabilidade, eficiência e economia. Embora ainda haja muito a ser feito para ampliar o uso dessa tecnologia no Brasil, o potencial é grande. A análise mostrou que o sistema fotovoltaico é viável tanto técnica quanto financeiramente no médio e longo prazo, superando expectativas.

Iniciativas como essas adotadas por pequenas propriedades, destacam o compromisso não apenas com a questão financeira, mas também com a sustentabilidade ambiental e social. Essas práticas incentivam as próximas gerações a manterem e aprimorarem a propriedade, promovendo um futuro mais saudável para todos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABEEOLICA - **Associação Brasileira de Energia Eólica. Energia Eólica - os bons ventos do Brasil.** Disponível em: https://abeeolica.org.br/. Acesso em 31 de março de 2022.

Atlas de energia elétrica do Brasil. 3. ed. Brasília: ANEEL, 2008. 236 p. Disponível em: http://www.inee.org.br/forum_ger_distrib.asp. Acessado em 04 de outubro de 2024.

ANEEL - Agência Nacional de Energia Elétrica. **Resolução normativa nº 687**, altera a Resolução Normativa nº 482, de 17 de abril de 2012, e os Módulos 1 e 3 dos Procedimentos de Distribuição – PRODIST. Brasília: ANEEL, 2012.

ABRAMOVAY, R. **Muito Além da economia verde**. [S.l.]: Editora Abril São Paulo, 2012.

Associação Brasileira das Indústrias de Biomassa e Energia Renovável ABIB. **Biomassa florestal**. 2021.

BRIGHAM, E.F.; HOUSTON. J.F. **Fundamentals of financial management**. São Paulo: Campus, 1999.

CAVALCANTE, Kleber G. **Energia elétrica**. Brasil Escola. Disponível em:http:brasilescolauol.com.br/física/energia-eletrica.2017. Acessado em: 18 de Julho de 2024.

CEMIG - **Companhia Energética de Minas Gerais. Alternativas Energéticas: uma visão Cemig**. Belo Horizonte: Cemig, 2012.

CHEROBIM et al. **Administração financeira: princípios, fundamentos e práticas brasileiras.** São Paulo, 2002.

CRESESB. Centro de Referência para Energia Solar de Salvo Brito. **Energia Solar Princípios e Aplicações.** Rio de Janeiro. Cepel 2006. 28p.

CRESESB-CEPEL. Energia solar princípios e aplicações. Disponível em: http://www.cresesb.cepel.br/. Acesso em 25 de setembro de 2024.

EPE, 2018. **Potencial dos Recursos Energéticos no Horizonte 2050**. Nota Técnica PR 04/18. Rio de Janeiro. Disponível em: www.epe.gov.br. Acesso em 04 de outubro de 2024.

GARCIA, Juliana; OLIVEIRA, Lidiane; JOHN, V.M. **Emissões de gases do efeito estufa e conteúdo energético de placas fotovoltaicas na América Latina**. 2014.

IBGE-**Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**.2020

IRENA – **International Renewable Energy Agency. Country rankings. Irena, Abu Dhabi, 2021**. Disponível em: https://www.irena.org/ Statistics/View-Data-byTopic/Capacity-and-Generation/Country-Rankings. Acesso em: 04 de outubro de 2024.

JACKSON, T.; OLIVER, M. **The viability of solar photovoltaics**. Energy Policy, v. 28, n. 14, p. 983 – 988, 2000

KANNAN, N.; VAKEESAN, D. **Solar energy for future world: - A review. Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 62, p. 1092 – 1105, 2016

KEBEDE, K. **Viability study of grid-connected solar PV system in Ethiopia. Sustainable Energy Technologies and Assessments**, v. 10, p. 63 – 70, 2015.

KHALID, A.; JUNAIDI, H. **Study of economic viability of photovoltaic electric power for Quetta – Pakistan**. Renewable Energy, v. 50, p. 253 – 258, 2013.

Kemerich, P. D. C., Flores, C. E. B., Borba, W. F., Silveira, R. B., França, J. R., Levandoski, N. (2016) "**Paradigmas da energia solar no Brasil e no mundo**", Artigo científico, in: Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental Santa Maria, v.20, n. 1, jan.-abr, p. 241-247 Revista do Centro de Ciências Naturais e Exatas – UFSM ISSN: 22361170.

Luiz, B. S. e Silva, T. S. (2017) "Energia fotovoltaica: um retrato da realidade brasileira", Artigo Científico in: INOVAE - ISSN: 2357-7797, São Paulo, Vol.5, N.2, JULDEZ, 2017 - p. 26-40.

MARTINS, A. et al. **Avaliação dos impactos ambientais do uso de lenha na geração de energia.** Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável, v. 14, n. 2, p. 312–319, 2019.
COLOCAR EM ORDEM

Ministério de Minas e Energia - MME. **Relatório Anual de Gestão**. 2020.

OLIVO, Rodolfo L.F. **Análise de investimentos**. Campinas: Alínea, 2015.

PINHO, J.T.; BARBOSA, C.F.O.; PEREIRA, E.J.S; SOUSA, H.M.S; BLASQUES, L.C. **Sistemas híbridos – Soluções energéticas para a Amazônia**. 1 ed. Basilia, Basil: Miniestério de Minas e Energia, 2008. 396 p.

ROSS, S.; WESTERFIELD W. R.; JAFFE, F. F. BRANDFORD. D. J. **Corporate finance**. 7ª ed 776 pg Londres: McGraw-hill, 2007

RÜTHER, R. **Edifícios Solares Fotovoltaicos**. LABSOLAR/UFSC. 1. ed. Florianópolis, SC:, 2004. v. 1. 114p

SACHS, J. D. **The end of poverty: economic possibilities for our time. [S.l.]: Penguin Books,** 2005.

SOUZA. R. **Os Sistemas de Energia Solar Fotovoltaica**. São Paulo. BlueSol. 2015. 114p.

TEIXEIRA, Mariane Mendes. **O que é carga elétrica?**. Brasil Escola. Disponível em: http:brasilescola.uol.com.br/física/oquee/carga/eletrica.2017. Acessado em: 18 de Julho de 2024.

TORRES. R. C. **Energia Solar Fotovoltaica como Fonte Alternativa de Geração de Energia Elétrica em Edificações Residenciais**. 2012. 164f. Dissertação de Mestrado. Universidade de São Paulo, Escola de Engenharia de São Carlos, Departamento de Engenharia Mecânica. São Paulo. 2012.