

UNIVERSIDADE FEDERAL DA FRONTEIRA SUL  
CAMPUS CHAPECÓ  
**CURSO DE ADMINISTRAÇÃO**

**ELIAS TARCÍSIO BERTUNCELLI**

ANÁLISE DA VIABILIDADE DE UM SISTEMA DE ENERGIA FOTOVOLTAICO EM  
UMA PROPRIEDADE RURAL NO MUNICÍPIO DE CORONEL FREITAS – SC

**CHAPECÓ**  
**2024**

**ELIAS TARCÍSIO BERTUNCELLI**

**ANÁLISE DA VIABILIDADE DE UM SISTEMA DE ENERGIA FOTOVOLTAICO EM  
UMA PROPRIEDADE RURAL NO MUNICÍPIO DE CORONEL FREITAS – SC**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao  
Curso de Administração da Universidade Federal  
da Fronteira Sul (UFFS), como requisito para  
obtenção do título de bacharel em Administração.

Orientador: Prof. Dr. Charles Albino Schultz

**CHAPECÓ**  
**2024**

**Bibliotecas da Universidade Federal da Fronteira Sul - UFFS**

Bertuncelli, Elias Tarcisio

ANÁLISE DA VIABILIDADE DE UM SISTEMA DE ENERGIA FOTVOLTAICO EM UMA PROPRIEDADE RURAL NO MUNICÍPIO DE CORONEL FREITAS ? SC / Elias Tarcisio Bertuncelli. -- 2024.

85 f.

Orientador: Doutor Charles Albino Schultz

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Federal da Fronteira Sul, Curso de Bacharelado em Administração, Chapecó, SC, 2024.

I. Schultz, Charles Albino, orient. II. Universidade Federal da Fronteira Sul. III. Título.

Elaborada pelo sistema de Geração Automática de Ficha de Identificação da Obra pela UFFS com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

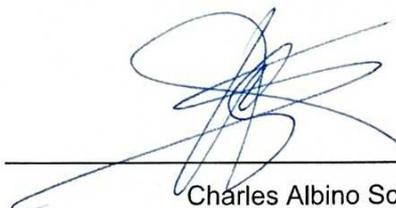
**ELIAS TARCÍSIO BERTUNCELLI**

ANÁLISE DA VIABILIDADE DE UM SISTEMA DE ENERGIA FOTOVOLTAICO  
EM UMA PROPRIEDADE RURAL NO MUNICÍPIO DE CORONEL FREITAS  
-SC

Trabalho de Conclusão de Curso  
apresentado ao Curso de Administração da  
Universidade Federal da Fronteira Sul  
(UFFS), como requisito para obtenção do  
título de bacharel em Administração.

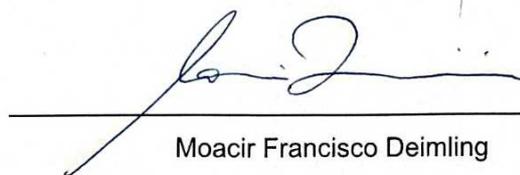
Este trabalho foi defendido e aprovado pela banca em 26/06/2024.

BANCA EXAMINADORA



---

Charles Albino Schultz  
Orientador



---

Moacir Francisco Deimling  
Avaliador



---

Darlan Christiano Kroth  
Avaliador

## **DEDICATÓRIA**

Dedico este trabalho aos meus pais, que não pouparam esforços para que eu pudesse concluir meus estudos.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiramente a Deus por me guiar e proteger ao longo desses anos de estudo, pela ajuda contínua nas horas mais difíceis. Aos meus pais, Tarcísio e Ivete por todo o zelo, carinho, confiança, amor, ajuda durante os piores momentos e por me lembrarem de nunca desistir dos meus sonhos. Ao meu irmão Vando, por me auxiliar na escolha do tema, sugerindo boas ideias e por sempre se preocupar com minha vida e minhas escolhas.

Destaco uma pessoa muito especial, Daniela Toniolo, que entrou na minha vida durante o decorrer da jornada acadêmica, tornando os dias mais felizes e especiais na minha vida. A pessoa que mais me deu forças para seguir com o trabalho e acreditar que seria possível, obrigado companheira de vida e de sonhos.

Meu professor e orientador Doutor Charles Albino Schultz, merece um agradecimento imensamente especial, por sua orientação valiosa nesta jornada. Sua maneira simples e direta de compartilhar conhecimento foi inestimável. Por sempre me ajudar a seguir o melhor caminho e por proporcionar conhecimento e aprendizado.

Por fim, sou profundamente grato ao Prof. Dr. Moacir Francisco Deimling e Prof. Dr. Darlan Christiano Kroth, por terem aceitado ser os membros da banca e por me auxiliarem ao longo dessa jornada de formação acadêmica. A dedicação, carinho e respeito no ensino são notáveis, por mais que a jornada acadêmica seja desafiadora, com o apoio de mentores dedicados citados neste agradecimento, torna-se uma experiência enriquecedora, nos preparando para sermos profissionais melhores no futuro.

## EPÍGRAFE

“O sucesso é a soma de pequenos esforços - repetidos dia sim, e no outro dia também”. (Robert Collier).

## RESUMO

A urgência crescente de alcançar a sustentabilidade nas zonas rurais é inegável, especialmente à luz dos impactos comprovadamente prejudiciais das alterações climáticas. Um exemplo é a mitigação das emissões de gás metano, um gás com efeito de estufa associado à pecuária de ruminantes. A energia solar fotovoltaica oferece uma solução atraente – é uma fonte limpa e renovável com mínimo impacto ambiental, tornando-a altamente adequada para adoção pelos produtores rurais. Este estudo de caso investiga a viabilidade econômico-financeira da implementação de painéis fotovoltaicos numa propriedade rural, mais especificamente na atividade de pecuária leiteira. O estudo teve como objetivo atingir três objetivos principais: identificação de custos – avaliar de forma abrangente os custos iniciais e contínuos associados à instalação e manutenção do sistema fotovoltaico. Determinação dos indicadores de viabilidade – determinar o desempenho econômico-financeiro do projeto através do cálculo de indicadores relevantes. Avaliação de viabilidade do investimento – avaliar viabilidade financeira do investimento no sistema fotovoltaico. Para abordar os objetivos da pesquisa, foi realizada uma análise abrangente dos dados. Os dados históricos de consumo e geração de energia elétrica da propriedade rural foram examinados durante um período de nove meses, de agosto de 2023 a abril de 2024. Esses dados serviram de base para a criação de projeções relativas às estimativas de produção e consumo de energia, incluindo considerações para manutenção e limpeza dos painéis para um período de 25 anos. A análise alavancou princípios de análise econômico-financeira estabelecidos, com particular enfoque nos seguintes indicadores-chave: Taxa Interna de Retorno (TIR); *Payback*; Valor Presente Líquido (VPL); e VPL acumulado. Além disso, para dar conta de eventuais incertezas futuras, foram modelados três cenários distintos: provável, otimista e pessimista. Esta abordagem proporcionou uma compreensão do desempenho do investimento sob diversas condições. As conclusões obtidas nos três cenários ilustram o potencial positivo do investimento em painéis fotovoltaicos para a propriedade. A TIR excedeu o dobro da Taxa Mínima de Atratividade em todos os cenários. Além disso, o *payback* foi projetado entre 7 e 8 anos, significativamente menor do que o tempo de garantia dos painéis fotovoltaicos (25 anos). Isto traduz-se numa situação econômica e financeira favorável ao investimento. Este estudo de caso apresenta limitações inerentes associadas à sua abordagem metodológica do estudo de caso. A análise

centrou-se apenas em considerações econômico-financeiras, não considerando a influência potencial de fatores externos, tais como riscos legais, ambientais ou tecnológicos, que podem ter impacto na viabilidade no projeto a longo prazo. A generalização do estudo é inerentemente restrita devido ao seu desenho singular de estudo de caso. O presente estudo de caso fornece evidências de que a instalação de painéis fotovoltaicos numa propriedade baseada na pecuária leiteira pode proporcionar retornos econômicos e financeiros positivos. Os resultados, juntamente com os benefícios ambientais da redução das emissões de gases com efeito de estufa, sugerem que a energia solar fotovoltaica representa uma solução viável e atrativa para promover a sustentabilidade no setor rural.

**Palavras-chave:** Gestão de custos, Sustentabilidade, Propriedade rural, Viabilidade econômico-financeira.

## ABSTRACT

The escalating urgency of achieving sustainability in rural areas is undeniable, particularly in light of the demonstrably detrimental impacts of climate change. A prominent example is the mitigation of methane gas emissions, a potent greenhouse gas associated with ruminant livestock farming. Photovoltaic (PV) solar energy offers a compelling solution – it is a clean, renewable source with minimal environmental impact, making it highly suitable for adoption by rural producers. This case study delves into the economic and financial viability of implementing photovoltaic panels on a dairy farm. The study aimed to achieve three key objectives: cost identification: To comprehensively assess the upfront and ongoing costs associated with the installation and maintenance of the PV system. Performance evaluation: To determine the project's economic-financial performance through the calculation of relevant indicators. Investment viability assessment: To critically evaluate the financial attractiveness of the investment in the PV system. To address the research objectives, a comprehensive data analysis was conducted. Historical electricity consumption and generation data for the rural property were meticulously examined over a period of nine months, from August 2023 to April 2024. This data served as a foundation for creating projections concerning energy production and consumption estimates, including considerations for panel maintenance and cleaning costs over a 25-year timeframe. The analysis leveraged established economic-financial analysis principles, with a particular focus on the following key indicators: Internal Rate of Return (IRR); Payback Period; Net Present Value (NPV); and Accumulated NPV. Furthermore, to account for potential future uncertainties, three distinct scenarios were modeled: probable, optimistic, and pessimistic. This approach provided a more robust understanding of the investment's performance under varying conditions. The findings gleaned from the three scenarios demonstrably illustrate the positive potential of investing in photovoltaic panels for rural dairy farms. Notably, the IRR consistently exceeded twice the Minimum Attractive Rate across all scenarios. Additionally, the payback period was projected to be between 7 and 8 years, significantly shorter than the typical lifespan of photovoltaic panels (guaranteed for approximately 25 years). This translates to a highly favorable economic and financial situation for the investment. This case study acknowledges inherent limitations associated with its methodological approach. The analysis focused solely on economic and financial considerations, neglecting the potential influence of

external factors such as legal, environmental, or technological advancements that might impact the project's viability in the long term. Additionally, the study's generalizability is inherently restricted due to its singular case-study design. The present case study provides compelling evidence that the installation of photovoltaic panels on a dairy farm can deliver positive economic and financial returns. The robust results, coupled with the environmental benefits of reduced greenhouse gas emissions, strongly suggest that PV solar energy represents a viable and attractive solution for promoting sustainability within the rural sector.

**Keywords:** Cost management, Sustainability, Rural property, Economic and financial viability.

## LISTA DE SÍMBOLOS

\* – Dados Projetados.

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Regra disposta no artigo Art. 27 da Lei nº 14.300/2022 .....	36
Tabela 2 – Histórico de consumo de energia elétrica kWh.....	53
Tabela 3 - Composição financeira do projeto dos Painéis Fotovoltaicos.....	54
Tabela 4 - Histórico de geração de energia elétrica kWh.....	58
Tabela 5 - Valor do kWh tarifa convencional Rural Grupo B. ....	59
Tabela 6 - Valor do kWh Geração convencional Rural Grupo B. ....	60
Tabela 7 - Formação do valor da conta de energia.....	61
Tabela 8 - Início da produção Ano 1. ....	61
Tabela 9 - Custo com limpeza dos painéis ao longo dos 25 anos.....	64
Tabela 10 - Projeção do custo de troca dos inversores. ....	65
Tabela 11 - Fluxo de caixa projeção anual.....	66
Tabela 12 - Projeção de caixa do projeto.....	69
Tabela 13 - Resultados da análise de viabilidade. ....	72

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

- AC - Corrente alternada.
- ANEEL - Agência Nacional de Energia Elétrica.
- CC - Corrente contínua.
- CO2 - Dióxido de carbono.
- COFINS - Contribuição para o Financiamento da Seguridade Social.
- DPS - Dispositivo de Proteção contra Surtos.
- EPE - Empresa de pesquisa energética.
- ESG - *Environmental, Social and Governance*.
- FC - Fluxo de caixa.
- GD - Geração distribuída.
- GEE - Gases de efeito estufa.
- GW – Gigawatts.
- IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.
- ICMS imposto sobre mercadorias e serviços.
- IPCA - Índice Nacional de Preços ao Consumidor Amplo.
- IPCC - Intergovernmental Panel on Climate Change.
- MC4 – Conectores.
- MMGD - Micro e minigeração distribuída.
- MW - Mega watts.
- NDC - Contribuições Nacionalmente Determinadas de emissões de carbono.
- ODS - Objetivos do Desenvolvimento Sustentável.
- ONU- Organização das nações unidas.
- PIS - programa de interação social.
- REN - Resolução Normativa.
- SCEE - Sistema de Compensação de Energia Elétrica.
- SELIC - Sistema Especial de Liquidação e de Custódia.
- TE - Tarifa de energia.
- TEP-Tonelada equivalente petróleo.
- TIR - Taxa interna de Retorno.
- TMA -Taxa mínima de atratividade.
- TUSD - Tarifa de distribuição.
- TWh - Terawatts/hora.

TWp - Pico de irradiação solar.

UFRGS - Universidade Federal do Rio Grande do Sul

VPL - Valor presente líquido.

WWF - World Wildlife Fund.

SEBRAE - Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas.

IPEA - Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada.

WRI - World Resources Institute.

CNA - Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil.

## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Matriz energética Brasileira. ....	31
Gráfico 2 - Oferta Interna de Energia Elétrica por Fonte. ....	32
Gráfico 3 Crescimento do número de Micro e Minigeradores. ....	33
Gráfico 4 Consumo e geração kWh Agosto 2023 a julho 2024. ....	58

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Modalidades Sistema de Compensação de Energia Elétrica.....	38
Quadro 2 - Fluxo de caixa .....	45
Quadro 3 - Fluxo de caixa descontado.....	46
Quadro 4 - Projeção da taxa anual de inflação e TMA.....	63

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Gerações atuais e futuras terão um mundo mais quente.....	25
Figura 2 - Perdas e danos relacionados às mudanças climáticas.....	26
Figura 3 - Limitação do aquecimento global.....	28
Figura 4 - Aumento da temperatura global.....	29
Figura 5 - Expansão da matriz elétrica brasileira.....	34
Figura 6 - Consumo de energia por setor ano base em 2022.....	37
Figura 7 - ligação de um sistema fotovoltaico <i>on-grid</i> .....	40
Figura 8 - Ligação de um sistema fotovoltaico <i>on-grid</i> .....	42
Figura 9 - Localização da cidade de Coronel Freitas no estado de Santa Catarina..	51
Figura 10 - Imagem satélite da propriedade em 2024.....	52
Figura 11 - Programa Web SunWeg Monitoramento e Geração.....	56

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	19
1.1 OBJETIVOS .....	21
<b>1.1.1 Objetivo Geral</b> .....	<b>21</b>
<b>1.1.2 Objetivos Específicos</b> .....	<b>21</b>
1.2 JUSTIFICATIVA .....	22
<b>2 REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	<b>24</b>
2.1 CENÁRIO ATUAL DE TECNOLOGIAS SUSTENTÁVEIS.....	30
2.2 LEGISLAÇÃO BRASILEIRA SOBRE TECNOLOGIAS FOTOVOLTAICAS .....	35
2.3 ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA.....	39
<b>2.3.1 Caracterização do sistema fotovoltaico</b> .....	<b>40</b>
<b>2.3.2 Equipamentos para instalação de um sistema de geração de energia</b> .....	<b>41</b>
2.4 CONCEITOS APLICADOS À ANÁLISE DE VIABILIDADE .....	42
<b>2.4.1 Fluxos de caixa</b> .....	<b>43</b>
<b>2.4.2 Payback</b> .....	<b>45</b>
<b>2.4.3 Taxa interna de retorno (TIR)</b> .....	<b>47</b>
<b>3- PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS</b> .....	<b>49</b>
<b>4 ANÁLISE DE RESULTADO</b> .....	<b>51</b>
4.1 A PROPRIEDADE EM ESTUDO.....	51
4.2 A UNIDADE GERADORA FOTOVOLTAICA.....	54
4.3 PRODUÇÃO DE ENERGIA.....	57
4.4 TARIFAS DE ENERGIA .....	59
4.5 FLUXO DE CAIXA PROJETADO .....	62
<b>4.5.1 Determinação da taxa de inflação projetada</b> .....	<b>62</b>
<b>4.5.2 Estimativa dos gastos e economia gerada</b> .....	<b>63</b>

4.6 ESTRUTURAÇÃO DO PROJETO DE ANÁLISE DE VIABILIDADE .....	68
<b>4.6.1 Taxa Mínima de atratividade.....</b>	<b>68</b>
<b>4.6.2 Fluxo de caixa descontado.....</b>	<b>68</b>
<b>4.6.3 Payback.....</b>	<b>70</b>
<b>4.6.4 Taxa interna de retorno.....</b>	<b>71</b>
4.7 ANÁLISE DE VIABILIDADE .....	71
<b>5- CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>74</b>
REFERÊNCIAS.....	77

## 1 INTRODUÇÃO

A agricultura familiar é caracterizada como um alicerce da produção de alimentos, sendo o pilar de diversas economias, impulsiona o avanço tecnológico e cultural, gera empregos no setor agropecuário e desempenha um papel crucial na dinamização da economia, é uma força motriz indispensável para nossa sociedade.

Segundo dados da Confederação Nacional dos Trabalhadores Rurais Agricultores e Agricultoras Familiares (Contag) (2023), a agricultura familiar, que ocupa 23% das terras e conta com 3,9 milhões de estabelecimentos, é uma força motriz significativa na economia brasileira. Ela é responsável por 23% do valor bruto da produção agropecuária e emprega 67% da força de trabalho rural. Sua produção a coloca como a oitava maior produtora de alimentos do mundo, além disso, ela desempenha um papel crucial na economia, contribuindo com 40% da renda da população economicamente ativa. Esses dados reforçam o entendimento de que a agricultura familiar tem importância para a existência de todos e que a mesma possui um papel crucial no desenvolvimento sustentável e na segurança alimentar (Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura, 2021).

A busca pela contínua melhoria nos meios utilizados na atividade rural se tornaram fator principal para aumentar a produtividade no campo. Porém, com o aumento das tecnologias e máquinas na propriedade ocorre o aumento de custos de produção, trazendo a preocupação com a redução de custos para o contexto da gestão da propriedade rural (Lamas, 2017). Um dos gastos que se tornou relevante é o consumo de energia elétrica, decorrente da tecnificação da atividade leiteira. Uma solução para a redução dos custos de energia elétrica é a implementação de inovações e tecnologias para aprimorar a eficácia, aperfeiçoar as operações e diminuir despesas na produção agrícola e pecuária (Agrodebate, 2024). Nesse meio, uma solução que tem se popularizado é a geração de energia elétrica de fonte renovável pela própria propriedade rural, especialmente pelo uso de painéis fotovoltaicos.

Nessa linha, ao mesmo tempo que a propriedade busca a redução de custos com energia elétrica, ela também introduz avanços na contribuição para a compensação das emissões de gases do efeito estufa. Segundo Mooney, Cooper e Sjo Gersten (2021), as máquinas agrícolas expõem dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) durante

suas operações, poluindo a atmosfera. Além disso, os ruminantes, como o gado bovino, produzem metano que também polui a atmosfera.

No entanto, o professor de economia e direito da FGV, Daniel Vargas, comenta que Myles Allen, professor de Oxford, principal cientista climático do metano do planeta defende que as atuais informações a respeito dos efeitos do metano na atmosfera estão prejudicando o clima e o produtor rural, devido a métricas e cálculos ultrapassados e equivocados. Allen defende que o gás metano dura poucos anos na atmosfera, ao ser quebrado na mesma seu efeito proporciona uma diminuição da temperatura, indo totalmente contra as atuais suposições, por fim menciona que o agricultor que faz bem feito o seu trabalho é igual ao plantador de árvores, ambos estão dando a mesma contribuição ao planeta, com a diferença que a agricultura e pecuária não devem diminuir suas atividades, mas sim abraçar ainda mais a produção, produtividade, tecnologia, geração de renda e o desenvolvimento (Mosaico de Economia, 2024).

Com isso, Dall’Agnol (2018) complementa que a produção de gases pelos animais é inevitável, porém existem meios para diminuir essa produção através da recuperação de pastagens degradadas, proporcionando uma compensação de carbono para a atividade agropecuária, ajudando a minimizar o aquecimento global ao longo dos anos.

Em vista disso, para limitar o aquecimento global, conforme estabelecido pela ONU, será necessário que se atinja zero emissões líquidas de CO<sub>2</sub> até o início dos anos 2050 (Davis, 2019). Um dos meios que deverá ser utilizados é a implementação de sistemas de energia renovável (Eisensohn, 2022). Seguindo esse pressuposto, para reduzir o impacto da emissão de gases poluentes provenientes da agropecuária, é possível compensar o meio ambiente por meio da produção de energia renovável pela própria propriedade. Em vez de utilizar energia de fontes não renováveis para as atividades o uso de painéis fotovoltaicos permite que a propriedade produza e utilize energia limpa e sustentável.

Por outro lado, os custos de energia elétrica na atividade da pecuária leiteira têm-se tornado relevantes com o passar dos anos, pelo aumento na tecnificação da produção, tornando-se mais dependente de equipamentos que utilizam energia elétrica, e pelo encarecimento da energia elétrica. A busca pela redução de custos e uma relação menos agressiva com o meio ambiente tem feito que produtores rurais

que desempenham atividades que dependem do consumo de energia elétrica, busquem a geração de energia elétrica a partir da utilização de painéis fotovoltaicos (Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil (CNA), 2021).

Contudo, a busca por essas alternativas apresenta um novo desafio relacionado ao investimento e aos custos de implementação de uma unidade geradora e à viabilidade econômico-financeira desse investimento. É comum que a decisão do investimento seja tomada com base nas informações e análises apresentadas pelas empresas executoras do projeto, sem uma análise de viabilidade conduzida para a propriedade em si, como é o caso da propriedade rural objeto de estudo dessa pesquisa. Nesses casos, o proprietário rural implementou os painéis fotovoltaicos seguindo apenas os dados técnicos da empresa executora do projeto, porém a dúvida sobre a real viabilidade persistiu, cuja dúvida é respondida pelos resultados do estudo.

Nesse contexto, tem-se a pergunta de pesquisa: é viável a instalação de painéis fotovoltaicos para a geração de energia elétrica na propriedade rural? Para responder à pergunta, foram desenvolvidos os seguintes objetivos de pesquisa que orientam o desenvolvimento do trabalho.

## 1.1 OBJETIVOS

### 1.1.1 Objetivo Geral

Analisar a viabilidade econômico-financeira da instalação de painéis fotovoltaicos em uma propriedade rural localizada no município de Coronel Freitas, Santa Catarina.

### 1.1.2 Objetivos Específicos

1. Identificar os gastos de utilização da usina fotovoltaica;
2. Determinar indicadores econômico-financeiros do investimento;
3. Analisar a viabilidade econômico-financeira do investimento.

## 1.2 JUSTIFICATIVA

A energia elétrica consumida na atividade agropecuária é um elemento de custo relevante na perspectiva do desempenho econômico-financeiro de uma propriedade rural. No decorrer dos últimos anos houve um crescimento elevado a respeito das tarifas de energia elétricas para os consumidores. O produtor rural viu a necessidade de buscar formas de diminuir os gastos com energia elétrica, pois a mesma é responsável por uma fatia considerável nos gastos relacionados à atividade leiteira. Segundo dados da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), o reajuste médio da fatura de energia elétrica, acumulado até novembro de 2022, foi de 11,35%, para o ano de 2023 o reajuste foi em média 6,9%. Atualmente, o diretor da ANEEL prevê um aumento de 5,6%, acima do Índice Nacional de Preços ao Consumidor Amplo (IPCA) projetado para 2024, que é de 3,86%. Ou seja, o valor das contas de luz terá mais um aumento (Meirelles, 2024).

Todavia, para amenizar os custos com energia elétrica o produtor rural está buscando formas para aproveitar as fontes naturais infinitas presentes na propriedade, aderindo à utilização de painéis fotovoltaicos, pois a energia solar tem se tornado uma alternativa bem-vista pelos agricultores que buscam realizar novos investimentos para reduzir o valor da conta de luz no final do mês (CNA, 2021).

Além do fácil acesso a novas linhas de crédito para aquisição dos sistemas fotovoltaicos, atualmente existem diversas empresas de energia solar registradas, segundo a Aneel, essa ampla concorrência entre várias empresas do mesmo setor proporciona qualidade de equipamentos e serviços, resultando em uma diminuição de custos de aquisição, chamando a atenção dos produtores rurais (Canal Rural, 2021).

Conforme informações da Associação Brasileira de Energia Solar Fotovoltaica (ABSOLAR), a agropecuária representa 13,2% da capacidade instalada no Brasil, com investimentos superiores a R\$1,7 bilhão nas propriedades (CNA, 2021). Com isso, é possível identificar que cada vez mais os produtores rurais estão aderindo a essa nova tecnologia buscando uma economia maior no final do mês com a energia elétrica consumida na propriedade.

Todavia, é necessário que o produtor rural leve em consideração que a realização de um novo investimento necessita da análise e estruturação de um projeto, de modo a verificar e analisar todos os detalhes do escopo, com o intuito de melhores

resultados durante a realização do projeto. Segundo Wysocki e Marques (2020), o planejamento tem duas funções principais, sendo, o primeiro serve como um guia para organizar o projeto, já o segundo, ajuda na tomada de decisões. O planejamento apresenta várias maneiras de abordar um problema, programar atividades e identificar os recursos e requisitos necessários, prever possíveis erros e estruturar a sequência de atividades a serem seguidas.

Entretanto, Keeling e Branco (2019) defendem que bons requisitos precisam estar alinhados ao projeto, serem claros e diretos, ser mensuráveis e realistas, além de possuir um prazo definido, o gerenciamento de projetos proporciona diversos benefícios ao produtor rural.

Em concordância, Wysocki e Marques (2020), complementam que o planejamento é uma ferramenta essencial, pois minimiza a incerteza em qualquer projeto, permitindo a antecipação de possíveis resultados e a tomada de ações corretivas quando necessário. Ele também promove uma melhor compreensão das metas e objetivos do projeto, além disso, o planejamento melhora a eficiência do projeto ao permitir a organização do trabalho de forma a maximizar o uso dos recursos disponíveis e possibilitar a execução de tarefas simultâneas, em vez de sequenciais.

Contudo, para um projeto ser realmente aprovado, é necessário realizar diversos cálculos a fim de identificar se ele é ou não rentável. Neste sentido, Assaf Neto (2019) presume que antes de realizar um investimento em um novo projeto, é necessário considerar qual deve ser o retorno mínimo que o novo projeto deve proporcionar.

Seguindo esse pressuposto, Camloffski (2014) descreve que a análise de viabilidade é crucial, e o fluxo de caixa projetado é uma ferramenta indispensável para os administradores financeiros, o autor ressalta que a decisão de aprovar um projeto de investimento, como por exemplo a instalação de painéis fotovoltaicos, depende das informações disponíveis sobre a previsão de geração de caixa no decorrer dos anos futuros. Com isso, Assaf Neto (2011) complementa que o fluxo de caixa é essencial para o planejamento e a supervisão dos recursos financeiros de uma organização, enfatizando a importância do gerenciamento em todas as fases do processo de tomada de decisões financeiras. Ademais, é necessário levar em consideração outros indicadores financeiros como a taxa interna de retorno, taxa mínima de atratividade, tempo de retorno do investimento.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

Esse capítulo é dedicado à apresentação do contexto das mudanças climáticas e o uso de energias de fontes não renováveis, os aspectos do uso da energia solar e os principais aspectos da legislação vigente. O capítulo também apresenta os conceitos que suportam as ferramentas utilizadas na análise de viabilidade do sistema de energia solar fotovoltaica.

### 2.1 MUDANÇAS CLIMÁTICAS E O USO DE FONTES DE ENERGIA NÃO RENOVÁVEIS

Em decorrência das profundas transformações climáticas que vêm ocorrendo no mundo, aliadas ao crescente consumo de energia elétrica, a humanidade se encontra diante da urgente necessidade de buscar fontes de energia limpa, com baixo impacto ambiental. O aumento gradual da temperatura da atmosfera terrestre, resultante da poluição e da emissão de gases poluentes, como o dióxido de carbono, tem desencadeado uma série de eventos catastróficos globais *United Nations Environment Programme* (UNEP) (2022), decorrentes da exploração excessiva das fontes naturais (Empresa de Pesquisa Energética (EPE), [Entre 2014-2024a]). Diante desse cenário, o mundo mobilizou-se para mitigar as emissões de gases poluentes e encontrar fontes de energia renovável, sustentáveis, limpas, provenientes de recursos naturais inesgotáveis (Portal Solar, [entre 2014 - 2024a]).

Devido às alterações climáticas e a emissão descontrolada de carbono, especialmente a partir da era industrial, estudos apontam que a temperatura global está 1,1<sup>o</sup> C acima dos níveis pré-industriais, como efeito de mais de um século de queima de combustíveis fósseis, petróleo, gás natural, termonuclear, bem como o uso desigual e insustentável de fontes naturais e energia, esse aumento da temperatura gerou eventos climáticos extremos mais frequentes e intensos, com impactos cada vez mais destrutivos para a natureza e as pessoas de todas as regiões do mundo (ONU Notícias, 2023).

A Figura 1 apresenta dados do relatório AR6 sobre mudanças climáticas, que demonstra que a temperatura da superfície global já mudou e continuará mudando.



Figura 2 - Perdas e danos relacionados às mudanças climáticas.



Fonte: IPCC (2023).

Ao longo do tempo, muitos efeitos das alterações climáticas tornaram-se irreversíveis. Isso inclui o degelo das calotas polares, o aumento do nível do mar, a extinção de espécies e a acidificação dos oceanos (Delmotte et al 2018). À medida que as emissões de gases de efeito estufa continuam a crescer, esses impactos só tendem a se intensificar e piorar (Waskow e Gerholdt, 2021).

Em virtude dos acontecimentos globais relacionados ao aumento da temperatura, líderes estão buscando maneiras e formas de manter a temperatura global abaixo de 1,5°C até 2040 (Nações Unidas Brasil, 2023). Nesse entendimento, o secretário-geral da ONU, António Guterres, cobrou esforços adicionais dos grandes emissores para cortar as emissões, além de pedir aos países mais ricos mobilizarem recursos financeiros e técnicos para apoiar as economias emergentes em um esforço comum (ONU Notícias, 2024).

Diminuir o aquecimento a 1,5°C até 2040 irá necessitar de mudanças sistêmicas transformadoras, atreladas ao desenvolvimento sustentável para uma mudança efetiva, é preciso acelerar e ampliar a implementação de medidas de mitigação climática, essas medidas devem ser abrangentes, envolvendo vários níveis local, regional, nacional, global e setores como energia, transporte, agricultura, etc (IPCC, 2023).

Essas mudanças sistêmicas precisam estar ligadas a ações complementares de adaptação, incluindo adaptação transformacional, as atuais promessas nacionais

de mitigação e adaptação não são suficientes para ficar abaixo dos limites de temperatura do acordo de Paris e atingir suas metas estabelecidas na agenda da ONU para 2030 (Waskon et al, 2023).

Como descrito anteriormente, o planeta já tem mostrado sinais que está saturado das inúmeras agressões que vem sofrendo a o longo dos anos, sendo possível identificar mudanças climáticas evidenciadas atualmente, sejam elas, eventos de clima extremo frequentes, com chuvas torrenciais, granizo e ventos, temperaturas acima das médias e acima dos topos históricos, diminuição da camada de ozônio e o derretimento das geleiras (ONU Notícias, 2022). Surgindo a necessidade de parar essa emissão descontrolada e buscar soluções sustentáveis para o futuro das gerações.

Em concordância, Nações Unidas Brasil (2021) defende que o desenvolvimento sustentável deve suprir de modo igualitário o que for necessário para a geração da atualidade sem ocasionar problemas ao direito das próximas gerações a terem suas necessidades atendidas, pois desenvolvimento sustentável busca equilibrar o crescimento econômico com a preservação dos recursos naturais. A inclusão social, a promoção da igualdade e a boa governança, fazem parte das práticas ESG voltadas ao âmbito ambiental, social e governança.

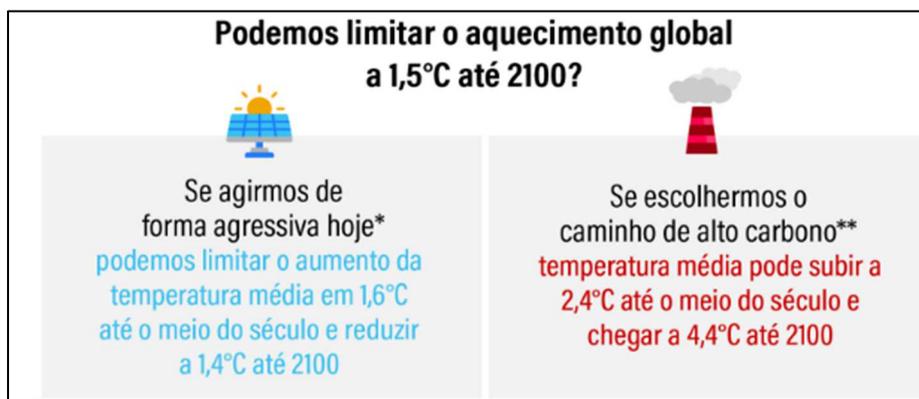
As práticas *Environment, Social and Governance* (ESG) refletem a crescente preocupação com questões ambientais e sustentabilidade nas áreas de gestão e atuação empresarial, Irigaray e Stocker (2022) destacam essa tendência, enquanto *World Wildlife Fund* (WWF) [entre 2020 - 2024] ressalta que o antigo modelo de busca por lucro máximo deve se tornar uma abordagem mais sustentável e abrangente, associada ao capitalismo do futuro e a sustentabilidade, visando um futuro melhor para as futuras gerações.

Aspectos relacionados ao meio ambiente, à sociedade e à governança estão tendo uma ênfase sobre as estratégias a serem implementadas pelas empresas, pensando nos resultados e benefícios que a sociedade e os interessados terão.

Essa mudança, como visto na figura 3, envolvendo não apenas critérios de sustentabilidade, mas uma transformação fundamental no valor das empresas atrelado à busca sustentável de fontes de energia (Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas (SEBRAE), 2023). Com isso, surge a preocupação maior por parte da sociedade para buscar fontes de geração de energia limpa que possam

se adequar aos recursos renováveis presentes atualmente (Dupont; Grassi; Romitti, 2015).

Figura 3 - Limitação do aquecimento global.



Fonte: (Waskow; Gerholdt, 2021).

Diante desses fatores, uma das formas de amenizar o uso contínuo de energias não renováveis é utilizar fontes renováveis de geração e baixo impacto para o meio ambiente. Dupont; Grassi; Romitti, (2015) destacam que a geração de energia solar é abundante e inesgotável.

Dentre os objetivos do desenvolvimento da ONU, estão os 17 ODS (Objetivos de Desenvolvimento Sustentável), com destaque para a “Meta 7.3 – Até 2030, aumentar a taxa de melhoria da eficiência energética da economia brasileira” (Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA), 2019). Portanto, a transição energética para fontes renováveis limpas, proporcionaram um aumento na participação das fontes de energia renováveis na matriz energética brasileira, levando energia renovável limpa e acessível para comunidades isoladas e diminuindo a emissão de carbono na atmosfera.

Seguindo esse pressuposto, a energia solar fotovoltaica é uma das formas de geração de energia limpa e renovável. Devido à grande oferta de comercialização da tecnologia solar, o valor do investimento ficou mais acessível ao produtor rural, facilitando o acesso a essa nova tecnologia (CNA, 2024).

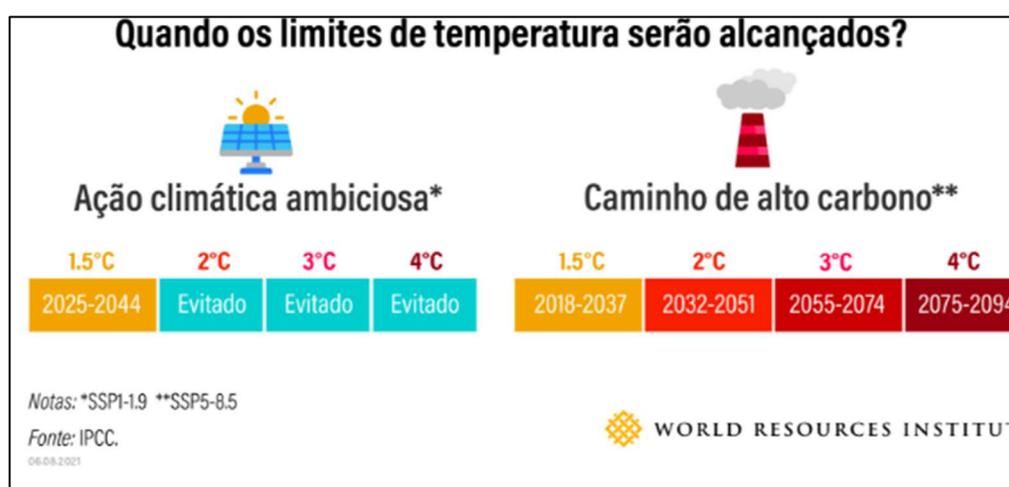
Todavia, devido à crescente busca pela sustentabilidade energética sendo mobilizada pelos países, a agricultura também está se alinhando aos objetivos de desenvolvimento sustentável, motivados pela crescente busca da agricultura sustentável, energia limpa, sequestro de carbono e economia financeira (Raízen,

2024). Como é de se imaginar, a energia elétrica é fundamental nas atividades agrícolas, desde iluminação, ventilação e funcionalidade das máquinas (Portal Máquinas Agrícolas, 2023). A energia fotovoltaica é uma opção sustentável que pode ajudar a melhorar a produtividade e as condições de vida no campo (Lozano e Taboada, 2021).

Para preservar a possibilidade de restringir o aumento da temperatura global até 1,5°C, as nações devem intensificar ações de mudança para um futuro de zero emissões líquidas em todas as áreas a uma velocidade muito superior à das tendências atuais, é necessário buscar fontes de energias renováveis e limpas que causem baixo impacto ao meio ambiente, eliminar o carvão na geração de eletricidade, reduzir emissão do carbono na geração de eletricidade, utilizar veículos elétricos e utilizar combustíveis de baixo carbono, com o intuito de diminuir as emissões na atmosfera e os limites de temperatura do planeta (*World Resources Institute (WRI), 2020*).

Para que a temperatura global permaneça abaixo de 1,5°C até 2050, ilustração presente na figura 4 é fundamental que as ações climáticas sejam ambiciosas, efetivas e mantidas de forma contínua, mas para isso é necessário redefinir a forma como é usada e produzida, como bens e serviços são feitos e consumidos, e como as terras são administradas.

Figura 4 - Aumento da temperatura global.



Fonte: (Waskow e Gerholdt, 2021).

Para limitar os efeitos perigosos das mudanças climáticas, é necessário que o mundo alcance emissões líquidas zero de CO<sub>2</sub> (Waskow e Gerholdt, 2021). Com isso,

nos últimos anos vem ocorrendo uma corrida para abraçar as tecnologias de geração de energia limpa, buscando causar um baixo impacto no meio ambiente, inovando e utilizando geração de energia solar, eólica e de biomassa. Segundo dados da ANEEL (2023b), o estado brasileiro terminou o ano de 2023 com uma ampliação de 8.235 megawatts na matriz elétrica do país com ênfase nas fontes renováveis, energia solar, eólica e biocombustíveis.

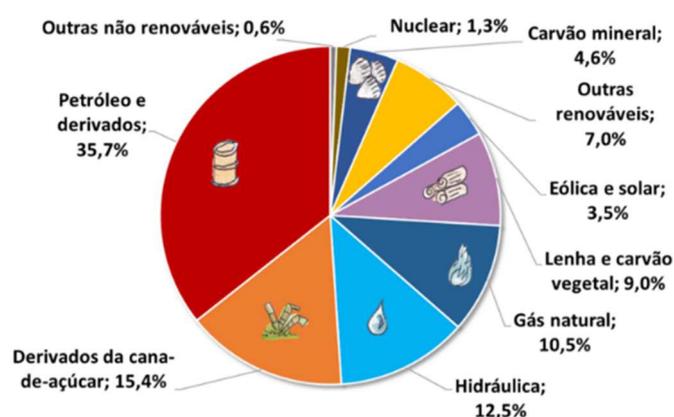
## 2.1 CENÁRIO ATUAL DE TECNOLOGIAS SUSTENTÁVEIS

Devido às inúmeras mudanças climáticas que vem ocorrendo ao redor do mundo, os países se viram à mercê da busca por fontes de energia renováveis e de baixo impacto ambiental, segundo Origo Energia (2023), a energia renovável é aquela gerada a partir de recursos naturais capazes de se regenerar, são limpas e inesgotáveis, como a energia solar ou eólica.

Atualmente temos inúmeros avanços tecnológicos com ênfase na criação de energias renováveis, no entanto, através de dados da EPE [entre 2014-2024b], a matriz energética global é predominantemente alimentada por fontes não renováveis, tais como carvão, petróleo e gás natural, finalizando o 2020 com 585 milhões de TJ - terajoules.

Em contrapartida, ao comparar a matriz energética do Brasil versus a matriz energética global é possível observar uma mudança drástica. Segundo o gráfico 1, o Brasil está à frente do resto do mundo no que diz respeito ao uso de fontes de energia renovável. Ao considerar o somatório de lenha e carvão vegetal, energia hidrelétrica, derivados da cana-de-açúcar, energia eólica, energia solar e outras fontes renováveis,

Gráfico 1 - Matriz energética Brasileira.



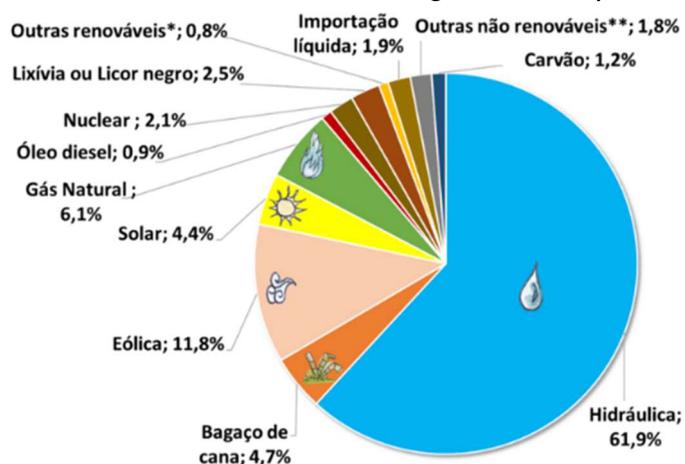
Fonte: EPE [entre 2014-2024b].

A matriz energética brasileira, compõem impressionantes 47,4% de nossa matriz energética, o que equivale a quase a metade de nossa fonte de energia total. Finalizando o ano de 2022 com 303 milhões de TEP- tonelada equivalente de petróleo. Ou seja, é possível compreender que a matriz energética brasileira é mais renovável que a média da matriz energética Mundial (EPE [entre 2014-2024b]).

De acordo com a EPE [entre 2014-2024b], o Brasil é um proeminente produtor de energia por meio de fontes renováveis. Mas se tratando da matriz elétrica do Brasil, é importante ressaltar que a fonte de energia mais preponderante é a hidráulica, devido ao vasto potencial hídrico do país. Dentre as formas mais notáveis de energia renovável, destacam-se a energia hidráulica, a energia eólica e a energia solar fotovoltaica, que durante o ano de 2022, gerou 67 TWh - terawatt-hora .

O Gráfico 2 mostra que a energia solar inclui a (geração distribuída) GD, que é a energia produzida por meio de pequenas centrais geradoras, presentes em telhados de casas, shoppings, estacionamentos e propriedades rurais etc.

Gráfico 2 - Oferta Interna de Energia Elétrica por Fonte.



Fonte: EPE, [entre 2014-2024b].

Segundo a Aneel (2022a), a GD é uma tendência crescente no Brasil, o uso de energias renováveis está se tornando cada vez mais frequente em empresas assim como nas propriedades rurais, a agricultura está em constante crescimento, resultando em uma maior necessidade de fontes de energia renováveis que possibilitem resultado e economia ao produtor rural, além de cuidados com os impactos ao meio ambiente.

O Gráfico 3 mostra o aumento do número de conexões e da potência instalada de micro e minigeradores de energia ao longo dos anos, destacando o potencial dos painéis fotovoltaicos na geração de energia.

Gráfico 3 Crescimento do número de Micro e Minigeradores.



Fonte: Aneel (2023b).

Segundo o Gráfico 3, é possível identificar o crescimento do número de conexões no decorrer dos últimos anos com os micro e minigeradores de energia em laranja, é possível identificar em verde o crescimento da potência instalada e com os mesmos, demonstrando que os painéis fotovoltaicos tem um grande potencial na geração de energia.

De acordo com Portal Solar [Entre 2014-2024b] a eficiência dos painéis fotovoltaicos é influenciada por uma variedade de fatores, incluindo a qualidade das células fotovoltaicas, a presença de sombreamento e a capacidade de seguir o movimento do sol. Os movimentos de translação e rotação da Terra causam variações na radiação solar que atinge a superfície terrestre, dependendo da hora do dia, da estação do ano e da orientação do painel, portanto, o processo de conversão de energia nas células fotovoltaicas está diretamente relacionado à quantidade de radiação solar que incide sobre elas (Pinho e Galdino, 2014).

O Brasil é um país com um dos maiores índices de radiação solar do mundo, devido à sua localização próxima à linha do Equador. Mesmo em áreas com menor radiação solar, o país ainda possui um grande potencial para geração de energia solar. Segundo Micheletti (2023), a energia solar fotovoltaica é uma fonte de energia limpa e renovável, que não emite poluentes na atmosfera. Além disso, é uma tecnologia de fácil instalação e manutenção, que pode ser utilizada em diversas aplicações.

Portanto, investir na geração de energia fotovoltaica pode ser a chave para a geração de energia limpa e sem nenhuma emissão de poluentes, a energia solar

transforma a luz do sol em energia elétrica. Para Escrich (2022), essa tecnologia pode ser principalmente aplicada na agropecuária pois é possível obter energia elétrica mesmo estando distante das grandes redes de energia.

A expansão da matriz elétrica brasileira presente na figura 5 demonstra como tem sido significativo os investimentos nos últimos anos, impulsionada principalmente pelas fontes de energia renováveis.

Figura 5 - Expansão da matriz elétrica brasileira.



Fonte: ANEEL (2023b).

Até o momento, segundo a figura 5, a matriz elétrica brasileira cresceu 6,9 MW, com 89,9% desse aumento vindo de usinas eólicas e solares fotovoltaicas. Esse número representa 70% da meta de crescimento de 10,3 GW estabelecida pela Aneel (2023b).

Todavia, é necessário levar em consideração que em muitas áreas rurais os gastos com energia elétrica abrangem valores significativos dos lucros finais das atividades, com isso a energia solar seria uma alternativa para proporcionar economia no final do mês aos produtores rurais, esses sistemas são conhecidos como micro e minigeradores de energia fotovoltaica (MMGD).

De acordo com dados da Aneel, o Brasil acrescentou 9,3 GW de capacidade em energia solar fotovoltaica durante o ano de 2022. Esse aumento significativo resultou em uma capacidade operacional total da fonte solar superior a 23 GW no país, representando um avanço de quase 66% em relação ao período anterior (Portal Solar, [Entre 2021-2022c]).

Com base no levantamento mais recente da Associação Brasileira de Energia Solar Fotovoltaica (Absolar), o Brasil atingiu uma marca histórica na energia solar fotovoltaica, a capacidade instalada da fonte solar superou 40 gigawatts (GW), incluindo tanto as grandes usinas solares quanto os sistemas de geração própria em telhados, fachadas e pequenos terrenos e propriedades rurais. Esse marco é um sinal positivo do crescimento contínuo da energia solar no Brasil e sua contribuição para a diversificação da matriz energética nacional (Climainfo, 2024).

Essa expansão é um marco importante para a adoção da energia solar no Brasil e contribui para a diversificação da matriz energética nacional. Os dados mostram que o Brasil possui uma capacidade enorme de geração de energia fotovoltaica. No entanto, novas leis foram criadas acerca das fontes de energias renováveis, dentre elas a energia solar.

## 2.2 LEGISLAÇÃO BRASILEIRA SOBRE TECNOLOGIAS FOTOVOLTAICAS

Conhecido como marco legal da MMGD, a Lei 14.300/2022 estabelece diretrizes claras para a conexão de sistemas de geração distribuída à rede elétrica (BRASIL, 2022). Essa regulamentação proporciona maior segurança jurídica tanto para investidores quanto para proprietários de micro e minigeradores fotovoltaicos.

Além disso, o marco legal introduz a compensação de energia, permitindo que consumidores que geram energia excedente por meio de sistemas fotovoltaicos a injetem na rede e recebam créditos que são descontados em suas faturas. Outro aspecto relevante é a geração compartilhada, que possibilita que duas ou mais unidades consumidoras utilizem a energia gerada por um único sistema fotovoltaico (ANEEL, 2023a).

Após sua aprovação, o Projeto de Lei foi transformado na Lei Federal nº 14.300, sancionada em 6 de janeiro de 2022, conforme delineado em sua justificção, essa nova legislação trouxe várias inovações para o quadro legal da MMGD, (BRASIL, 2022).

Com o novo marco regulatório publicado pela ANEEL na Resolução Normativa (REN) nº 1.059/2023, foram estabelecidas regras de transição que impõe um regime de compensação parcial, a partir de janeiro de 2023, para novas micro e miniusinas,

escalonando o pagamento da tarifa de distribuição Fio B (BRASIL, 2023) presente na tabela 1.

Tabela 1 - Regra disposta no artigo Art. 27 da Lei nº 14.300/2022

Porcentagem	Ano aplicado
15%	2023
30%	2024
45%	2025
60%	2026
75%	2027
90%	2028

Dados: Brasil (2022).

Por exemplo, a utilização da energia nas residências possui um custo mínimo pago referente a manutenção das redes elétricas e postes, esse custo é conhecido como custo de disponibilidade, e possui como principais pontos os valores: monofásico 30 kWh, bifásica 50 kWh e trifásica 100 kWh, (Portal Solar [Entre 2014 - 2024d]). Com a chegada da lei nº 14.300 os consumidores teriam que pagar um adicional do custo de utilização do fio B, cada estado possui um valor de acordo com a concessionária presente. Além disso, a cada novo ano esse valor sofreria um aumento consecutivo, ou seja, além de pagar o custo de disponibilidade do padrão, encargos, ICMS, PIS e COFINS seria considerado um aumento percentual sobre o valor total do fio B, a tarifa conhecida como fio B é uma cobrança destinada a compensar os gastos associados ao uso da infraestrutura de distribuição de energia da empresa fornecedora (Soluções EDP, 2024).

No entanto, devido a criação da Resolução Normativa Aneel nº 1.059/2023 (BRASIL, 2023), esse acréscimo nas contas de luz teve mudanças, o consumidor deverá apenas pagar o maior valor cobrado entre o custo de disponibilidade ou o custo do fio B. Por exemplo, um consumidor possui uma micro usina de energia solar, seu consumo de energia mensal é de 500 kWh. Porém sua geração no mesmo mês, foi de 500 kWh, com isso os kWh consumidos foram abatidos pelos kWh gerados. Através disso, o consumidor deverá pagar o custo mínimo de disponibilidade, ao considerar seu padrão de energia como trifásico, o custo de disponibilidade será de:

(100 kWh), com isso deverá ser multiplicado pelo preço do kWh, por exemplo, custo do kWh R\$ 0,72, totalizando assim R\$ 72,00 de custo de disponibilidade. Além disso, por conta da cobrança da utilização do fio B “taxa da energia solar” que neste exemplo é de R\$ 0,12, esse valor será multiplicado pela porcentagem de 30% da Tabela 1, cobrada para o ano 2024, resultado assim no valor de R\$ 0,036. Esse valor é multiplicado pela energia que foi compensada, ou seja, a energia utilizada para abater o valor do consumo, sendo neste caso 500 kWh, resultando no valor de (500 kWh multiplicados por R\$ 0,036, totalizando R\$ 18,00.

Com isso, tem-se R\$ 72,00 de custo de disponibilidade de um lado, e do outro temos os R\$ 18,00 de taxa solar custo do fio B. Com a nova Resolução nº 1.059 o consumidor deverá pagar apenas o maior valor monetário entre os dois valores, que no exemplo consiste em pagar apenas o custo de disponibilidade. Cabe ressaltar que esse valor irá ampliar, pois a porcentagem no decorrer dos anos vai aumentando, mas até essa taxa alcançar o valor do custo de disponibilidade já terão passados 5 anos se o valor não tiver alterações de aumento monetário.

Dessa maneira, o Sistema de Compensação de Energia Elétrica (SCEE) permite que a energia gerada por unidades consumidoras com microgeração ou minigeração distribuída seja injetada na rede da distribuidora local e posteriormente compensada com o consumo de energia elétrica ativa ou contabilizada como crédito de energia de unidades consumidoras participantes do sistema. No caso de um sistema de MMGD fotovoltaico, por exemplo: a energia gerada durante o dia pode ser injetada na rede e, à noite, a rede devolve a energia para a unidade consumidora.

Através da Figura 6 é possível identificar o consumo de energia elétrica abrangendo setores de transportes, indústrias, residenciais, agropecuário.

Figura 6 - Consumo de energia por setor ano base em 2022.



Fonte: Empresa de Pesquisa energética (2021, [p. 23]).

Os sistemas de geração de energia elétrica têm sido amplamente utilizados em conexões de Geração Distribuída (GD) em vários setores brasileiros sendo visível na tabela 6, pois diminui os gastos com energia elétrica e possibilita um melhor aproveitamento energético de sua utilização. Assim, o consumidor pode gerar sua própria energia (ANEEL, 2022a).

Segundo a ANEEL (2022b), quando a energia gerada em determinado mês é superior à quantidade utilizada para abater a energia consumida naquele período, o consumidor fica com excedente de energia que pode ser distribuído no mesmo mês a outras unidades consumidoras, a depender da modalidade de participação no SCEE, ou transformado em crédito para compensação do consumo dos meses seguintes, as modalidades de participação no SCEE são:

Quadro 1 - Modalidades Sistema de Compensação de Energia Elétrica.

Modalidade	Descrição
Autoconsumo local	A energia é gerada e compensada no mesmo local onde está instalada a MMGD.
Autoconsumo remoto	A energia pode ser gerada em um local e compensada em outro, desde que em unidades consumidoras do mesmo titular.
Geração distribuída em empreendimentos de múltiplas unidades consumidoras	A energia gerada pode ser repartida entre os condôminos em porcentagens ou ordem de prioridade definidas pelos próprios consumidores.
Geração compartilhada	Diversos interessados podem se unir por meio de consórcio, cooperativa, condomínio civil voluntário ou edifício ou qualquer outra forma de associação civil, instituída para esse fim para instalar uma ou mais centrais de MMGD e utilizar a energia gerada para compensação do consumo de todos os participantes.

Fonte: ANEEL, (2022b).

Como mencionado anteriormente, os benefícios advindos da nova legislação que regulamenta a energia solar fotovoltaica no Brasil atualmente, suscitaram questionamentos entre os produtores rurais. A principal dúvida é a respeito da viabilidade da instalação de painéis fotovoltaicos, sua capacidade de gerar economia a curto e longo prazo e se essa escolha resultará em satisfação para aqueles que optarem por incorporá-los em suas propriedades.

## 2.3 ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA

A energia solar fotovoltaica é a energia elétrica gerada pela conversão direta da luz do sol em eletricidade. Segundo Portal Solar [entre 2014-2024e], a geração de energia solar fotovoltaica ocorre por meio de placas solares fabricadas com materiais semicondutores. Quando os fótons da luz solar atingem essas placas, os elétrons no material semicondutor são postos em movimento, gerando eletricidade. O efeito fotoelétrico é um fenômeno físico que ocorre quando a luz é absorvida por um material semicondutor, causando a separação de cargas elétricas (Electricity e Magnetism, [entre 2020-2024a]).

Os materiais semicondutores são aqueles que apresentam uma banda de valência preenchida por elétrons e uma banda de condução vazia. Quando a luz é absorvida por um material semicondutor, um elétron da banda de valência pode ser promovido para a banda de condução, deixando para trás uma lacuna. Essa lacuna pode ser preenchida por um elétron de outra molécula, gerando uma corrente elétrica, dados do (Electricity - Magnetism, [entre 2020-2024b]).

Os semicondutores são materiais que apresentam um aumento da sua condutividade com a temperatura. Isso ocorre porque, com o calor, os portadores de carga elétrons da banda de valência são excitados pela banda de condução. Essa característica dos semicondutores possibilita que fótons na faixa do visível também sejam capazes de excitar os elétrons à banda de condução (Electricity - Magnetism [2020-2024b]). No entanto, para que isso aconteça, é necessária uma estrutura apropriada para a coleta dos elétrons excitados e gerar assim uma corrente elétrica, (Swart, 2011).

A função das células fotovoltaicas é manter o fluxo de elétrons no circuito elétrico conforme a incidência solar. Isso é possível porque a estrutura da célula fotovoltaica é projetada para coletar os elétrons excitados e gerar uma corrente elétrica (Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), [2016-2024a]).

Faz-se necessário destacar que os sistemas fotovoltaicos podem ser divididos em três tipos: *on-grid*, *off-grid* e híbridos. Os sistemas *on-grid* são conectados à rede elétrica pública. O excedente de energia gerada é injetado na rede e pode ser utilizado pelo proprietário do imóvel em 60 meses (BRASIL, 2022). Os sistemas *off-grid* são isolados da rede elétrica pública, esses sistemas utilizam baterias para armazenar o

excedente de energia, já os sistemas híbridos combinam o *on-grid* e *off-grid*. O excedente de energia gerado é injetado na rede elétrica pública e armazenado em baterias.

### 2.3.1 Caracterização do Sistema Fotovoltaico

Um sistema fotovoltaico “*on-grid*” é constituído pelos seguintes elementos: unidade geradora (módulos fotovoltaicos), um inversor Corrente contínua (CC) – Corrente alternada (AC), sistemas de proteção tanto para a corrente contínua quanto para a corrente alternada, um medidor bidirecional e fios tipo B (Portal Solar, [Entre 2014-2024f]). A figura 7 representa um exemplo ilustrativo de como é feita a ligação de um sistema fotovoltaico *on-grid*, demonstrando os principais pontos necessários para a instalação do sistema.

Figura 7 - ligação de um sistema fotovoltaico *on-grid*.



Fonte: Luz solar (2021).

Uma das grandes vantagens do sistema fotovoltaico *on-grid* é a possibilidade de alcançar a autossuficiência energética, permitindo que a propriedade rural produza sua própria energia elétrica. Isso elimina a necessidade de gastos extras com a conta

de luz, uma vez que a energia do sol é gratuita e inesgotável, tornando-se uma fonte econômica e sustentável para suprir as necessidades energéticas da propriedade (CNA, 2021).

A energia solar é a solução para levar a eletricidade a locais onde a rede convencional não chegou. Dentre as desvantagens citadas por Bissochi et al [entre 2002 – 2015], destaca-se o alto custo das placas, entretanto, em longo prazo, o custo fica reduzido. Bem como pode-se destacar a redução dos custos e os avanços tecnológicos na instalação do uso da energia fotovoltaica (Martinazzo, 2014).

Para a execução do projeto elétrico, deve-se detalhar a forma de ligação dos painéis fotovoltaicos ao inversor e, a rede de energia é aprovada pela concessionária de energia, posteriormente será executada a vistoria da instalação e a troca do medidor da entrada de energia. A instalação do sistema é feita por uma equipe técnica própria especializada, com treinamentos e equipamentos de segurança adequados, ferramentas especiais e acompanhamento de engenheiros elétricos e de segurança no trabalho (Portal Solar, [entre 2014-2024g]).

### **2.3.2 Equipamentos para instalação de um sistema de geração de energia**

A composição do sistema micro minigerador é composto por: painéis fotovoltaicos, inversor bifásico/trifásico *on-grid*, cabos de ligação, estruturas para fixação do telhado e medidor bidirecional de corrente. Os inversores solares são dispositivos essenciais para o uso da energia solar, os mesmos são conectados às placas solares e têm a função de converter a corrente contínua (CC) gerada por elas em corrente alternada (AC), que é a forma de energia utilizada em residências, já o medidor bidirecional de corrente, tem como finalidade registrar o consumo diário de energia elétrica, além de registrar a energia gerada pelos painéis fotovoltaicos ao dia (Portal Solar, [entre 2014-2024h]).

Com isso a geração de energia através de sistema fotovoltaico utiliza a irradiação solar para gerar energia elétrica, o funcionamento do sistema está presente na figura 8.

Figura 8 - Ligação de um sistema fotovoltaico *on-grid*.

Fonte: UFRGS [2023b].

A geração de energia *on-grid*, utilizado em diversas unidades geradoras pode ser ilustrada na figura 8, nota-se que os painéis fotovoltaicos absorvem a luz e a converte em eletricidade que será enviada para o inversor de energia solar, a energia atinge o painel de distribuição e é distribuída em sua residência ou negócio. Fornecendo energia para as luzes e aparelhos das residências do mesmo titular, qualquer energia excedente é canalizada para a rede elétrica, resultando em créditos de energia que poderão ser utilizados em até 60 meses.

## 2.4 CONCEITOS APLICADOS À ANÁLISE DE VIABILIDADE

Os conceitos tomados como base para este estudo abordaram indicadores geralmente aplicados à análise financeira e econômica de investimentos. Compreender a viabilidade dos investimentos é crucial para os gestores antes de alocar recursos financeiros. Nesse contexto, é fundamental dominar os principais indicadores contábeis e financeiros de um investimento, conforme apontado por Camloffski (2014). No estudo foram utilizados o fluxo de caixa projetado, fluxo de caixa descontado, *payback* simples e acumulado, e a Taxa Interna de Retorno (TIR).

### 2.4.1 Fluxos de caixa

O Fluxo de Caixa Descontado (VPL), que considera os resultados de receitas e despesas ao longo dos anos, trazendo-os a valor presente. Essa abordagem permite uma análise mais precisa e embasada.

Segundo Assaf Neto (2019), existem dois principais grupos de métodos para análise econômica de investimentos. O primeiro grupo não leva em consideração o valor do dinheiro ao longo do tempo, enquanto o segundo grupo considera essa variação por meio do critério do fluxo de caixa descontado.

Silva (2022) descreve o fluxo de caixa como um instrumento de planejamento e controle financeiro. Ele apresenta, em valores, contas e datas, os dados gerados pelos sistemas de informação da empresa. A elaboração desse fluxo deve incorporar técnicas gerenciais, permitindo projetar com precisão as receitas, os custos, as despesas, as captações de recursos e os investimentos da organização.

Os autores Assaf Neto e Silva (2011) complementam que o fluxo de caixa é um processo fundamental para a gestão financeira de uma empresa. Ele abrange todas as entradas e saídas de recursos em dinheiro, resultantes das diversas atividades desenvolvidas pela organização, em outras palavras, o fluxo de caixa reflete as movimentações financeiras da empresa como um todo, considerando tanto as receitas quanto as despesas.

Com a utilização dos fluxos de caixa projetado é possível realizar um horizonte de projeções que auxiliam na tomada de decisão do investimento, Assaf Neto e Silva (2011) enfatizam que o ponto crucial em qualquer decisão de investimento está relacionado à estimativa dos fluxos de caixa futuros gerados pelas propostas em análise. De fato, a confiabilidade nos resultados de um determinado investimento depende, em grande parte, da precisão com que os fluxos de entrada e saída de caixa foram projetados.

Em concordância, Silva (2022) acrescenta que por conta da influência do tempo no valor do dinheiro, pode-se determinar o fluxo de caixa descontado, técnica considerada crucial para avaliar a viabilidade de investimentos. Nesse método, projetam-se os fluxos de caixa futuros e, em seguida, descontam-se esses valores geralmente usando o custo médio ponderado de capital para obter o valor presente, esse valor presente é utilizado para avaliar o potencial de investimento.

Em outras palavras, o fluxo de caixa descontado traduz os resultados financeiros futuros da empresa em valores presentes, aplicando uma taxa de desconto para considerar o tempo e o risco associados a essas estimativas. Com isso, através da utilização do fluxo de caixa descontado será possível encontrar o valor presente líquido (VPL) Assaf Neto e Silva (2011).

Com base nos conceitos e critérios de avaliação estudados, o método do fluxo de caixa descontado é desenvolvido a fórmula 1.

$$\text{VPL} = \frac{FC_1}{(1+K)^1} + \frac{FC_2}{(1+K)^2} + \frac{FC_3}{(1+K)^3} + \dots + \frac{FC_n}{(1+K)^n} \quad (1)$$

Onde: valor equivale ao valor econômico presente do investimento; FC é o fluxo de caixa operacional; K é a taxa de desconto associada ao fluxo de caixa.

Seguindo os pontos anteriores, Alves dos Santos (2021) explica que o VPL, quando analisado em um determinado momento, reflete o impacto do projeto em relação ao fluxo de caixa. Essa métrica se apresenta como um método eficiente para avaliar a viabilidade de um projeto, pois o VPL acompanha as variações do caixa do projeto. Estruturalmente, o fluxo de caixa do projeto é consolidado em um momento específico.

No entanto, para o Assaf Neto (2019) o VPL reflete o valor econômico adicionado pelo projeto, em termos mais simples, ele indica o quanto o projeto valorizou em relação ao capital investido, o VPL é uma medida de riqueza associada ao projeto e está relacionado à criação de valor, é obtido pela diferença entre, o valor presente dos benefícios líquidos de caixa previstos para cada período do horizonte do projeto e o valor presente do investimento inicial, em essência, o cálculo do VPL envolve trazer todo o fluxo de caixa futuro do investimento para o valor presente, considerando uma taxa de desconto, geralmente a taxa mínima de atratividade (TMA), conforme apresentado na fórmula 2.

$$\text{VPL} = \sum_{t=1}^n \frac{FC_t}{(1+K)^t} - \left[ I_0 + \sum_{t=1}^n \frac{I_t}{(1+K)^t} \right] \quad (2)$$

O FC<sub>t</sub> = fluxo (benefício) de caixa de cada período. K = taxa de desconto do projeto, representada pela rentabilidade mínima requerida. I<sub>0</sub> = investimento

processado no momento zero (inicial). It = valor do investimento previsto em cada período subsequente.

A Taxa Mínima de Atratividade (TMA), frequentemente discutida nos conceitos anteriores, indica diretamente o grau de atratividade de um projeto (Santos, 2019). Para reforçar esse ponto, Assaf Neto (2019) descreve que a TMA são os critérios mais considerados no valor de mercado da empresa, é indicado para a tomada de decisões financeiras, pois os benefícios operacionais produzidos pela empresa são expressos com base em fluxos de caixa e descontados a valor presente mediante uma taxa mínima de atratividade. Essa taxa de desconto está ligada a remuneração mínima exigida pelos proprietários de capital perante o risco envolvido.

### 2.4.2 Payback

Segundo Assaf Neto (2019), o *payback* é um índice financeiro amplamente empregado na prática, representando o período necessário para recuperar o capital investido por meio dos fluxos de caixa gerados pelo projeto. O método do *payback* simples é uma forma fácil e compreensível de determinar esse prazo, de modo a utilizar os fluxos de caixa operacionais do projeto em questão. A fórmula a ser seguida para encontrar o valor do *payback* simples = capital inicial investido ÷ fluxo de caixa médio, exemplificação no quadro 2.

Quadro 2 - Fluxo de caixa

	ano 0	ano 1	ano 2	ano 3	ano 4
Fluxo de caixa	R\$ -145,00	R\$ 71	R\$ 74	R\$ 80	R\$ 50

Fonte: Assaf Neto, (2019).

Como o período de *payback* é o tempo necessário para se recuperar o investimento feito, nota-se que é preciso descontar o valor de cada novo ano do valor de investimento inicial. Por exemplo: Ano 1 = (-Investimento ano 0 + Fluxo de caixa ano 1) = R\$ -145,00 + R\$ 71 = R\$ -74.

No fluxo de caixa do ano dois tivemos um retorno de R\$ 74, com isso teremos: Ano 2 = (-Investimento ano 0 + Fluxo de caixa ano 1) = R\$ -74 + R\$ 74 = 0,0. Com isso é possível visualizar que foram necessários 2 anos para o fluxo de caixa recuperar o investimento realizado.

Todavia, Alves dos Santos Júnior (2021) complementa que o *payback* simples é um indicador financeiro que avalia o tempo necessário para recuperar o investimento inicial em um projeto ou negócio. Ele representa o período durante o qual o dinheiro investido permanece “preso” antes de começar a gerar lucro. Quanto menor for esse período, mais vantajoso será o investimento para o investidor, pois ele poderá reinvestir o capital em outros empreendimentos e obter novos lucros.

Entretanto, Assaf Neto (2019), complementa que o *payback* possui uma variante chamada de *payback* descontado, que possui como função trazer todos os fluxos de caixa ao valor presente do tempo, proporcionando o conceito do valor do dinheiro no tempo. Para realizar o cálculo, é necessário trazer cada uma das entradas de caixa ao valor presente, descontando esses fluxos a uma taxa de juros que reflete a rentabilidade mínima exigida pela empresa para aceitar o projeto, também conhecida como custo de oportunidade, mas também pode ser calculada seguindo a seguinte fórmula: *payback* descontado = Capital Inicial Investido / VPL. No entanto, Assaf Neto (2019), apresenta um exemplo de cálculo utilizando uma taxa mínima de risco, por exemplo 20% ao ano, calculando o valor presente de cada um dos fluxos de caixa apresentados no quadro 3.

Quadro 3 - Fluxo de caixa descontado

Anos	Entradas/s aídas (\$)	Valor presente (\$)	Valor presente líquido R\$
0	-145	-145,00	-145
1	71	$PV = \frac{71}{(1 + 20\%)} = 59,17$	59,17
2	74	$PV = \frac{74}{(1 + 20\%)} = 51,39$	51,39
3	80	$PV = \frac{80}{(1 + 20\%)} = 46,30$	46,30
4	50	$PV = \frac{50}{(1 + 20\%)} = 24,11$	24,11

Fonte: Assaf Neto (2019).

A partir dos valores presentes no fluxo de caixa descontado será determinado o *payback*.

- Ano 1 = (-Investimento ano 0 + Fluxo de caixa ano 1) = R\$ -145,00 + R\$ 59,17 = R\$ -85,83; e,
- Ano 2 = (-Investimento ano 0 + Fluxo de caixa ano 2) = R\$ -85,83 + R\$ 51,39 = R\$ -34,44.

Nota-se que após o término do ano 2 restam ainda R\$ -34,44 para entrar no caixa e zerar o valor do investimento, notem que o valor do caixa para o ano 3 é superior ao valor do investimento, quando isso ocorrer significa que não há necessidade de esperar o ano todo para recuperar o investimento pois vai ocorrer em algum momento entre o segundo e terceiro ano, ou seja o *payback* será de 2 anos e alguns meses.

Portanto, para descobrir quantos meses serão necessários, deve-se pegar os R\$ -34,44 que sobraram do ano 2 e dividir pelo fluxo de caixa descontado do ano 3, R\$ 46,30, formando o seguinte cálculo:  $R\$ 34,44 / R\$ 46,30 = 0,74$ , após, será necessário converter em meses os 0,74 do cálculo anterior, com isso basta multiplicar por 12, resultando em 8,8 ou 9 meses aproximadamente, formando assim um *payback* de 2 anos e 9 meses.

Nos casos em que as entradas e saídas de caixa são flutuantes o fluxo de caixa varia de acordo com o período. São denominadas dessas formas pois apresentam flutuações nas entradas e saídas, nesse caso, as receitas e despesas podem mudar de um período para outro, devido a fatores como sazonalidade climática, meses com maior e menor irradiação, troca de componentes, queima de equipamentos e fatores de valor inflacionários, impossibilitando que os valores permaneçam os mesmos ao longo do tempo, sem variações significativas.

### 2.4.3 Taxa Interna de Retorno (TIR)

Segundo Alves dos Santos Júnior (2021), a taxa interna de retorno (TIR) é um índice utilizado para encontrar a taxa de desconto que torna o (VPL) igual a zero. Esse índice é amplamente empregado para comparar investimentos e avaliar a desvalorização monetária. Seu cálculo é relativamente simples e a taxa obtida serve como um parâmetro de atratividade. Por exemplo, se um investimento apresenta uma TIR inferior à taxa mínima de atratividade (TMA), ele é prontamente descartado pelo investidor. Para este estudo foi utilizado a fórmula do Excel TIR, que realiza os

cálculos levando em consideração o fluxo de caixa, os anos do estudo e a TMA. Como levantamento de dados para a formação do TMA ideal para o estudo, buscou-se um estudo a respeito dos valores da taxa SELIC, com o intuito de trazer um valor que pudesse melhor atender a taxa mínima de atratividade da propriedade.

Assaf Neto (2019) explica que a SELIC opera basicamente com títulos emitidos pelo Banco Central e pelo Tesouro Nacional, considerados de risco zero. Esses títulos são classificados como ativos sem risco no mercado financeiro porque é altamente improvável que o governo deixe de pagar os juros e o principal nos respectivos vencimentos. Dias (2015) complementa que é conhecida como SELIC (Sistema Especial de Liquidação e de Custódia), essa taxa que orienta as taxas de juros cobradas pelos bancos comerciais aos seus clientes. Quando o Bacen aumenta a SELIC, as taxas de juros tendem a subir, e quando reduz, as taxas de juros também tendem a diminuir.

Para Assaf Neto (2019), o método da taxa interna de retorno (TIR) é um método que determina a taxa de desconto capaz de igualar, em um determinado momento (geralmente no início do investimento), as entradas e saídas de caixa projetadas. Essa métrica é amplamente utilizada para avaliar propostas de investimento. Para calcular a TIR, é necessário conhecer os montantes de investimento inicial e os fluxos de caixa líquidos.

De modo a complementar, Dias (2015) descreve que o IPCA, elaborado pelo IBGE desde 1980, quantifica a variação nos preços de 1.360 produtos comprados por famílias com renda de até 40 salários-mínimos mensais. Este índice é calculado mensalmente, com dados coletados entre os dias 1º e 30º de cada mês.

A partir desses conceitos foram realizados os cálculos para a análise de viabilidade do projeto rural dos painéis fotovoltaicos, com o intuito de mensurar em quantos anos o investimento deverá se pagar, qual será o valor economizado aos longos dos anos com a energia elétrica e qual será a viabilidade dessa instalação para o produtor rural e para o meio ambiente. A seguir será realizado o levantamento dos procedimentos metodológicos realizados para a obtenção dos dados desta pesquisa.

### 3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A metodologia da pesquisa refere-se à aplicação do método para a aquisição de conhecimento, é a maneira de conduzir a ciência, fornecendo caminhos alternativos, ferramentas e procedimentos, desempenhando um papel instrumental, oferecendo suporte às outras disciplinas científicas (Nascimento, 2016).

Quanto aos fins deste estudo, se trata de descritivo. Conforme Santos e Domingos Filho (2012), a pesquisa descritiva tem como objetivo apresentar os fenômenos de forma detalhada, proporcionando ao pesquisador uma ampla quantidade de informações. Além disso, a pesquisa descritiva permite reflexões e o levantamento de informações sobre o tema. De acordo com Lozada e Nunes (2019), o objetivo fundamental desse tipo de pesquisa é descrever as características do assunto estudado.

No entanto, devemos também classificá-la como exploratória, segundo Lakatos (2021), estudos exploratórios descritivos combinados têm como objetivo descrever detalhadamente um fenômeno específico, como no caso de um estudo de caso que envolve análises empíricas e teóricas, esses estudos são investigações voltadas para a formulação de questões ou problemas, possuindo três principais pilares: levantamento de informações, pesquisadores se familiarizando com o ambiente mais facilmente e esclarecimento de conceitos.

Quanto aos meios, este estudo é caracterizado como documental e estudo de caso, de acordo com Vergara (2015), a coleta de dados por meio de pesquisa documental é realizada utilizando documentos como relatórios, regulamentos, balancetes, correspondências comerciais, cartas pessoais, diários, fotografias, filmes e outros materiais preservados por órgãos públicos ou privados, bem como por indivíduos.

Gil (2021) complementa que o estudo de caso é uma das abordagens de pesquisa mais prevalentes na atualidade. Embora existam estudos de caso quantitativos, essa metodologia se destaca por sua profundidade e outros delineamentos específicos, em essência, o estudo de caso busca investigar fenômenos de maneira minuciosa e aprofundada.

A análise de dados deste estudo será de natureza qualitativa. Para Gil (2021), a pesquisa qualitativa é apropriada quando os resultados significativos não podem ser obtidos por meio de procedimentos estatísticos ou outras formas de quantificação. Nesse contexto, a avaliação se concentrará em descrever, compreender e explicar comportamentos, discursos e situações (Martins, 2008).

A busca por fontes de energia limpa e sustentável tem ganhado destaque nos últimos anos, não apenas como uma preocupação ambiental, mas também como uma oportunidade econômica para produtores rurais. No município de Coronel Freitas, Santa Catarina, o Sr. Tarcisio Bertuncelli e sua família aderiram a instalação de painéis fotovoltaicos em sua propriedade rural como uma maneira de reduzir os custos energéticos e contribuir para a preservação do meio ambiente.

De maneira mais específica, essa pesquisa iniciou-se com o estudo sobre os gastos mensais com energia elétrica, local de instalação, tipo de rede e modelo do padrão de luz, pois são fatores que devem ser levados em consideração; após, foram realizadas análises técnicas dos sistemas propostos pelos possíveis fornecedores, incluindo todo o material necessário para a construção dos painéis fotovoltaicos, mão de obra e serviços terceirizados.

Com isso, foi realizado o cálculo do investimento necessário para a instalação do sistema proposto, com base em orçamento de equipamentos fornecido por um fornecedor local, os custos totais foram pagos de forma à vista, de modo a evitar juros desnecessários ao sistema instalado, com isso o estudo de caso foi elaborado com o intuito de verificar se o investimento realmente traz benefícios e economia ao produtor rural.

## 4 ANÁLISE DE RESULTADO

Neste capítulo apresentam-se a propriedade rural, a unidade geradora fotovoltaico objeto de estudo e os principais fatores envolvidos. Também são apresentadas as projeções de geração de energia, gastos e resultados, e pôr fim a análise de viabilidade da unidade geradora.

### 4.1 A PROPRIEDADE EM ESTUDO

A propriedade utilizada como base para o estudo de caso está localizada na linha Zenaide Bertazo, município de Coronel Freitas, região oeste do estado de Santa Catarina. (Figura 9).

Figura 9 - Localização da cidade de Coronel Freitas no estado de Santa Catarina



Fonte: Wikipédia [2023].

A propriedade analisada no estudo possui 75 Hectares, sendo 20% da área destinada à reserva legal, 50% utilizada para agricultura, no plantio de culturas como soja, milho, trigo e feijão, e o restante, destinado à pecuária. A atividade pecuária possui aproximadamente 100 cabeças de bovinos, sendo 60 animais destinados à produção leiteira e 40 destinados ao corte (crescimento e engorda), a atividade leiteira teve início no ano de 2003 com a compra de novilhas das raças Holandesa e Jersey. O início da atividade foi a realização de um sonho para o produtor rural Bertuncelli e sua família, onde iniciaram com 5 animais e no decorrer dos anos foram se

especializando, buscando melhorias contínuas no manejo, reprodução e lactação de modo a proporcionar uma produção de qualidade para a agroindústria.

A produção leiteira é a principal atividade da propriedade, com uma produção mensal de aproximadamente 18.000 litros de leite. Os animais são alimentados com silagem nas cocheiras e a campo com pastos frescos, a ordenha ocorre duas vezes ao dia, de manhã às 5h30min e no período da tarde às 16 horas. A atividade leiteira é a atividade que mais consome energia elétrica na propriedade, com um consumo decorrente do uso de equipamentos no processo de produção.

Os principais usos da energia elétrica estão ligados à limpeza dos equipamentos e do ambiente da sala de ordenha, sala de alimentação, sala de espera dos animais, sala de ordenha modelo espinha de peixe, sala do freezer, possuindo um freezer de 2000 litros, bomba de vácuo tocada a motor elétrico, boiler aquecedor de água, iluminação, ventiladores e aspersores de água para o bem estar dos animais. Os custos de energia elétrica também decorrem da energia consumida nas casas do proprietário e do seu filho. Imagem aérea da propriedade visível na figura 10.

Figura 10 - Imagem satélite da propriedade em 2024.



Fonte: Google Earth 2024.

Para este estudo, foram considerados os gastos de energia elétrica da propriedade rural nos anos de 2023 e 2024. O consumo de energia é medido em kWh e fornecido pela concessionária Central Elétrica de Santa Catarina S.A. (Celesc). Os valores pagos pela energia elétrica contemplam a energia elétrica e o serviço de transmissão.

A propriedade possui duas ligações de energia, uma para cada residência. A atividade leiteira e os painéis fotovoltaicos estão ligados ao padrão bifásico da casa do proprietário. A energia gerada é utilizada para abater o consumo de ambas as ligações de energia. Na tabela 2 apresentam-se os dados de consumo de energia utilizados na análise de investimento deste estudo, sendo eles: dados entre agosto de 2023 a abril de 2024, são valores reais de consumo da energia elétrica. Já para os dados de consumo dos meses de maio a julho de 2024, foram utilizados os valores consumidos nos meses de maio a julho de 2023, meses anteriores à instalação dos painéis fotovoltaicos.

Tabela 2 – Histórico de consumo de energia elétrica kWh.

Meses	Consumo mensal (em kWh)	Consumo médio diário (em kWh)
Agosto 2023	1.046,00	34,87
Setembro 2023	1.099,00	36,63
Outubro 2023	1.086,00	36,20
Novembro 2023	1.011,00	33,70
Dezembro 2023	1.026,00	34,20
Janeiro 2024	1.134,00	37,80
Fevereiro 2024	1.045,00	34,83
Março 2024	1.483,00	49,43
Abril 2024	1.283,00	42,77
Maio 2024*	1.367,00	45,57
Junho 2024*	1.131,00	37,70
Julho 2024*	1.179,00	39,30
<b>Consumo total</b>	<b>13.890,00</b>	
<b>Consumo médio mensal e diário no período (em Kwh)</b>	<b>1.159,64</b>	<b>38,58</b>

\*Dados projetados.

Fonte: Dados da pesquisa.

Na tabela 2, a média do consumo de energia elétrica da propriedade é de 1.159,64 kWh mês, com cerca de 38,58 kWh por dia. Esse consumo é derivado da atividade pecuária leiteira, através da utilização de equipamentos da ordenha e iluminação, bem como o consumo residencial das casas do proprietário e de seu filho.

## 4.2 A UNIDADE GERADORA FOTOVOLTAICA

A unidade geradora instalada pela propriedade possui 21 módulos de silício monocristalino de 550Wp, 2 inversores monofásicos SIW200G de 5W, estruturas de suporte e sistema de proteção DPS. O custo dos equipamentos, incluída a mão de obra, totalizou R\$ 40.000,00. A capacidade produtiva da usina na região que se encontra instalada é de 11 kWp, ou seja, estando em seu pico de irradiação solar com as condições climáticas favoráveis a geração das mesmas podem gerar até 11 kWh tabela 3.

Tabela 3 - Composição financeira do projeto dos Painéis Fotovoltaicos.

Componentes	Quantidade	Valor (em R\$)	Vida útil
Módulos de silício Monocristalino de 550 Wp	21	19.000,00	> 25 anos
Inversor monofásico SIW200G de 5W	2	6.521,00	> 12 anos
Estrutura de suporte	15	2.000,00	50 anos
Cabos solar 6mm2 vermelho e preto	200 m	200,00	25 anos
Sistema de proteção DPS	2	100,00	
Mão de obra	-	12.179,09	
Valor Total		40.000,09	

Fonte: Realizado pelo autor (2024).

Os painéis fotovoltaicos possuem uma garantia de 25 anos, mantendo uma eficiência de geração de energia superior a 80% durante esse período. Este estudo considerou uma perda de capacidade de geração ao longo de 25 anos para realizar as estimativas. A cada ano, espera-se uma diminuição aproximada de 0,88% na eficiência das placas.

Além disso, é importante notar que há uma previsão para a substituição dos inversores ao longo do tempo, devido à perda gradual de desempenho do sistema. Apesar da garantia de 25 anos, estima-se que as placas solares possam continuar gerando energia por até 30 anos ou mais. No entanto, após esse período, a produção de energia pode diminuir para 60% da capacidade original.

A garantia do fabricante dos inversores é de 12 anos de vida útil. Por existirem poucos dados disponíveis sobre a real vida útil dos mesmos, considerou-se a troca

dos inversores depois de 12 anos. Para os painéis fotovoltaicos será considerado a vida útil maior que 25 anos.

Não há também definição de vida útil para cabos, conectores, estruturas do telhado e fixadores, pois os mesmos são de fabricantes que cumprem as normativas, e recebem selos de qualidade, seguindo todos os requisitos da fabricação para equipamentos de energia fotovoltaica, sendo projetados para terem vida útil aproximada de 25 anos. Segundo dados do fabricante do padrão de luz bidirecional, a empresa Celesc realiza o reparo ou substituição do medidor bidirecional em caso de problemas ou defeito de fábrica.

Os painéis necessitam de uma limpeza periódica, sendo essa, recomendável a cada 6 meses, ou períodos menores caso o local seja propenso a acumular mais poeira ou qualquer outro tipo de resíduo (Portal Solar, [Entre 2014 – 2024i]). Essa manutenção é necessária para manter a vida útil das placas e principalmente para manter a boa performance de geração de energia. O processo de limpeza é simples, pois depende apenas da utilização de água, pano macio e sabão neutro.

Para o monitoramento dos dados de geração de energia, utiliza-se o Programa SunWeg, que fornece informações sobre a quantidade de energia gerada pelos painéis fotovoltaicos em diferentes intervalos de tempo, com a possibilidade de verificação do desempenho diário, mensal e anual, permitindo uma análise abrangente do sistema, por exemplo: quantas toneladas de Co<sub>2</sub> foram reduzidas, potência ativa atual, temperatura dos módulos e ambiente, intensidade do vento e Kwp gerados figura 11. Segundo o Instituto solar (2019), kWp é a potência máxima que o sistema fotovoltaico gera de energia quando a irradiação atinge os maiores níveis nos painéis.

Figura 11 - Programa Web SunWeg Monitoramento e Geração.



Fonte: site oficial programa Sunweg (2024).

No contrato com a Celesc consta que a mesma considera perdas na rede de transporte e distribuição de energia. Essa perda de energia é corrigida por meio da atribuição de valores diferentes entre o kWh gerado e o consumido. Por exemplo, no mês de janeiro de 2024, o kWh da Celesc custava R\$ 0,72 centavos, enquanto o Kw produzido pela propriedade foi avaliado em R\$ 0,63 centavos, valor estipulado no decorrer do estudo pela Celesc [Entre 2020 – 2024a].

De acordo com Celesc [Entre 2020 – 2024a] quando a produção de energia for maior que o consumo, o excedente de produção é transformado em créditos de energia que podem ser usados para compensar o consumo em outras unidades do mesmo titular, ou em períodos futuros nos quais a produção seja insuficiente para cobrir o consumo total. Os créditos de energia possuem validade de 60 meses.

A energia consumida pelas propriedades rurais do estado de Santa Catarina possui tributação diferente da consumida em áreas urbanas, devido a Resolução Normativa 1000/2021, que exige a apresentação de registro de produtor rural, com isso o valor da tarifa de energia rural é menor em comparação com a urbana, considerando o preço do quilowatt e o ICMS imposto sobre circulação de mercadorias e serviços (ANEEL, 2022c). Em Santa Catarina, para contas com uma classificação de: rural agropecuária B2 bifásico, o valor do ICMS fica 12% para o consumo até 500 kW energia, a partir desse consumo, a tarifa cobrada para o excedente acima dos 500 kW consumidos na propriedade terá uma nova tarifa de ICMS, subindo para 17%,

COFINS de 2,1% e 0,34% de PIS da energia mensal da propriedade, dados conta luz atual mês de abril de 2024.

A Resolução Normativa ANEEL nº 1.000/2021 estabelece que a taxa mínima do padrão de energia elétrica é de 30 kWh para o padrão monofásico, 50 kWh para padrões bifásicos e 100 kWh para padrões trifásicos. Essa normativa funciona com uma franquia mínima, ou taxa mínima a ser paga mesmo quando o consumo é menor que o valor de kWh mínimo estipulado (Portal Solar, [Entre 2014 – 2024;])

A propriedade rural deste estudo possui um padrão de energia bifásico e outro trifásico. Mesmo que os painéis fotovoltaicos possam produzir diariamente um valor maior que o consumo, a propriedade deve pagar a taxa mínima de atratividade de 150 kW para ambas as ligações de energia ao mês, totalizando 1.800 kW anuais.

#### 4.3 PRODUÇÃO DE ENERGIA

A geração de energia proveniente dos painéis fotovoltaicos instalados pode chegar a 60 kWh dia em meses de maior irradiação solar. Com isso, a geração diária de energia ultrapassou o consumo diário da propriedade nos primeiros meses de operação (setembro de 2023 a abril de 2024), gerando créditos de energia. Para os meses de maio a julho de 2024, estimou-se uma produção de kWh reduzida, por conta da menor irradiação solar nas estações de outono e inverno, foram considerados uma diminuição de 15% da média das gerações dos meses entre agosto e outubro de 2023, formando assim os valores projetados dos meses de maio a julho de 2024, (Tabela 4).

Tabela 4 - Histórico de geração de energia elétrica kWh.

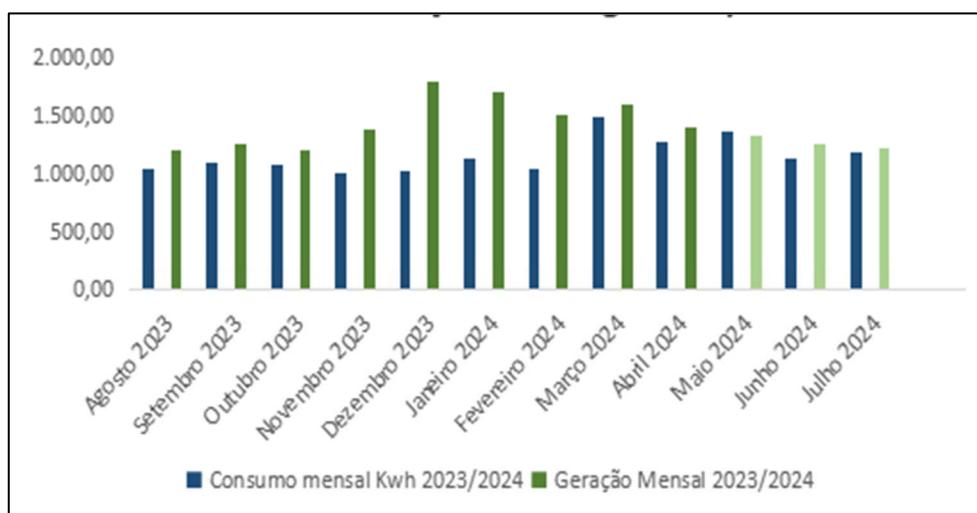
Meses	Consumo mensal total (kWh)	Consumo médio diário	Geração mensal (kWh)	Geração médio diária (kWh)
Agosto 2023	1.046,00	34,87	1.204,00	40,13
Setembro 2023	1.099,00	36,63	1.250,00	41,67
Outubro 2023	1.086,00	36,20	1.200,00	40,00
Novembro 2023	1.011,00	33,70	1.377,00	45,90
Dezembro 2023	1.026,00	34,20	1.800,00	60,00
Janeiro 2024	1.134,00	37,80	1.703,00	56,77
Fevereiro 2024	1.045,00	34,83	1.509,00	50,30
Março 2024	1.483,00	49,43	1.605,00	53,50
Abril 2024	1.283,00	42,77	1.400,00	46,67
Maio 2024*	1.367,00	45,57	1.135,00	37,83
Junho 2024*	1.131,00	37,70	1.050,00	35,00
Julho 2024*	1.179,00	39,30	1.000,00	33,33
Consumo Total 2023/2024	13.890,00		16.233,00	

\* Dados projetados.

Fonte: Realizado pelo autor (2024).

A produção e o consumo de energia também podem ser acompanhados pelo aplicativo SunWeg, valores representados nas cores azul e verde respectivamente no (Gráfico 4).

Gráfico 4 Consumo e geração kWh Agosto 2023 a julho 2024.



Fonte: Realizado pelo autor 2024.

No gráfico 4, tem-se os valores do consumo mensal na cor azul, entre agosto de 2023 a julho de 2024, na cor verde temos os valores de geração mensal de energia, com base no gráfico é possível observar que os meses entre agosto 2023 a outubro de 2023 houve uma queda na produção de energia, derivada dos meses presentes na estação de outono e inverno, motivadas pela diminuição das horas de irradiação solar sobre os painéis fotovoltaicos dentre outros fatores climáticos adversos.

Para os meses de maio, junho e julho, foi realizado uma estimativa dos valores de geração de energia, devido a diminuição das horas de luz diárias motivados por conta da estação de outono e inverno, foi estimado uma queda de 15% na média total de geração de energia para os meses de maio, junho e julho, já os valores de consumo foram baseados na média de consumo dos últimos 2 anos da propriedade rural.

#### 4.4 TARIFAS DE ENERGIA

Através das faturas de energia elétrica foram realizados cálculos para obtenção dos valores reais das taxas pagas pela Celesc para a geração de energia e as taxas de consumo de energia. A Tabela 5 apresenta o cálculo para determinar o valor do kWh que está presente nas tarifas das contas de luz do padrão da propriedade e da casa do filho.

Tabela 5 - Valor do kWh tarifa convencional Rural Grupo B.

Mês base Março 2024	Tarifa (R\$)	Valor (R\$)
Consumo TUSD	0,36	178,21
Consumo TUSD	0,38	117,14
Consumo Te	0,35	173,57
Consumo Te	0,37	114,1
Valor total do consumo de energia		=583,02
Consumo de energia mês kwh		810
Valor da tarifa Celesc	$583,02/810=$	R\$ 0,72

Fonte: Fatura de energia elétrica de janeiro de 2024.

A tabela 5 apresenta os valores do consumo kWh do mês de março de 2024, como exemplo. O cálculo para determinar o valor do kWh que está presente na tarifa

das contas de luz da propriedade levou em consideração os dados apresentados na mesma, sendo eles o TUSD (Tarifa de Uso do Sistema de Distribuição) que é uma taxa relacionada às despesas que a concessionária tem para levar a energia até a propriedade, envolvem os custos dos fios, postes, transformadores e demais equipamentos necessários para o transporte da energia elétrica. Assim como do consumo Te (Tarifa de Energia), valor pago da energia consumida mensalmente na propriedade. Ambas são determinadas pela Aneel em R\$/kWh Tabenergia 2021, com isso foi realizado o somatório dos valores do (TUSD + Te), chegando ao valor total de consumo 583,02. Para calcular o valor da tarifa cobrada pelo consumo de energia da propriedade, dividiu-se o custo na fatura de R\$ 583,02 pelos kWh consumidos 810 kWh, resultando no valor de R\$ 0,72 ao kWh consumido.

Já a Tabela 6 apresenta como é realizado o cálculo para encontrar o valor do custo do kWh na tarifa de luz, além de identificar o montante pago pela energia gerada na propriedade, sendo ele R\$ 507,64.

Tabela 6 - Valor do kWh Geração convencional Rural Grupo B.

Dados da Fatura Março 2024	Tarifa	Valor R\$
Energia Injetada TUSD	0.31	156.83
Energia Injetada TUSD	0.31	81.55
Energia Injetada Te	0.35	173.57
Energia Injetada Te	0.37	95.69
Valor total geração de energia		=507.64
Consumo de energia mês kwh		810
Valor da tarifa Propriedade	$507,64/810=$	0.63

Fonte: Talão de luz modificado pelo autor (2024).

Com isso, segundo a tabela 6 é possível observar que a Celesc paga aproximadamente 0,63 centavos por kWh de energia gerada na propriedade, enquanto a empresa cobra aproximadamente R\$ 0,72 centavos pelo consumo da energia.

Com base na tabela 7, conclui-se que os valores presentes na conta de luz são obtidos pela diferença entre o consumo e a energia gerada, formando o valor final da fatura da conta de luz do mês: R\$583,20 - R\$ 507,64 = R\$ 75.38, já considerando os encargos de Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços (ICMS), Programa

de Integração Social (PIS) e Contribuição para o Financiamento da Seguridade Social (COFINS).

Tabela 7 - Formação do valor da conta de energia.

Consumo Março 2024	Tarifa Consumo	Valor R\$	Valor da conta de energia
810	0.72	583.20	583.20
Consumo Março 2024	Tarifa Geração	Valor R\$	-507.64
810	0.63	507.64	75.38

Fonte: Realizado pelo autor (2024).

A Tabela 8 apresenta a quantidade de kWh consumidos e injetados, o valor das faturas pagas e a economia gerada mensalmente. Para a realização dos cálculos foram considerados os dados reais da propriedade entre os meses de agosto de 2023 a abril de 2024. Para os meses de maio a julho de 2024 foi utilizada a média do consumo e geração dos meses anteriores. Para o valor dos kWh foram utilizadas as tarifas de R\$ 0,72 kWh para a energia consumida (Tabela 5) e R\$ 0,63/kWh (Tabela 6).

Tabela 8 - Início da produção Ano 1.

a) Período	b) Consumo mensal (kWh)	c) Valor energia consumida (R\$)	d) Valor da energia injetada (R\$)	e) Valor da fatura (R\$)	f) Economia gerada (R\$)
Agosto 2023	1.046,00	753,12	658,98	150	603,12
Setembro 2023	1.099,00	791,28	692,37	150	641,28
Outubro 2023	1.086,00	781,92	684,18	150	631,92
Novembro 2023	1.011,00	727,92	636,93	150	577,92
Dezembro 2023	1.026,00	738,72	646,38	150	588,72
Janeiro 2024	1.134,00	816,48	714,42	150	666,48
Fevereiro 2024	1.045,00	752,40	658,35	150	602,40
Março 2024	1.483,00	1.067,76	934,29	150	917,76
Abril 2024	1.283,00	923,76	808,29	150	773,76
Maio 2024*	1.367,00	984,24	861,21	150	834,24
Junho 2024*	1.131,00	814,32	712,53	150	664,32
Julho 2024*	1.179,00	848,88	742,77	150	692,88
Total	13.890,00	10.000,80	8.750,70	1800,00	8.200,80

\* Dados projetados.

Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

Assim, na coluna C da tabela 8 é possível encontrar os valores que compõem os valores mensais de energia elétrica que a Celesc cobra, resultantes da coluna B vezes o valor de R\$ 0,72 centavos. Formando assim o valor da energia mensal da propriedade, por exemplo: agosto de 2023 teve um consumo de 1046,00 kWh, esse valor será multiplicado pela taxa de cobrança estipulada pela Celesc, valor de R\$ 0,72 centavos, com essa multiplicação resultará no valor de R\$ 753.12, valor que irá compor o custo anual com energia.

Nota-se que o valor R\$ 10.000,80 seria o custo anual que a propriedade teria com o consumo de energia elétrica caso não tivesse os painéis fotovoltaicos. Com a geração proveniente da instalação dos painéis fotovoltaicos o valor final para o período foi estimado em R\$ 1.800,00.

A economia gerada pela instalação dos painéis é calculada pela diferença entre o que seria pago sem a utilização dos mesmos e o que é pago com a sua utilização. Para um período de um ano, essa economia é estimada em R\$ 8.200,00, para realizar projeções e análises de viabilidade do projeto, utilizamos os valores apresentados na tabela 8.

#### 4.5 FLUXO DE CAIXA PROJETADO

O fluxo projetado consiste em projetar entradas e saídas de caixa futuras. Para tanto serão utilizados os fluxos de caixa atuais, corrigidos pela inflação projetada.

##### 4.5.1 Determinação da taxa de inflação projetada

Para a realização das projeções é considerada uma taxa de inflação projetada para corrigir os valores futuros dos custos e dos kWh. A taxa de inflação foi determinada com base na média da inflação mensal dos últimos 15 anos, a partir de 05/2009 a 04/2024. A média provável totalizou 5,47%, com um desvio padrão de 4,55%. Também foram determinados dois cenários alternativos, um otimista e outro pessimista. O otimista considera a inflação média menos o desvio padrão de 4,55%, e o pessimista considera a média mais o desvio padrão de 4,55%, presentes no quadro 4.

Quadro 4 - Projeção da taxa anual de inflação e TMA

<b>Cenários</b>	<b>Provável</b>	<b>Otimista</b>	<b>Pessimista</b>
<b>Inflação</b>	5,47%	0,92%	10,02%
<b>TMA</b>	9,90%	6,39%	13,41%

Fonte: Realizado pelo autor.

Para a primeira análise será utilizado o cenário provável. A projeção dos fluxos de caixa da propriedade levou em consideração o valor do kWh de energia gerada atual de R\$ 0,63 e de R\$ 0,72 para o kWh de energia consumida, com o reajuste anual de 5,47%.

#### **4.5.2 Estimativa dos gastos e economia gerada**

O custo com limpeza dos painéis fotovoltaicos será considerado o mesmo que empresas especializadas cobram pelo serviço, no valor de R\$ 7,00 por painel fotovoltaico, incluindo todos os materiais, para cada ano realizou-se a correção monetária, com isso será multiplicado pelo número de placas do sistema e multiplicado por 2, esse número é derivado de duas limpezas anuais, ou 1 limpeza a cada 6 meses durante todo o período de projeção de geração do estudo.

Tabela 9 - Custo com limpeza dos painéis ao longo dos 25 anos.

Ano	Custo anual projetado de limpezas
Ano 1	R\$ 294,00
Ano 2	R\$ 310,08
Ano 3	R\$ 327,04
Ano 4	R\$ 344,93
Ano 5	R\$ 363,80
Ano 6	R\$ 383,70
Ano 7	R\$ 404,69
Ano 8	R\$ 426,83
Ano 9	R\$ 450,17
Ano 10	R\$ 474,80
Ano 11	R\$ 500,77
Ano 12	R\$ 528,16
Ano 13	R\$ 557,05
Ano 14	R\$ 587,52
Ano 15	R\$ 619,66
Ano 16	R\$ 653,55
Ano 17	R\$ 689,30
Ano 18	R\$ 727,01
Ano 19	R\$ 766,78
Ano 20	R\$ 808,72
Ano 21	R\$ 852,96
Ano 22	R\$ 899,61
Ano 23	R\$ 948,82
Ano 24	R\$ 1.000,72
Ano 25	R\$ 1.055,46
<b>Total Limpezas e Manutenções</b>	<b>R\$ 12.547,88</b>

Fonte: realizado pelo autor (2024).

A troca dos inversores ocorre a cada 12 anos (tabela 9). Em 2024, os inversores custavam R\$ 6500, a tabela 10 mostra a projeção do custo de troca dos inversores entre o ano 12 e ano 24 do projeto, considerado correção monetária de 5,47% ao ano.

Tabela 10 - Projeção do custo de troca dos inversores.

Ano 0	R\$ 6.500,00
Ano 12	R\$ 11.677,01
Ano 24	R\$ 22.124,79

Fonte: Realizado pelo autor (2024).

A geração de energia presente na coluna B da tabela 11, possui as projeções das futuras gerações de energia anuais, a partir disso, nota-se que o valor da geração está caindo, essa queda é derivada da vida útil dos painéis solares somada aos períodos de baixa irradiação ao ano, formando uma porcentagem de 0,88% por ano de diminuição da geração. Ao seu lado temos a coluna C, tarifa da geração, esse valor é ofertado pela Celesc aos kWh gerados dentro da propriedade, devido a fatores de inflação com o passar dos anos, para este estudo foi realizado uma correção monetária nos valores do kWh gerados, essa correção corresponde a um aumento de 5,47% ao ano, base IPCA 15 anos.

Tabela 11 - Fluxo de caixa projeção anual.

a) Ano	b) Geração (kWh)	c) Tarifa Geração (R\$)	d) Valor da energia gerada (R\$)	e) Consumo (kWh)	f) Tarifa consumo (R\$)	g) Valor da energia consumida (R\$)	h) Diferença geração consumo (kWh) (b-d)	i) Valor da energia consumida (R\$)	j) Custo de disponibilidade mensal (R\$)	h) Economia gerada (R\$)
1	16.233	0,63	10.222	13.890	0,72	10.000	2.343	10.000	1.296	8.704
2	16.090	0,66	10.691	13.890	0,76	10.547	2.200	10.547	1.366	9.189
3	15.948	0,70	11.176	13.890	0,80	11.124	2.058	11.124	1.441	9.683
4	15.808	0,74	11.684	13.890	0,84	11.733	1.918	11.733	1.520	10.212
5	15.669	0,78	12.215	13.890	0,89	12.375	1.779	12.375	1.603	10.771
6	15.531	0,82	12.769	13.890	0,94	13.052	1.641	13.052	1.691	11.360
7	15.394	0,87	13.349	13.890	0,99	13.766	1.504	13.766	1.783	11.982
8	15.259	0,91	13.956	13.890	1,05	14.519	1.369	14.519	1.881	12.637
9	15.124	0,96	14.590	13.890	1,10	15.313	1.234	15.313	1.984	13.328
10	14.991	1,02	15.252	13.890	1,16	16.150	1.101	16.150	2.092	14.057
11	14.859	1,07	15.945	13.890	1,23	17.034	969	17.034	2.207	14.826
12	14.728	1,13	16.669	13.890	1,29	17.966	838	17.966	2.328	15.637
13	14.599	1,19	17.426	13.890	1,36	18.948	709	18.948	2.455	16.493
14	14.470	1,26	18.218	13.890	1,44	19.985	580	19.985	2.589	17.395
15	14.343	1,33	19.045	13.890	1,52	21.078	453	21.078	2.731	18.346
16	14.217	1,40	19.910	13.890	1,60	22.231	327	22.231	2.880	19.350
17	14.092	1,48	20.815	13.890	1,69	23.447	202	23.447	3.038	20.409
18	13.968	1,56	21.760	13.890	1,78	24.730	78	24.730	3.204	21.525
19	13.845	1,64	22.749	13.890	1,88	26.082	-44	26.082	3.380	22.702
20	13.723	1,73	23.782	13.890	1,98	27.509	-166	27.509	3.564	23.946
21	13.602	1,83	24.862	13.890	2,09	29.014	-287	29.014	3.759	25.254
22	13.482	1,93	25.991	13.890	2,20	30.601	-407	30.601	3.965	26.635
23	13.364	2,03	27.172	13.890	2,32	32.275	-525	32.275	4.182	28.092
24	13.246	2,14	28.406	13.890	2,45	34.040	-643	34.040	4.411	29.629
25	13.130	2,26	29.696	13.890	2,58	35.902	-759	35.902	4.652	31.250

Fonte: Realizado pelo autor (2024).

A coluna D da tabela 11, possui os valores estimados dos kWh gerados vezes o valor da tarifa de geração dos kWh, com isso, é possível observar que esse valor está em crescimento, devido a fatores de correção monetária presentes no valor da

taxa do kWh de geração ao longo dos anos. No entanto, a coluna H, possui como objetivo trazer quantos kWh serão acumulados ao longo dos 25 anos da geração fotovoltaica deste estudo, com ela é possível verificar que os valores ao passar dos anos estão sofrendo uma queda, ela é proporcionada pela diminuição da geração proveniente da perda de eficiência dos painéis fotovoltaicos.

Em contrapartida a coluna E, possui os valores e projeções do consumo de energia da propriedade ao longo dos 25 anos, esse valor é fixo pois o consumo não terá mudança até o momento deste estudo, com isso será utilizado a coluna Tarifa do consumo, essa coluna é responsável por determinar a taxa cobrada pela Celesc dos kWh consumidos na propriedade, atualmente a taxa está custando R\$ 0,70 centavos. Para este estudo, foi realizado uma correção monetária nos valores da taxa cobrada pela Celesc, essa correção corresponde a um aumento de 5,47% ao ano, base IPCA 15 anos.

Trazendo como resultado os valores da coluna G, esses valores serão utilizados para fins de comparação com a economia gerada ao longo dos anos, esses valores estão presentes também na coluna I, com a mesma é possível verificar quantos (R\$) deveriam ser destinados ao pagamento de energia elétrica ao longo dos 25 anos deste estudo.

No entanto para a coluna J, foram considerados os custos de disponibilidade, como mencionado anteriormente, no contrato com a Celesc foram considerados os seguintes pontos: o custo de dois padrões de luz em uma propriedade rural. O primeiro é um padrão bifásico que possui um custo mínimo de 50 kWh por mês, resultando em um custo fixo anual de 600 kWh. O segundo é um padrão trifásico localizado na casa do filho, com um custo mínimo de 100 kWh por mês, totalizando 1200 kWh por ano. Portanto, o custo total de disponibilidade para o estudo é de 1800 kWh por ano. Este valor será usado para calcular o custo de disponibilidade em R\$ da energia, levando em consideração a inflação anual ao longo dos 25 anos de estudo. Por fim temos a coluna denominada de economia gerada, na qual possui como objetivo trazer os valores que serão pagos futuramente com a energia elétrica, essa coluna foi formada a partir do: custo do consumo com energia elétrica dos anos anteriores sem os painéis fotovoltaicos R\$ 10.000, menos a taxa mínima das contas de luz anuais atualmente R\$ 1.296,00 formando assim o valor da economia anual com custo de energia elétrica

R\$ 8.704,40. Com esses dados foi possível elaborar a tabela 12, onde será possível observar os valores da análise dos indicadores.

#### 4.6 ESTRUTURAÇÃO DO PROJETO DE ANÁLISE DE VIABILIDADE

Para a realização da análise de viabilidade do projeto dos painéis fotovoltaicos, foi levando em consideração autores e teorias que pudessem guiar e nortear o estudo para um melhor levantamento de dados, estruturação e análise dos resultados, levando em consideração indicadores como: taxa mínima de atratividade, taxa interna de retorno, *payback* e valor presente líquido.

##### 4.6.1 Taxa Mínima de Atratividade

Neste estudo será utilizado uma abordagem mais conservadora, mantendo o valor da taxa mínima de atratividade (TMA) e levando em consideração a taxa Selic, com isso foi realizado um estudo dos valores da taxa Selic anual dos últimos 15 anos, valores que após serem computados resultaram na média anual histórica de 9,90%. Esse valor será utilizado como TMA para determinar a média da inflação presente nos próximos 25 anos de geração de energia.

##### 4.6.2 Fluxo de caixa descontado

O fluxo de caixa de forma conceitual, é uma ferramenta que faz a ligação entre as receitas e despesas de um investimento durante um período específico Assaf Neto e Silva (2011), com isso o papel do fluxo de caixa descontado é trazer os resultados das receitas e despesas ao longo dos anos a valor presente.

Diante dos resultados obtidos através das planilhas geradas com as informações coletadas entre 2023 e 2024, foi possível realizar a análise dos indicadores presentes na tabela 12, sendo eles:

Tabela 12 - Projeção de caixa do projeto.

Ano	Entradas	Saídas	Resultado líquido anual	Saldo de caixa acumulado	Fluxo de caixa descontado (Valor presente líquido)	Fluxo de caixa descontado acumulado (VPL acumulado)
0		40.000,00	-40.000,00	-40.000,00	-40.000,00	-40.000,00
1	8.704,80	1.590,00	7.114,80	-32.885,20	6.473,89	-33.526,11
2	9.180,95	1.676,97	7.503,98	-25.381,22	6.212,93	-27.313,19
3	9.683,15	1.768,70	7.914,45	-17.466,77	5.962,49	-21.350,70
4	10.212,82	1.865,45	8.347,37	-9.119,41	5.722,14	-15.628,56
5	10.771,46	1.967,49	8.803,97	-315,44	5.491,49	-10.137,07
6	11.360,66	2.075,11	9.285,55	8.970,11	5.270,13	-4.866,94
7	11.982,09	2.188,62	9.793,46	18.763,57	5.057,69	190,75
8	12.637,51	2.308,34	10.329,17	29.092,74	4.853,82	5.044,58
9	13.328,78	2.434,61	10.894,17	39.986,91	4.658,17	9.702,74
10	14.057,86	2.940,85	11.117,01	51.103,92	4.325,25	14.027,99
11	14.826,83	2.708,24	12.118,59	63.222,51	4.290,20	18.318,19
12	15.637,86	14.533,39	1.104,47	64.326,98	355,78	18.673,97
13	16.493,25	3.012,62	13.480,63	77.807,61	3.951,30	22.625,27
14	17.395,43	3.177,41	14.218,02	92.025,62	3.792,03	26.417,30
15	18.346,96	3.351,22	14.995,74	107.021,36	3.639,17	30.056,47
16	19.350,54	3.534,53	15.816,01	122.837,37	3.492,48	33.548,95
17	20.409,01	3.727,87	16.681,14	139.518,52	3.351,70	36.900,65
18	21.525,38	3.931,78	17.593,60	157.112,12	3.216,59	40.117,24
19	22.702,82	4.146,85	18.555,97	175.668,09	3.086,94	43.204,18
20	23.944,67	4.883,51	19.061,16	194.729,25	2.885,33	46.089,51
21	25.254,44	4.612,92	20.641,52	215.370,77	2.843,09	48.932,59
22	26.635,86	4.865,25	21.770,61	237.141,38	2.728,48	51.661,08
23	28.092,84	5.131,38	22.961,46	260.102,84	2.618,50	54.279,58
24	29.629,52	27.536,85	2.092,66	262.195,50	217,15	54.496,72
25	31.250,25	5.708,10	25.542,15	287.737,65	2.411,65	56.908,38
<b>Total</b>			<b>327.737,65</b>			

Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

Entradas: A coluna estradas mostra o valor da economia gerada ao longo dos 25 anos da produção de energia, essa coluna é derivada da tabela 6, economias em

anos, que foi abordada anteriormente. A coluna saída representa os valores da tabela 13, sendo eles valores de manutenção, calibração e limpeza dos painéis fotovoltaicos anualmente durante os 25 anos de estudo.

A coluna de resultado líquido é derivada da diferença entre as colunas entradas e saídas, o cálculo é realizado utilizando as entradas proporcionadas pela economia anual menos as saídas, que representam as despesas geradas com as manutenções e limpezas dos painéis ao longo dos anos, com isso, o valor está em constante crescimento, porém no ano 12 os valores caíram para R\$ 1.104,0 e no ano 24 os valores caíram para R\$ 2.092,66, derivados dos gastos acima do normal com troca dos inversores.

A coluna saldo de caixa acumulado serve para acompanhar a saúde financeira do caixa do investimento, sendo este calculado a partir do resultado líquido que será somado ao investimento inicial resultando no saldo acumulado, se trata do faturamento anual do investimento, por exemplo saldo líquido ano 1: R\$ 7.114,80 mais o valor do Investimento no ano zero R\$ -40.000,00.

Para a coluna do VPL, foi utilizado os valores da taxa mínima de atratividade (TMA) base 15 anos Selic no valor de  $(9,90 + 1)$  dividido pelo resultado líquido, elevado ao ano de geração, exemplo: resultado líquido ano 1:  $7.144,4 / (1 + 9,90\%)^1 = 6.473,89$ . Esse cálculo foi aplicado nos 25 anos analisados neste estudo de caso.

Na coluna seguinte temos o valor presente acumulado, essa coluna utiliza os resultados anuais do VPL menos o valor do investimento, com isso é possível verificar a rentabilidade real do investimento, considerando o valor do dinheiro no tempo. Se o VPL for positivo, significa que o projeto tem valor, ou seja, ele traz retorno para o investidor, gerando lucro, mas se o VPL for negativo, significa que o investimento não é viável, pois não traz retorno, gerando assim prejuízo.

#### **4.6.3 Payback**

A análise do *payback* ilustra o período necessário para que o investimento inicial seja reembolsado. Um *payback* mais curto indica uma maior liquidez do projeto, reduzindo assim o seu risco associado (Camloffski, 2014).

Nas colunas *payback* simples e *payback* descontado, é possível identificar o período de tempo necessário para que o investimento inicial seja recuperado por meio

do fluxo de caixa do projeto. No caso em questão, o período de *payback* simples é de 6 anos e pode ser encontrado no saldo de caixa acumulado, presente na tabela 13, no entanto por conta dos fluxos de caixas variáveis, o cálculo do *payback* é realizado com base na observação dos valores projetados, pois não é possível realizar por cálculo, com isso leva-se em consideração os valores negativos presentes na coluna saldo de caixa acumulado, esses valores correspondem aos anos que serão necessários para zerar o valor do investimento dos painéis fotovoltaicos, contabilizados em 6 anos.

Enquanto o cálculo do *payback* descontado, por conta dos fluxos de caixas variáveis, o cálculo é realizado com base na observação dos valores projetados, pois não é possível realizar através de cálculo neste estudo, com isso leva-se em consideração os valores negativos presentes na coluna saldo de caixa acumulado descontado, esses valores correspondem aos anos que serão necessários para zerar o valor do investimento dos painéis fotovoltaicos, contabilizados em 7 anos.

#### **4.6.4 Taxa interna de retorno**

De maneira simplificada, a taxa interna de retorno (TIR) representa a lucratividade esperada de um investimento (Assaf Neto, 2023). Em outras palavras, é a porcentagem de ganho que se espera obter com base no fluxo de caixa planejado (Camloffski, 2014). Neste estudo, a taxa interna de retorno ficou em torno de 22,25%, valor acima da taxa mínima de atratividade, demonstrando que o investimento é viável e proporciona retorno acima do mínimo esperado de 9,90%.

A TIR determinada neste estudo foi realizada através da fórmula do Excel TIR, fórmula essa que utiliza uma relação com o VPL. A taxa de retorno calculada por TIR é a taxa de juros correspondente a um VPL zero Microsoft Suporte (2024), obtendo o resultado de 22,25%.

#### **4.7 ANÁLISE DE VIABILIDADE**

A análise da viabilidade dos investimentos é um passo essencial para os gestores antes de destinar recursos financeiros. Torna-se necessário o entendimento dos principais indicadores econômicos e financeiros de um investimento (Camloffski,

2014), com isso, para a análise da viabilidade deste estudo foram elaboradas planilhas para a mensuração dos valores dos gastos e retornos. Para uma melhor mensuração da análise da viabilidade o valor presente acumulado utiliza o valor do investimento inicial menos o abatimento do valor presente líquido de cada ano, se o resultado for um valor for positivo no final dos períodos, significa que o investimento é viável (Ross; Westerfield e Jaffe, 2015).

Para este estudo foram considerados 3 cenários: provável, otimista e pessimista, segundo os dados da tabela 13, nenhum dos cenários ficou abaixo dos 9,90% de TMA, demonstrando que o investimento continuou viável mesmo enfrentando cenários distintos.

O *payback* é responsável por mostrar em quantos anos o caixa gerado consegue abater o investimento inicial, é uma medida muito importante para identificar se o tempo de retorno do investimento é ou não viável, para o *payback* simples é levado em consideração o saldo do caixa acumulado ao longo dos anos, onde seu tempo foi de 6 anos, já para o *payback* acumulado utilizado os saldos do valor presente acumulado, levando em consideração seus valores trazidos monetariamente ao presente, como resultado: serão necessários 7 anos para abater os valores do investimento inicial.

Em conclusão, a Taxa Interna de Retorno (TIR), que serve como um indicador da rentabilidade prevista para o investimento, apresentou um resultado positivo em todos os períodos analisados. Este resultado evidencia um retorno vantajoso sobre o capital investido, com percentuais superiores à Taxa Mínima de Atratividade (TMA). Isso sinaliza que o investimento em questão é, de fato, viável. Com os dados da tabela 13 pode-se constatar que a TIR do cenário pessimista, ficou com resultados superior ao cenário otimista e provável.

Tabela 13 - Resultados da análise de viabilidade.

Cenários	Provável	Otimista	Pessimista
TMA	9,90%	6,39%	13,41%
VPL	R\$ 51.602,79	R\$ 43.765,27	R\$ 61.043,19
VPL Acumulado	R\$ 56.908,29	R\$ 46.561,87	R\$ 69.229,00
PAYBACK SIMPLES (em anos)	6	6	5
PAYBACK DESCONTADO (em anos)	7	8	7
TIR	22,25%	17,19%	27,13%

Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

Esse fato ocorre, pois, a média histórica da taxa de juros do Brasil é superior à taxa de inflação. Independentemente desse fenômeno percebe-se que as variações no VPL, VPL acumulado, ambos indicadores de *payback* e TIR retornam resultados semelhantes em qualquer um dos três cenários, reforçando a segurança da viabilidade do investimento realizado na propriedade. Por mais que a propriedade tenha gastos elevados com a troca dos inversores, manutenções e limpezas ao longo dos próximos 25 anos, o investimento possui potencial para cobrir os gastos e proporcionar retorno financeiro à propriedade.

Portanto, além da economia mensal com as contas de energia elétrica, a geração da energia da propriedade proporcionará a compensação de sua pegada de carbono e a emissão de gás metano proveniente da atividade pecuária leiteira. O sistema também projeta ser suficiente para suportar 100% do consumo da propriedade com energia limpa durante diversos anos, apresentando-se como uma solução ecologicamente eficiente, com inúmeros benefícios, inclusive indo de encontro à agenda 2030, de diminuição do efeito da emissão dos gases de efeito estufa na atmosfera.

Com base nos resultados obtidos, o produtor rural conseguiu esclarecer suas dúvidas sobre o tempo de retorno do investimento. Além disso, identificou que o investimento levará um ano a mais para gerar retorno econômico e financeiro. A empresa fornecedora do sistema previa um tempo de retorno de 6 anos, mas o estudo constatou que são necessários 7 anos.

Durante o levantamento de dados para o estudo, não foram considerados algumas variáveis como mudanças climáticas, ambientais e tecnológicas, além disso, não foi considerado a realização de um seguro para o sistema fotovoltaico, contudo com as atuais mudanças climáticas e os efeitos da mesma é necessário considerar a realização de um seguro, com o intuito de proteger o sistema e evitar eventuais casos de incêndios, roubos, furtos ou fenômenos naturais como descarregar elétricas, granizo e ou vendavais (Santos, 2023).

## 5- CONSIDERAÇÕES FINAIS

A agricultura familiar desempenha um papel fundamental no mundo, alimentando milhares de pessoas diariamente e gerando empregos para diversas pessoas. No entanto, a agricultura familiar enfrenta desafios significativos, incluindo altos custos com energia elétrica, modernização das máquinas e lidando com intempéries do tempo. Com o aumento do uso das tecnologias no campo, os produtores rurais buscam soluções para reduzir esses gastos, além de buscar formas de compensar os gases liberados pelas atividades agropecuárias, buscando assim um futuro melhor para as próximas gerações.

Ao analisar o cumprimento dos objetivos propostos, fica evidente que foram alcançados e resolvidos. A análise de viabilidade revelou informações valiosas para o proprietário rural, o *payback* descontado demonstrou que o investimento consegue proporcionar economia e retorno sobre o investimento em um curto período de tempo, a taxa interna de retorno foi acima do esperado, sendo até mais viável se comparado a aplicações financeiras, ou seja, de início a geração de energia fotovoltaica já apresentava inúmeros benefícios.

Em relação ao atendimento dos objetivos específicos, o presente trabalho conseguiu atender facilmente o primeiro objetivo, sendo ele a identificação dos prováveis gastos durante os primeiros 25 anos de garantia dos painéis fotovoltaicos. Foram realizadas projeções de valores futuros para a Selic e IPCA com base na média dos últimos 15 anos de ambos os indicadores, com o objetivo de encontrar um valor provável para as projeções futuras envolvendo vários pontos principais do estudo.

O segundo objetivo foi atendido com determinação dos indicadores econômico-financeiros do investimento, sendo eles: taxa interna de retorno, ficando com um valor de 22,25% derivado do resultado líquido do fluxo de caixa, já com os descontos de entradas e saídas anuais, valor acima da taxa mínima de atratividade do investimento, considerada em 9,90%, com um valor final acumulado de R\$ 56.908,29, derivado do VPL menos o investimento inicial, e com um *payback* simples de 6 anos, sem considerar o valor do dinheiro no tempo e um *payback* descontado de 7 anos, considerando os valores descontados para o presente por meio de uma taxa de juros anual, o tornando ainda mais próximo a realidade.

Por fim, o terceiro objetivo foi atendido com a análise econômica financeira do investimento, com base no conjunto de indicadores, os resultados do estudo no cenário provável, apresentaram um valor presente líquido e acumulado positivo, com um *payback* descontado de 7 anos e um TIR de 22,25%, superando a taxa mínima de atratividade de 9,90%, mostrou que o investimento é viável e proporciona retorno ao proprietário, agora no cenário otimista, o valor presente acumulado continuou positivo, porém com uma queda nos valores finais, mas seu TIR ainda se manteve bem acima da TMA ficando 17,19% comparado a uma taxa mínima de atratividade de 6,39%, por fim, o cenário pessimista, demonstrou um maior valor presente líquido e acumulado, com um TIR bem acima dos outros cenários 27,13%, e com uma TMA de 13,41%, com um *payback* descontado de 7 anos. Através dos dados coletados, foi possível concluir que o objetivo principal, analisar a viabilidade econômica da instalação de painéis fotovoltaicos na propriedade rural estudada, foi alcançado. Isso foi possível graças ao cumprimento dos objetivos específicos e à análise realizada. Com isso, foi possível responder à questão de pesquisa, e determinar que é economicamente viável a instalação de painéis fotovoltaicos para a geração de energia elétrica na propriedade rural.

A pesquisa apresenta limitações, principalmente devido à sua natureza de estudo de caso, o que restringe a capacidade de generalizar os resultados obtidos, sendo eles os reais valores mensais de geração e consumo de energia para os meses de maio, junho e julho, derivados da finalização do estudo de caso ainda em abril, forçando uma possível mensuração dos mesmos valores.

Além disso, a previsão dos valores de inflação dos próximos anos, ligados diretamente aos custos de limpeza, manutenção e troca de componentes, custos do kWh para os futuros anos e desconsideração de riscos de pane elétrica ou riscos de danos climáticos ao sistema fotovoltaico. Não foram incluídas variáveis de risco sobre possíveis mudanças na política de produção de energias renováveis, mudanças legais, ambientais e tecnológicas que podem afetar projetos desse tipo de geração de energia nos anos seguintes.

Como proposta para pesquisas futuras, propõe-se realizar uma análise de risco do investimento, envolvendo os principais riscos legais, tecnológicos, ambientais e financeiros, já identificados em projetos reais, com o intuito de mensurar os principais

riscos envolvidos no sistema fotovoltaico e como eles impactam nos custos para a análise de viabilidade de projetos futuros da área rural.

## REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA (ANEEL). **ANEEL reforça protagonismo do Brasil em fontes renováveis no Energyyear**, 2022a. Disponível em: <https://www.gov.br/aneel/pt-br/assuntos/noticias/2022/aneel-reforca-protagonismo-do-brasil-em-fontes-renovaveis-no-energyyear-2022>. Acesso em: 08 Out 2023.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA (ANEEL). **Micro e Minigeração Distribuída**, 2022b. Disponível em: <https://www.gov.br/aneel/pt-br/assuntos/geracao-distribuida>. Acesso em: 07 de fevereiro de 2023.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA (ANEEL). **Resolução 1000 da ANEEL: seus direitos sobre energia elétrica agora num só lugar**, 2022c. Disponível em: <https://www.gov.br/aneel/pt-br/assuntos/campanhas/resolucao-1000-da-aneel-seus-direitos-sobre-energia-eletrica-agora-num-so-lugar-2022>. Acesso em: 31 maio 2024.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA (ANEEL). **ANEEL regulamenta Marco Legal da Micro e Minigeração Distribuída**, 2023a. Disponível em: <https://www.gov.br/aneel/pt-br/assuntos/noticias/2023/aneel-regulamenta-marco-legal-da-micro-e-minigeracao-distribuida>. Acesso em: 07 de fevereiro de 2023.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA (ANEEL). **Matriz elétrica brasileira cresce mais de 1,2 GW em agosto**, 2023b. Disponível em: <https://www.gov.br/aneel/pt-br/assuntos/noticias/2023/matriz-eletrica-brasileira-cresce-mais-de-1-2-gw-em-agosto>. Acesso em: 01 Jan 2024.

AGRODEBATE. **Panorama do agronegócio brasileiro em 2024**, 2024. Disponível em: <https://agrodebate.com.br/panorama-do-agronegocio-brasileiro-em-2024/>. Acesso em: 18 abril. 2024.

ALVES DOS SANTOS JÚNIOR, Lindolfo. **Gestão de custos e análise de viabilidade financeira**. SRV Editora LTDA, 2021. E-book. ISBN 9786589881261. Disponível em: <https://app.minhabiblioteca.com.br/#/books/9786589881261/>. Acesso em: 27 mai. 2024.

ASSAF NETO, Alexandre A.; SILVA, César Augusto T. **Administração do capital de giro, 4ª edição**. Editora Atlas: Grupo GEN, 2011. E-book. ISBN 9788522484751. Disponível em: <https://app.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788522484751/>. Acesso em: 19 mai. 2024.

ASSAF NETO, Alexandre A. **Curso de Administração Financeira**. Grupo GEN, 2019. E-book. ISBN 9788597022452. Disponível em: <https://app.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788597022452/>. Acesso em: 23 mai. 2024.

ASSAF NETO, Alexandre A. **Matemática Financeira - Edição Universitária**. Grupo GEN, 2023. E-book. ISBN 9786559774432. Disponível em:

<https://app.minhabiblioteca.com.br/#/books/9786559774432/>. Acesso em: 19 mai. 2024.

BISSOCHI, Fabiana et al. **Utilizando técnicas de realidade virtual para o estudo da conversão de energia solar em energia elétrica**. laboratório de computação gráfica, Universidade Federal de Uberlândia (UFU), [entre 2002 - 2015]. Disponível em:

[https://www.researchgate.net/publication/265982067\\_Utilizando\\_Tecnicas\\_de\\_Realidade\\_Virtual\\_Para\\_o\\_Estudo\\_da\\_Conversao\\_de\\_Energia\\_Solar\\_em\\_Energia\\_Eletrica](https://www.researchgate.net/publication/265982067_Utilizando_Tecnicas_de_Realidade_Virtual_Para_o_Estudo_da_Conversao_de_Energia_Solar_em_Energia_Eletrica). Acesso em 30 maio 2024.

BRASIL. **Lei nº 14.300, de 30 de maio de 2022**. Institui o marco legal da microgeração e minigeração distribuída, 2022. Disponível em:<https://www.gov.br/mme/pt-br/aceso-a-informacao/legislacao/leis/lei-n-14-300-2022.pdf/view> . Acesso em: 30 maio 2024.

BRASIL. Agência Nacional de Energia Elétrica. **Resolução Normativa nº 1.059, de 2023**. Dispõe sobre Norma Federal em 04 jul 2023, 2023 Disponível em: [https://www.normasbrasil.com.br/norma/resolucao-normativa-1059-2023\\_447271.html](https://www.normasbrasil.com.br/norma/resolucao-normativa-1059-2023_447271.html). Acesso em: 01 jun. 2024.

CANAL RURAL. **Vale a pena investir em energia solar na propriedade rural?** 2021. Disponível em: <https://www.canalrural.com.br/agricultura/vale-a-pena-investir-em-energia-solar-na-propriedade-rural/>. Acesso em: 26 mar. 2024.

CELESC DISTRIBUIÇÃO S.A. **Tarifas de Energia**. [Entre 2020 - 2024a]. Disponível em: <https://www.celesc.com.br/tarifas-de-energia>. Acesso em: 23 maio 2024.

CONFEDERAÇÃO DA AGRICULTURA E PECUÁRIA DO BRASIL (CNA). **Energia solar: alternativa viável para o produtor rural**, 2021. Disponível em: <https://www.cnabrasil.org.br/noticias/energia-solar-alternativa-viavel-para-o-produtor-rural>. Acesso em: 26 mar. 2024.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DOS TRABALHADORES RURAIS AGRICULTORES E AGRICULTORAS FAMILIARES (CONTAG). **Anuário Estatístico da Agricultura Familiar**, 2023. Disponível em: <https://ww2.contag.org.br/contag-lanca-anuario-estatistico-da-agricultura-familiar-2023-20230725>. Acesso em: 17 maio 2024.

CONFEDERAÇÃO DA AGRICULTURA E PECUÁRIA DO BRASIL (CNA). **Queda de preço estimula produtores a aderir a usinas solares**. CNA Brasil, 2024. Disponível em: <https://www.cnabrasil.org.br/noticias/queda-de-preco-estimula-produtores-a-aderir-a-usinas-solares>. Acesso em: 1 jun. 2024.

CLIMAINFO. **Energia Solar Continua Crescendo e Atinge 40 GW de Capacidade no Brasil**, 2024. Disponível em: <https://climainfo.org.br/2024/03/13/energia-solar-continua-crescendo-e-atinge-40-gw-de-capacidade-no-brasil/>. Acesso em: 1º jun. 2024.

CAMLOFFSKI, Rodrigo. **Análise de investimentos e viabilidade financeira das empresas**. Grupo GEN, 2014. E-book. ISBN 9788522486571. Disponível em:

<https://app.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788522486571/>. Acesso em: 24 mai. 2024.

DIAS, Marcos de C. **Economia Fundamental - Guia Prático**. SRV Editora LTDA, 2015. E-book. ISBN 9788536518695. Disponível em: <https://app.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788536518695/>. Acesso em: 27 mai. 2024.

DUPONT, Fabrício Hoff; GRASSI, Fernando; ROMITTI, Leonardo. **Energias Renováveis: buscando por uma matriz energética sustentável**. Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental, v. 19, 2015. DOI:105902/2236117019195. Disponível em: <https://periodicos.ufsm.br/reget/article/view/19195/pdf>. Acesso em: 3 Out 2023.

DALL'AGNOL, Amélio. **As vacas e o aquecimento global**. Blog da Embrapa Soja, 2018. Disponível em: <<https://blogs.canalrural.com.br/embrapasoja/2018/05/04/as-vacas-e-o-aquecimento-global/>>. Acesso em: 20 maio 2023.

DAVIS, Chantal. **O que significa zerar emissões líquidas? Respondemos 6 dúvidas frequentes**. WRI Brasil, 20 mar. 2019. Disponível em: <https://www.wribrasil.org.br/noticias/o-que-significa-zerar-emissoes-liquidas-respondemos-6-duvidas-frequentes>. Acesso em: 1 jun. 2024.

ELECTRICITY e MAGNETISM. **Como a temperatura afeta a condutividade elétrica?** [entre 2020 - 2024b]. Disponível em: <https://www.electricity-magnetism.org/pt-br/como-a-temperatura-afeta-a-condutividade-eletrica/>. Acesso em: 30 mai. 2024.

ELECTRICITY e MAGNETISM. **Efeito Fotoelétrico | Definição e Mecanismo**, [Entre 2020 - 2024a]. Disponível em: <https://www.electricity-magnetism.org/pt-br/efeito-fotoeletrico-definicao-e-mecanismo/>. Acesso em: 16 maio 2024.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA (EPE). **Balanco Energético Nacional (BEN) - Síntese**, 2021. Disponível em: [https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-675/topico-631/BEN\\_S%C3%ADntese\\_2022\\_PT.pdf](https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-675/topico-631/BEN_S%C3%ADntese_2022_PT.pdf). Acesso em: 1 jun. 2024.

EISENSEN, Matthew. **Solar Panels Reduce CO2 Emissions More Per Acre Than Trees — and Much More Than Corn Ethanol**. Columbia Climate School, 26 out, 2022. Disponível em: <https://news.climate.columbia.edu/2022/10/26/solar-panels-reduce-co2-emissions-more-per-acre-than-trees-and-much-more-than-corn-ethanol/>. Acesso em: 20 maio 2024.

ESCRICH, B. **Gestão de Energia no Agronegócio**, 2022. Disponível em: <https://www.way2.com.br/blog/gestao-de-energia-no-agronegocio/>. Acesso em: 01 jun. 2024.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA (EPE). **Clima e Energia**. EPE. [Entre 2014-2024a]. Disponível em: <https://www.epe.gov.br/pt/abcdenergia/clima-e-energia>. Acesso em: 1 jun. 2024.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA (EPE). **Matriz energética e elétrica**. [Entre 2014-2024b]. Disponível em: <https://www.epe.gov.br/pt/abcdenergia/matriz-energetica-e-eletrica>. Acesso em: 31 maio 2024.

GIL, Antonio C. **Como Fazer Pesquisa Qualitativa**. Grupo GEN, 2021. E-book. ISBN 9786559770496. Disponível em: <https://app.minhabiblioteca.com.br/#/books/9786559770496/>. Acesso em: 29 mai. 2024.

INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA. **Cadernos ODS: Objetivo 7 - Garantir o acesso confiável, sustentável, moderno e a preço acessível à energia para todos**. Brasília: Ipea, 2019. Disponível em: [https://www.ipea.gov.br/portal/images/stories/PDFs/livros/livros/190502\\_cadernos\\_ODS\\_objetivo\\_7.pdf](https://www.ipea.gov.br/portal/images/stories/PDFs/livros/livros/190502_cadernos_ODS_objetivo_7.pdf). Acesso em: 24 mar. 2024.

INSTITUTO SOLAR. **kW, kWh e kWp: Qual a Diferença entre eles?**, 2019. Disponível em: <https://institutosolar.com/kwh-kwp-e-kw-qual-a-diferenca/>. Acesso em: 28 maio. 2024.

IRIGARAY, Hélio Arthur Reis; STOCKER, Fabricio. **ESG: novo conceito para velhos problemas**. Cad. EBAPE.BR, Rio de Janeiro, v. 20, n. 4, Ago 2022. <https://doi.org/10.1590/1679-395186096>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cebape/a/YKyfRmPDHhtGm3LG8jW6DQM/>. Acesso em: data de acesso.

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE (IPCC). **AR6 Synthesis Report: Climate Change**, 2023. Disponível em: <https://www.ipcc.ch/report/ar6/syr/figures/figure-spm-1>. Acesso em: 25 mar. 2024.

KEELING, Ralph; BRANCO, Renato Henrique F. **Gestão de Projetos 4 ED**. [Digite o Local da Editora]: SRV Editora LTDA, 2019. E-book. ISBN 9788553131655. Disponível em: <https://app.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788553131655/>. Acesso em: 24 mai. 2024.

LAMAS., Fernando Mendes. **A tecnologia na agricultura: Embrapa agropecuária oeste**. Embrapa Agropecuária Oeste. 2017. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/30015917/artigo-a-tecnologia-na-agricultura>. Acesso em: 10 set. 2023.

LOZADA, Gisele; NUNES, Karina S. **Metodologia científica**. Grupo A, 2019. E-book. ISBN 9788595029576. Disponível em: <https://app.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788595029576/>. Acesso em: 28 mai. 2024.

LAKATOS, Eva M. **Fundamentos de Metodologia Científica**. Grupo GEN, 2021. E-book. ISBN 9788597026580. Disponível em: <https://app.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788597026580/>. Acesso em: 10 jun. 2024.

LOZANO, Lorafe; TABOADA, Evelyn B. **The Power of Electricity: How Effective Is It in Promoting Sustainable Development in Rural Off-Grid Islands in the Philippines?** Energies, MDPI, v. 14, n. 9, p. 2705, 2021. Disponível em: <https://ideas.repec.org/a/gam/jeners/v14y2021i9p2705-d550865.html>. Acesso em: data de acesso.

LUZSOLAR. **Como funciona o sistema fotovoltaico? - Tire suas dúvidas** - Luz Solar, 2021. Disponível em: <https://luzsolar.com.br/como-funciona-o-sistema-fotovoltaico/>. Acesso em: 12 Agosto 2023.

MARTINS, Gilberto de A. **Estudo de Caso: Uma Estratégia de Pesquisa**, 2ª edição. Grupo GEN, 2008. E-book. ISBN 9788522466061. Disponível em: <https://app.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788522466061/>. Acesso em: 29 mai. 2024.

MARTINAZZO, Michel. **Análise Econômica da Implantação e Utilização de Sistemas de Aproveitamento de Energia Solar e de Águas Pluviais em uma Residência Unifamiliar**. 2014. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco, 2014. Disponível em: <https://docplayer.com.br/69442955-Analise-economica-da-implantacao-e-utilizacao-de-sistemas-de-aproveitamento-de-energia-solar-e-de-aguas-pluviais-em-uma-residencia-unifamiliar.html>. Acesso em: set. de 2023.

MICHELETTI, D. H. **A energia solar fotovoltaica na promoção do desenvolvimento rural sustentável na região de Umuarama - PR**. 2023. Tese (Doutorado em Desenvolvimento Rural Sustentável) - Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Umuarama, 2023. Disponível em: [https://tede.unioeste.br/bitstream/tede/6753/5/Danilo\\_Micheletti\\_2023.pdf](https://tede.unioeste.br/bitstream/tede/6753/5/Danilo_Micheletti_2023.pdf). Acesso em: 17 Mai 2023

MEIRELLES, Alexa. **Conta de luz deve ficar mais cara em 2024, prevê Aneel**. UOL Economia, São Paulo, 24 jan. 2024. Disponível em: <https://economia.uol.com.br/noticias/redacao/2024/01/24/conta-de-luz-mais-cara-reajuste-acima-da-inflacao-em-2024.htm>. Acesso em: 01 Jan 2024.

MICROSOFT. **TIR (Função TIR)**, 2024. Disponível em: <https://support.microsoft.com/pt-br/office/tir-fun%C3%A7%C3%A3o-tir-64925eaa-9988-495b-b290-3ad0c163c1bc>. Acesso em: 29 maio. 2024.

MOSAICO DE ECONOMIA. **Nova métrica do metano: o boi é aliado do clima**. Estadão. junho 2024. Disponível em: <https://www.estadao.com.br/economia/mosaico-de-economia/nova-metrica-do-metano-o-boi-e-aliado-do-clima/>. Acesso em: 2 jun. 2024.

NASCIMENTO, Luiz Paulo do. **Elaboração de projetos de pesquisa: Monografia, dissertação, tese e estudo de caso, com base em metodologia científica**. [Digite o Local da Editora]: Cengage Learning Brasil, 2016. E-book. ISBN 9788522126293. Disponível em: <https://app.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788522126293/>. Acesso em: 28 mai. 2024.

NAÇÕES UNIDAS BRASIL. **Direitos humanos - igualdade para o desenvolvimento sustentável.** 10 dezembro de 2021. Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/164615-artigo-direitos-humanos-igualdade-para-o-desenvolvimento-sustent%C3%A1vel>. Acesso em: 1 jun. 2024.

NAÇÕES UNIDAS BRASIL. **ONU confirma que 2023 bate recorde de temperatura global.** Nações Unidas Brasil, 30 maio 2023. Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/257750-onu-confirma-que-2023-bate-recorde-de-temperatura-global>. Acesso em: 1 jun. 2024.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA A ALIMENTAÇÃO E A AGRICULTURA. **Introducing the UN Decade of Family Farming,** 2021. Disponível em: <https://www.fao.org/family-farming-decade/about/en/>. Acesso em: 20 maio 2024.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS NOTÍCIAS. **COP27: O que você precisa saber sobre a grande Conferência da ONU sobre Mudança Climática deste ano,** 2022. Disponível em: <https://news.un.org/pt/story/2022/11/1804672>. Acesso em: 25 de março de 2024.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS NOTÍCIAS. **Cientistas pedem novos ajustes para reduzir emissões de gases de efeito estufa,** 2023. Disponível em: <https://news.un.org/pt/story/2023/03/1811587>. Acesso em: 25 de março de 2024.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS NOTÍCIAS. **Celebrações internacionais fazem apelo à ação climática,** 2024. Disponível em: <https://news.un.org/pt/story/2024/03/1829516>. Acesso em: 25 de março de 2024.

ORIGO ENERGIA. **Energia Solar e Eólica.** 2023. Disponível em: <https://origoenergia.com.br/blog/energia/energia-solar-e-eolica>. Acesso em: 1 jun. 2024.

PINHO, João Tavares; GALDINO, Marco Antonio. (org). **Manual de Engenharia para Sistemas Fotovoltaicos**, 2014. Disponível em: [http://www.cresesb.cepel.br/publicacoes/download/manual\\_de\\_engenharia\\_fv\\_2014.pdf](http://www.cresesb.cepel.br/publicacoes/download/manual_de_engenharia_fv_2014.pdf). Acesso em: 08 Out 2023.

PORTAL SOLAR. **Como funciona a energia solar?**. [Entre 2014 – 2024a]. Disponível em: <https://www.portalsolar.com.br/como-funciona-energia-solar.html>. Acesso em: 30 maio 2024.

PORTAL SOLAR: **Energia fotovoltaica: o que é, como funciona e para que serve.** [entre 2014 – 2024b]. Disponível em: <https://www.portalsolar.com.br/energia-fotovoltaica.html>. Acesso em: 30 maio. 2024.

PORTAL SOLAR. **Energia Limpa.** [Entre 2014 – 2024c]. Disponível em: <https://www.portalsolar.com.br/energia-limpa>. Acesso em: 1 jun. 2024.

PORTAL SOLAR. **Kit Energia Solar: tipos, preços e onde comprar**, [entre 2014 – 2024d]. Disponível em: <https://www.portalsolar.com.br/kit-energia-solar>. Acesso em: 31 maio 2024.

PORTAL SOLAR. **Mercado de Energia Solar no Brasil**. [Entre 2014 – 2024e]. Disponível em: <https://www.portalsolar.com.br/mercado-de-energia-solar-no-brasil.html>. Acesso em: 01 jun. 2024.

PORTAL SOLAR. **Projeto de energia solar: passo a passo**. [entre 2014-2024f)]. Disponível em <https://www.portalsolar.com.br/projeto-de-energia-solar-passo-a-passo>. Acesso em 16 de maio de 2024.

PORTAL SOLAR. **Qual o valor da taxa mínima de energia elétrica: tudo sobre custo de disponibilidade**. [entre 2014 – 2024g]. Disponível em: <https://www.portalsolar.com.br/qual-o-valor-da-taxa-minima-de-energia-eletrica-tudo-sobre-custo-de-disponibilidade>. Acesso em: 01 jun. 2024.

PORTAL SOLAR. **Taxa mínima de luz: saiba tudo sobre custo de disponibilidade**. [entre 2014 – 2024h]. Disponível em: <https://www.portalsolar.com.br/qual-o-valor-da-taxa-minima-de-energia-eletrica-tudo-sobre-custo-de-disponibilidade>. Acesso em: 31 maio 2024.

PORTAL SOLAR. **Tudo sobre a eficiência do painel solar**. [entre 2014 – 2024i]. Disponível em: <https://www.portalsolar.com.br/tudo-sobre-a-eficiencia-do-painel-solar.html>. Acesso em: 31 maio 2024.

PORTAL SOLAR. **Tudo sobre a manutenção do painel solar**. [entre 2014 – 2024j]. Disponível em: <https://www.portalsolar.com.br/tudo-sobre-a-manutencao-do-painel-solar>. Acesso em: 23 maio 2024.

PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O MEIO AMBIENTE (UNEP). **O aumento alarmante da temperatura global**. UNEP, 2022. Disponível em: <https://www.unep.org/pt-br/noticias-e-reportagens/reportagem/o-aumento-alarmante-da-temperatura-global>. Acesso em: 1 jun. 2024.

ROSS, Fábio A.; WESTERFIELD, Randolph W.; JAFFE, Jeffrey; **Administração Financeira**. Grupo A, 2015. E-book. ISBN 9788580554328. Disponível em: <https://app.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788580554328/>. Acesso em: 10 jun. 2024.

REIF, E.; PEREIRA, J. **Investimento x depreciação de equipamentos de T.I. no setor público**. In Livros Acadêmicos, 2019 Disponível em <https://www.uniasselvi.com.br/extranet/layout/request/trilha/materiais/livro/livro.php?codigo=148625>. Acesso em 27 de maio de 2024.

RAÍZEN. **Agricultura Sustentável**, 2024. Disponível em: <https://www.raizen.com.br/blog/agricultura-sustentavel>. Acesso em: 1 jun. 2024.

SWART, Jacobus W. **Conceitos Básicos para Semicondutores**, 2011. Disponível em: <https://www.ccs.unicamp.br/cursos/fee107/download/cap02.pdf>. Acesso em: 08 Out 2023.

SANTOS, Gilmara. Infomoney. **Seguro protege painel solar de eventos climáticos, incêndio e roubo: veja preços e como contratar**. 2023. Disponível em: <https://www.infomoney.com.br/minhas-financas/seguro-protege-painel-solar-de-eventos-climaticos-incendio-e-roubo-veja-precos-e-como-contratar/#:~:text=Valor%20para%20proteger%20as%20placas%20gira%20em,torno%20de%201%25%20do%20investimento%20total%20do%20projeto>. Acesso em: 6 jul. 2024.

SANTOS, João A.; DOMINGOS FILHO, Domingos P. **Metodologia científica**. Cengage Learning Brasil, 2012. E-book. ISBN 9788522112661. Disponível em: <https://app.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788522112661/>. Acesso em: 28 mai. 2024.

SILVA, Edson Cordeiro da. **Como Administrar o Fluxo de Caixa das Empresas: Guia de Sobrevivência Empresarial**. Grupo GEN, 2022. E-book. ISBN 9786559772612. Disponível em: <https://app.minhabiblioteca.com.br/#/books/9786559772612/>. Acesso em: 27 mai. 2024.

SERVIÇO DE APOIO ÀS MICRO E PEQUENAS EMPRESAS (SEBRAE). **Ampliar o uso de energia sustentável**, 2023. Disponível em: <https://sebrae.com.br/sites/PortalSebrae/artigos/ampliar-o-uso-de-energia-sustentavel,efdf437725ac5810VgnVCM1000001b00320aRCRD>. Acesso em: 1 jun. 2024.

SOLUÇÕES EDP, **Tarifação do Fio B na Lei nº 14.300: o que é? Entenda!**, 2024. Disponível em: <https://solucoes.edp.com.br/blog/tarifacao-fio-b/#:~:text=Dentro%20da%20TUSD%2C%20temos%20o%20FIO%20A%2C%20que,r egulamentada%20pela%20Ag%C3%AAncia%20Nacional%20de%20Energia%20El%C3%A9trica%20%28Aneel%29>. Acesso em: 1 jun. 2024.

TAB Energia. **TE e TUSD: entenda as taxas da conta de luz da sua empresa**. 2021. Disponível em: <https://tabenergia.com.br/blog/te-e-tusd/>. Acesso em: 31 maio 2024.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL. **Efeito Fotovoltaico**, Porto Alegre, [entre 2016 - 2023a]. Disponível em: [http://penta3.ufrgs.br/fisica/energia/Energia\\_solar/efeito\\_fotovoltaico.html](http://penta3.ufrgs.br/fisica/energia/Energia_solar/efeito_fotovoltaico.html). Acesso em: 6 jun. 2024.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL. **Aproveitamento da Energia Elétrica**. Porto Alegre, [2023b]. Disponível em: [http://penta3.ufrgs.br/fisica/energia/Energia\\_solar/aproveitamento\\_da\\_energia\\_eltrica.html](http://penta3.ufrgs.br/fisica/energia/Energia_solar/aproveitamento_da_energia_eltrica.html). Acesso em: 6 jun. 2024.

VERGARA, Sylvia C. **Métodos de Pesquisa em Administração, 6ª edição**. Grupo GEN, 2015. E-book. ISBN 9788522499052. Disponível em: <https://app.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788522499052/>. Acesso em: 29 mai. 2024.

WYSOCKI, Robert K.; MARQUES, Arlete S. **Gestão eficaz de projetos (vol 1): como gerenciar com excelência projetos tradicionais, ágeis e extremos (Effective Project Management)**. SRV Editora LTDA, 2020. E-book. ISBN 9788571441002. Disponível em: <https://app.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788571441002/>. Acesso em: 23 mai. 2024.

WORLD WILDLIFE FUND. **Desenvolvimento Sustentável**. WWF Brasil, [entre 2020 - 2024]. Disponível em: [https://www.wwf.org.br/natureza\\_brasileira/questoes\\_ambientais/desenvolvimento\\_sustentavel/](https://www.wwf.org.br/natureza_brasileira/questoes_ambientais/desenvolvimento_sustentavel/). Acesso em: 1 jun. 2024.

WORLD RESOURCES INSTITUTE (WRI). **State of Climate Action: Assessing Progress toward 2030 and 2050**, 2020. Disponível em: <https://www.wri.org/research/state-climate-action-assessing-progress-toward-2030-and-2050>. Acesso em: 26 mar. 2024.

WASKOW, D; GERHOLDT,R; WRI BRASIL. **Mudanças Climáticas: veja 5 grandes resultados do relatório do IPCC**, 2021. Disponível em: <https://www.wribrasil.org.br/noticias/mudancas-climaticas-alarmantes-veja-5-grandes-resultados-do-relatorio-do-ipcc>. Acesso em: 25 de março de 2024.

WASKOW, David; CARTER, Rebecca; BHANDARI, Preeti; THANGATA, Chikondi; ALAYZA, Natalia; LAXTON, Valerie; DAVEY, Edward; COGSWELL, Nathan; SROUJI, Jamal; WARSZAWSKI, Nate. **Os assuntos que vão determinar o sucesso da COP28. WRI Brasil**, 2023. Disponível em: <https://www.wribrasil.org.br/noticias/os-assuntos-que-vao-determinar-o-sucesso-da-cop28>. Acesso em: 1 jun. 2024.

WIKIPÉDIA. **Coronel Freitas**. 2023 Disponível em: [https://ia.wikipedia.org/wiki/Coronel\\_Freitas](https://ia.wikipedia.org/wiki/Coronel_Freitas). Acesso em: 1 jun. 2024.

---