



TECNOLOGIA EM PROCESSOS GERENCIAIS

Maycon Ferreira da Silva

ANÁLISE ECONÔMICO-FINANCEIRA SOBRE INVESTIMENTO EM ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA.

O caso de uma empresa de Usinagem no Estado de Goiás.

CARAGUATATUBA
2023

Maycon Ferreira da Silva

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Serviço de Biblioteca e Documentação do IFSP Campus Caraguatatuba

S586a Silva, Maycon Ferreira da
Análise econômico-financeira sobre investimento em energia solar fotovoltaica: o caso de uma empresa de usinagem no estado de Goiás. / Maycon Ferreira da Silva. -- Caraguatatuba, 2023.
61 f. : il.
Orientador: Prof. Dr. Roberto Costa Moraes.
Trabalho de Conclusão de Curso (Tecnologia em Processos Gerenciais) -- Instituto Federal de São Paulo, Caraguatatuba, 2023.

1. Processos gerenciais. 2. Energia solar. 3. Análise econômico-financeira. 4. Investimento. 5. Retornos financeiros. I. Moraes, Roberto Costa, orient. II. Instituto Federal de São Paulo. III. Título.

CDD: 658

**ANÁLISE ECONÔMICO-FINANCEIRA SOBRE INVESTIMENTO EM ENERGIA
SOLAR FOTOVOLTAICA.**

O caso de uma empresa de Usinagem no estado de Goiás.

Trabalho de Conclusão de Curso – TCC,
apresentado ao Instituto Federal de
Educação, Ciências e Tecnologia, como
exigência parcial à obtenção do título de
Tecnólogo em Processos Gerenciais.

Orientador(a): Doutor Roberto Costa
Moraes

CARAGUATATUBA
2023

Maycon Ferreira da Silva

**ANÁLISE ECONÔMICO-FINANCEIRA SOBRE INVESTIMENTO EM ENERGIA
SOLAR FOTOVOLTAICA.**

O caso de uma empresa de Usinagem no estado de Goiás.

Trabalho de Conclusão de Curso – TCC, apresentado ao Instituto Federal de Educação, Ciências e Tecnologia, como exigência parcial à obtenção do título de Tecnólogo em Processos Gerenciais.

Orientador(a): Doutor Roberto Costa Moraes

Data de aprovação: _____ de _____ de 2023.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Titulação Nome do Professor

Prof. Titulação Nome do Professor

Prof. Titulação Nome do Professor

Maycon Ferreira da Silva

**ANÁLISE ECONÔMICO-FINANCEIRA SOBRE INVESTIMENTO EM ENERGIA
SOLAR FOTOVOLTAICA.**

O de caso de uma empresa de Usinagem no estado de Goiás.

AUTORIZAÇÃO PARA DEPÓSITO DO TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

Com base no disposto da Lei Federal nº 9.160, de 19/02/1998, AUTORIZO ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Campus Caraguatatuba - IFSP, sem ressarcimento dos direitos autorais, a disponibilizar na rede mundial de computadores e permitir a reprodução por meio eletrônico ou impresso do texto integral e/ou parcial da OBRA acima citada, para fins de leitura e divulgação da produção científica gerada pela Instituição.

Caraguatatuba-SP, ____/____/____

Nome do Aluno

Declaro que o presente Trabalho de Conclusão de Curso, foi submetido a todas as Normas Regimentais da Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Campus Caraguatatuba - IFSP e, nesta data, AUTORIZO o depósito da versão final desta monografia bem como o lançamento da nota atribuída pela Banca Examinadora.

Caraguatatuba-SP, ____/____/____

Prof. Roberto Costa Moraes

Dedico este trabalho à minha amada esposa, Natacha, agradecendo muito por todo amor, incentivo e companheirismo.

AGRADECIMENTOS

Neste momento de conclusão de curso, expresso minha profunda gratidão a todas as pessoas que me apoiaram ao longo desta jornada acadêmica. Agradeço especialmente à minha amada esposa Natacha, que suportou a minha ausência nos momentos em que me dedicava ao curso e a este trabalho.

Aos meus queridos pais João e Maria, sou muito grato por todo amor, compreensão e por sempre ser fonte de sabedoria e inspiração na minha vida.

Serei eternamente grato aos gestores da RS Usinagem Ricardo de Souza e Larissa de Souza que abriram as portas da sua empresa e que concederam as informações para que esse trabalho fosse concluído.

Não posso deixar de agradecer a você, meu caro orientador Roberto Costa Moraes, pela orientação e ensinamentos transmitidos ao longo desta trajetória, me atendendo desde o início com grande apoio. Sua dedicação, paciência e orientação foram cruciais para o sucesso deste trabalho.

Agradeço também aos meus estimados professores do curso de Tecnologia em Processos Gerenciais que durante todo o percurso do curso entregaram com dedicação os ensinamentos que levarei para o resto da minha vida.

Por fim gostaria de agradecer às minhas companhias de 4 patas Anita, Deia e Nick, que estiveram sempre ao meu lado durante todo esse processo.

“Eu colocaria meu dinheiro no sol e na energia solar. Que fonte de energia! Espero que não tenhamos que esperar até que o petróleo e o carvão acabem para fazer isso.”

Thomas Edison

RESUMO

Esta pesquisa teve como objetivo realizar uma análise econômico-financeiro de um investimento em energia solar fotovoltaica realizado na empresa RS Usinagem, localizada na cidade de Rio Verde – Go, em outubro de 2021. O trabalho desenvolvido, parte da seguinte pergunta: Quais os retornos financeiros de um sistema de energia solar fotovoltaico? Trata-se de um estudo de caso, de natureza aplicada, descritivo, com abordagem essencialmente qualitativa com recortes quantitativos específicos, tanto na coleta de dados, como na análise dos resultados. A análise e o tratamento dos dados foram conduzidos utilizando ferramentas matemáticas financeiras mais comumente utilizadas, sendo elas: *payback* simples e descontado, Valor Presente Líquido (VPL), Taxa Interna de Retorno (TIR) e Índice de Lucratividade (IL). Os resultados apontaram que o investimento se mostrou efetivo, por estimar uma Taxa Mínima de Atratividade de 7,75%, o retorno do investimento inicial de R\$ 97.425,24 a partir do décimo ano, um VPL superior ao capital investido, a TIR maior que a taxa mínima requerida pela empresa e um IL acima do mínimo aceitável para projetos.

Palavras chaves: Energia Solar; Análise Econômico-financeiro; Investimento; Retornos Financeiros.

ABSTRACT

This research aimed to carry out an economic and financial analysis of a photovoltaic solar energy investment carried out at the RS Usinagem company, located in the city of Rio Verde – Go, in October 2021. The work, stemming from the following question: What are the financial returns of a photovoltaic solar energy system? It is a case study, of an applied, descriptive nature, with an essentially qualitative approach and specific quantitative elements in both data collection and result analysis. The analysis and data treatment were carried out using the most commonly used financial mathematical tools, namely: simple and discounted payback, Net Present Value (NPV), Internal Rate of Return, and Profitability Index (PI). The results indicated that the investment proved effective, estimating with a Hurdle Rate (HR) of 7,75% the return on the initial investment of R\$ 97.425,24, starting from the tenth year, with a NPV higher than invested capital, an IRR greater than the minimum rate required by the company, and a PI above minimum acceptable for projects.

Keywords: Solar Energy; Economic and Financial Analysis; Investment; Financial Returns.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Sistema Fotovoltaico conectado à rede	17
Quadro 1 – Bandeiras tarifárias – julho de 2022 a junho de 2023	21
Figura 2 – Comparativo matriz energética brasileira 2020-2021	20
Figura 3 – Visão do aplicativo Shinephone	36
Figura 4 – Sede da RS Usinagem	39
Figura 5 – Painéis longitudinais LR4-72HP	40
Figura 6 – Inversor Growatt MID25TL3-X	40
Quadro 2 – Característica gerais do sistema	41
Gráfico 1 – Produção de energia – outubro de 2021 a agosto de 2023	42
Gráfico 2 – Ganhos com energia gerada - outubro de 2021 a agosto de 2023	45
Quadro 3 – Resumo dos cálculos de fluxo de caixa	46
Gráfico 3 – Fluxo de caixa Livre	48
Gráfico 4 – <i>Payback</i> Simples	50
Gráfico 5 – <i>Payback</i> Descontado	50

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Consumo de energia da concessionária	43
Tabela 2 – Cálculos de economia outubro 2023 - agosto 2023	44
Tabela 3 – Fluxo de caixa resumido	47
Tabela 4 – <i>Payback</i> Simples e <i>Payback</i> Descontado	49
Tabela 5 – VPL, TIR e IL	51

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ANEEL – Agência Nacional de Energia Elétrica
BNDES – Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social
CDC – Crédito de Energia Solar
CEF – Caixa Econômica Federal
EPE – Empresa de Pesquisa Energética
GD – Geração Distribuída
GW – Gigawatts
IL – Índice de Lucratividade
kW – Quilowatts
kWh – Quilowatts hora
PNE – Plano Nacional de Energia
SFCR - Sistema Fotovoltaico Conectado à Rede
TIR – Taxa Interna de Retorno
TMA – Taxa Mínima de atratividade
VPL – Valor Presente Líquido

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	14
2 REFERENCIAL TEÓRICO	16
2.1 Energia Fotovoltaica.....	16
2.2 Uso da Energia Fotovoltaica no Brasil.....	19
2.3 Taxação do sol (Lei 14.300)	21
2.4 Análise de investimentos.....	23
2.4.1 Fluxos de Caixa.....	23
2.4.2 Custo de Capital.....	25
2.4.3 Períodos de <i>payback</i>	27
2.4.4 Valor presente líquido (VPL)	28
2.4.5 Taxa Interna de Retorno.....	29
2.3.6 Índice de Lucratividade (IL)	30
2.3.7 Perpetuidade	31
3 METODOLOGIA.....	32
3.1 Delineamento da Pesquisa.....	32
3.1.1 Natureza da Pesquisa	32
3.1.2 Quanto aos objetivos.....	33
3.1.3 Quanto à abordagem.....	33
3.1.4 Quanto aos procedimentos	34
3.2 Objeto da pesquisa.....	34
3.3 Coleta de Dados.....	35
3.3.1 Análise documental	35
3.4 Análise dos Dados.....	36
3.5 Critério de análise.....	37
4 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS DADOS.	38
4.1 Caracterização da empresa	38
4.2 Caracterização do projeto	39
4.3 Produção de energia	42
4.4 Análise econômico-financeiro do projeto.....	44
4.4.1 Estruturação dos fluxos de caixa.....	44
4.4.2 Análise de indicadores	48
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	52
REFERÊNCIAS	54
APÊNDICE A – DEMONSTRATIVO DO PLANO DE PAGAMENTO DO PROJETO	57

APÊNDICE B – FLUXO DE CAIXA LIVRE.....	59
--	----

1 INTRODUÇÃO

A energia elétrica tem um destaque importante na qualidade de vida das pessoas e no desenvolvimento de um país. Com o uso da energia elétrica pode-se iluminar locais, criar conforto térmico, produzir insumos, produtos, serviços etc. A principal fonte de produção de energia no Brasil é proveniente das hidrelétricas, setor que vem sofrendo nos últimos anos com as grandes crises de escassez hídrica e os altos custos de produção.

Diante disso, a diversificação da matriz energética brasileira é um dos grandes desafios do país. Segundo a Empresa de Pesquisa Energética EPE (2022), a matriz energética é uma representação dos conjuntos de fontes que produzem energia elétrica em um determinado território. A geração de energia por meio de sistemas de geração de energia solar fotovoltaica, vem sendo um protagonista para mudar a matriz energética nacional, com aumento entre os anos de 2020 e 2021 de 70%.

A produção de energia por meio de painéis fotovoltaicos gera energia de maneira sustentável, limpa, que não produz ruídos e gases que aumentam o efeito estufa. O sol é uma fonte de energia inesgotável, que faz com que o Brasil tenha um grande potencial de produção através desta fonte (ZILLES et al., 2021; PEREIRA et al., 2017).

O grande destaque dessa modalidade de produção de energia no país, pode ser atribuído a Resolução da Agência Nacional Energia Elétrica ANEEL N° 482/2012, que permitiu que os próprios consumidores gerarem sua energia e que o excedente produzido possa ser distribuído pela rede elétrica local, diminuindo assim os custos com energia elétrica (RUIZ et al., 2021). Além disso, o custo de produção de energia solar por painéis fotovoltaicos caiu significativamente. No período de 2012 a 2019 o custo médio dos módulos fotovoltaicos diminuiu 72%, saindo de US\$0,89 para US\$0,25 por Wp (RUIZ et al., 2021 apud ETENE BNB, 2022).

Assim o problema da pesquisa é: Quais os retornos financeiros de um sistema de energia solar fotovoltaico? Para responder à pergunta deste trabalho, fixa-se como objetivo geral realizar uma análise econômico-financeira de um investimento em energia solar fotovoltaica.

Este trabalho tem como objetivos específicos analisar o Valor Presente Líquido (VPL), Taxa Interna de Retorno (TIR), Índice de Lucratividade (IL), Taxa Mínima de

Atratividade (TMA), custo de capital (CAPM), *payback* simples e descontado utilizando-se dos fluxos de caixas gerados.

A fim de atingir os objetivos estabelecidos, a metodologia empregada neste trabalho, delinea-se em uma pesquisa de natureza aplicada, com caráter descritivo, mediante a uma metodologia qualitativa com recortes quantitativos no que se refere a coleta e análise de dados. Os procedimentos adotados referem-se a uma análise de caso, com coleta de dados por meio análise de documentos relevantes. O estudo possui relevância na área de gestão, por oferecer uma análise acerca de orientar tomadas de decisões baseadas em racionalização de investimentos, redução de custos a longo prazo e contribuir para objetivos de sustentabilidade.

Neste trabalho tem-se a introdução, a seguir o levantamento teórico, seguida da metodologia, apresentação dos resultados e as considerações finais.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Este capítulo tem por objetivo a introdução ao processo de geração de energia por meio de sistemas de painéis solares fotovoltaicos, demonstrando quais são os tipos de sistemas e suas vantagens. Será abordado um panorama da utilização desses sistemas no Brasil, incluindo a regulação e a formulação de normas e tarifas por parte de entidades governamentais.

Neste contexto, também são examinadas as ferramentas essenciais empregadas para avaliar os investimentos nesse setor. Tais ferramentas são aplicadas na análise econômico-financeira do sistema solar fotovoltaico. Assim, é possível fornecer um alicerce sólido para a compreensão do funcionamento da energia solar e sua viabilidade econômica.

2.1 Energia Fotovoltaica

Aumentar a disponibilidade de energia elétrica é um fator estratégico importante para o desenvolvimento de um país. Conforme Ministério de Minas e Energia (2022), a expansão do sistema de transmissão de eletricidade pode possibilitar que os agentes de mercado tenham acesso livre à rede, permitindo um ambiente favorável para a competição na geração e comercialização de energia na matriz elétrica brasileira. De acordo com Oliveira e Haikal (2020), essa expansão traz segurança e aumento na flexibilidade operacional da rede, assim como garantir limites adequados na interligação entre os micromercados de energia, minimizando restrições de escoamento entre eles, ocasionando na melhor alocação de geração de energia elétrica por todo o Brasil.

Um dos grandes desafios dessa expansão é gerar energia de forma sustentável, com menor agressão possível ao meio ambiente e com planejamento a longo prazo. Conforme Zilles et al. (2012), empregar tecnologias limpas e sustentáveis, garantem o aumento da oferta de energia com menor agressão ao meio ambiente, diminuindo a dependência por meio de recursos energéticos não renováveis como a energia nuclear, provenientes de derivados de petróleo, carvão e derivados etc.

A energia produzida por sistemas de geração fotovoltaicas é uma energia limpa e sustentável, de acordo com Zilles et al. (2012) e Pereira et al. (2017) a produção de

energia através sistemas fotovoltaicos não emite poluentes, ruídos, é uma fonte natural, gera energia de uma forma limpa e com uma fonte inesgotável, o sol.

A conversão da energia contida na radiação luminosa em energia elétrica é um fenômeno chamado de efeito fotoelétrico, evidenciado pelo físico francês Alexandre Edmond Becquerel, em 1939 (RUIZ, et al., 2021). O efeito fotoelétrico acontece em alguns semicondutores com capacidade de absorver a energia contida nos fótons presentes na radiação luminosa, convertendo-a em eletricidade. A energia absorvida quebra as ligações químicas presentes em sua estrutura, liberando cargas elétricas que realizam o trabalho (ZILLES et al., 2012).

Os primeiros sistemas de produção de energia por meio de sistemas fotovoltaicos foram utilizados em aplicações espaciais e posteriormente para consumo terrestre, possibilitando abastecer locais isolados da rede convencional de distribuição e energia elétrica (ROSA; GASPAR, 2016). Porém, a partir da década de 90 os sistemas fotovoltaicos ligados à rede começam a crescer (RUIZ, et al., 2021). Essa ligação de sistemas de produção de energia ligada a rede elétrica é chamada de Sistema Fotovoltaico Conectado à Rede (SFCR), também conhecidos como sistemas *ON GRID* (ZILLES, 2012; ROSA; GASPAR, 2016). A figura 1 apresenta um exemplo de um sistema SFCR.

Figura 1 - Sistema Fotovoltaico Conectado à Rede



Fonte: Jornal do Síndico (2022)

A energia produzida próximo ao local de consumo via fontes renováveis é chamada de Geração Distribuída (GD) (ZILLES, 2012; ROSA; GASPAR, 2016; RUIZ, et

al., 2021) . Segundo a Agência Nacional de Energia Elétrica a ANEEL (2022), o uso de qualquer fonte renovável, além da cogeração qualificada, denominando-se microgeração distribuída a central geradora com potência instalada até 75 quilowatts (kW) e minigeração distribuída aquela com potência acima de 75 kW e menor ou igual a 5 MW, conectadas na rede de distribuição por meio de instalações de unidades consumidoras”.

Existem três principais modalidades de produção de energia através do aproveitamento da energia solar através de sistemas fotovoltaicos: geração centralizada, geração isolada e a geração distribuída (ZILLES, 2012; ROSA; GASPAR, 2016; RUIZ et al., 2021).

Na geração centralizada, grandes usinas concentram a produção de energia em larga escala e essa energia é transmitida para os consumidores, gerando lucro para essas empresas (ZILLES, 2012; ROSA; GASPAR, 2016; RUIZ et al., 2021).

A geração isolada ou sistema isolado, o sistema trabalha em conjunto com baterias (*OFF GRID*), que um modelo que permite armazenar a energia elétrica, dispensando outra forma de energia quando os painéis não estão produzindo (ZILLES, 2012; ROSA; GASPAR, 2016; RUIZ, et al., 2021). Segundo Zilles (2012), esse os sistemas *OFF GRID* são comumente utilizados em locais onde não há disponibilidade de redes elétricas locais.

Por fim, o sistema de geração distribuída (*ON GRID*) demonstrado na figura 1, a energia gerada e o excedente de energia são transformados em créditos que podem ser utilizados em até 60 meses. Vale ressaltar que, no sistema *ON GRID* o consumidor deverá arcar com as taxas de disponibilidade que variam de acordo com as tarifas das concessionárias locais ANEEL (2022).

A geração de energia elétrica por meio de sistemas geradores fotovoltaicos apresenta diversos benefícios:

- Energia renovável, com uma fonte de energia inesgotável ;
- A instalação pode ser realizada nas próprias residências ou comércio, reduzindo em até 95% o valor da conta de energia;
- O Brasil apresenta excelentes condições de incidência solar;
- Estimativa de vida útil dos painéis solares convencionais de até 25 anos;
- Contribui para a diminuição da emissão de gases poluentes;
- Alta durabilidade e segurança;

- Diversas linhas de créditos específicas para investimento em energia solar com taxas de juros atrativas;
- Fácil instalação e necessita de pouca manutenção;
- Evita a emissão de gases poluentes no decorrer de seu uso;
- Possibilita a instalação do equipamento em locais onde não a rede de distribuição elétrica;
- Não gera ruídos;
- Valorização do imóvel;
- Diversificação da matriz energética nacional.

Esses e outros motivos, colaboram para que o uso da energia solar no Brasil cresça de maneira exponencial. Este será o tema da próxima seção deste trabalho.

2.2 Uso da Energia Fotovoltaica no Brasil

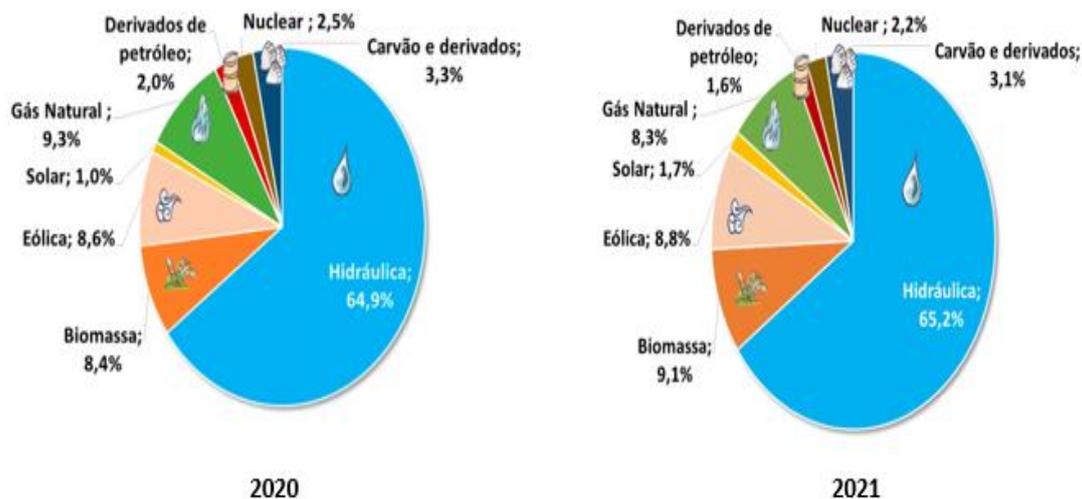
A matriz elétrica brasileira, é majoritariamente proveniente de fontes renováveis, sendo que, 83% da matriz nacional é originada dessas fontes. Nesse quesito o país está bem, pois a média mundial é de apenas 27% (ZILLES, 2012; ROSA; GASPAR, 2016; RUIZ, et al., 2021; ANEEL, 2022).

A energia produzida por meio de sistemas hidráulicos tem altos custos de implementação, gerando grandes impactos ao meio ambiente e nas comunidades ao redor (TOMASQUIN, 2016). Sendo assim há a necessidade de buscar novas fontes de produção de energia.

O crescimento da produção de energia através de sistemas fotovoltaicos é notável. Segundo a Agência Nacional de Energia Elétrica, a ANEEL (2022), em março de 2022, o país ultrapassou o marco de 9,9 gigawatts (GW) de capacidade instalada em micro e minigeração distribuída solar fotovoltaica, que é aquela gerada pelo próprio consumidor. Somando-se a isso, os empreendedores contribuíram com 4,8 gigawatts (GW), resultando em uma produção total de 14,7 gigawatts em 2022.

A energia solar fotovoltaica tem uma pequena fatia da matriz energética brasileira, com apenas 1,7% do total produzido no país, porém no levantamento anterior esse montante era de 1% (EPE, 2022). Demonstra um forte crescimento na produção de energia através destes sistemas. A figura 2 apresenta o comparativo da matriz elétrica brasileira nos anos de 2020 e 2021.

Figura 2 - Comparativo Matriz energética brasileira 2020-2021



Fonte: EPE (Apud SILVA et al.,2021)

Alguns fatores colaboraram para o crescimento da produção de energia por meio de sistemas fotovoltaicos. A Resolução Normativa ANEEL n° 482/2012, permite que o consumidor brasileiro gere sua energia elétrica através de fontes renováveis ou cogeração qualificada e podendo até, fornecer o remanescente para a rede de distribuição local (RUIZ, et al., 2021; ZILLES, 2012;). Esta energia é distribuída para a rede, que geram os créditos de energia e conforme relatado anteriormente podem ser utilizados em até 5 anos ANEEL (2022).

Também contribui para o crescimento dos sistemas fotovoltaicos o aumento das tarifas de energia que, segundo ABRACEEL (2022), está em constante crescimento. Esses aumentos nos custos da energia elétrica no Brasil podem ser atribuídos às bandeiras tarifárias, que vêm sendo empregadas no Brasil desde 2015 (ZILLES, 2012; RUIZ, et al., 2021). As bandeiras tarifárias sinalizam ao usuário os custos reais da geração de energia elétrica. Essas bandeiras são sinalizadas nas cores verde, amarela, vermelha 1 ou vermelha 2 e é acrescido um valor a tarifa (RUIZ, et al., 2021). Conforme ANEEL (2022) o acionamento das bandeiras tarifárias é estabelecido mensalmente, diante das condições do sistema elétrico brasileiro e colaboraram com a elevação das tarifas no período de 2021:

- grave crise hidrológica;
- a elevação do custo;

- despacho das usinas termelétricas devido ao aumento dos custos dos combustíveis;
- e a correção monetária pelos índices inflacionários.

O quadro 1 demonstra o custo adicional a cada 100 quilowatts/hora (kWh) consumido, no período de julho de 2022 a junho de 2023.

Quadro 1 – Bandeiras tarifárias – julho de 2022 a junho de 2023

Tipo de Bandeira	Condições de geração por hidrelétricas	Custo
Bandeira Verde	Condições favoráveis de geração.	Sem custo adicional
Bandeira Amarela	Condições menos favoráveis de geração.	R\$ 2,989 a cada 100 (kWh) consumidos
Bandeira Vermelha 1	Condições desfavoráveis de geração.	R\$ 6,500 a cada 100 kWh consumidos
Bandeira Vermelha 2	Condições muito desfavoráveis de geração.	R\$ 9,795 a cada kWh consumidos

Fonte: ANEEL (2023)

As linhas de créditos específicas para implementação de energia elétrica, também contribuem para o crescimento do setor. Linhas de crédito tais como a Finem do banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES), Crédito Energia Renovável do Banco do Brasil e da Caixa Econômica Federal (CEF), Crédito Energia Solar e CDC do Banco Santander são alguns exemplos de financiamentos para energia solar.

A recuperação do capital investido pode ser uma barreira para a geração de energia através de sistemas de Geração Distribuída (ROSA; GASPAR, 2016). Alguns fatores podem influenciar na recuperação desse capital investido, como leis que podem diminuir as vantagens que esse tipo de equipamento pode trazer.

2.3 Taxação do sol (Lei 14.300)

Conforme previamente exposto neste trabalho, a Resolução 482/2012 da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), estabeleceu o sistema de compensação de energia elétrica. Nesse sistema o excedente de energia produzida é convertido em créditos que podem ser utilizados ao longo de um período de cinco anos (RUIZ et

al. 2021). De acordo com informações da ANEEL (2023), os créditos gerados são posteriormente compensados nos horários em que a energia gerada pelo equipamento não é o suficiente, ou quando a energia produzida é menor que a energia consumida.

Nesse sistema de compensação, os créditos de energia solar não têm nenhum custo ao consumidor, porém com a promulgação da Lei 14.300, de 6 de janeiro de 2022 esse cenário mudou (ANEEL, 2023). A Lei 14.300/2022 instituiu o marco legal da mini e microgeração distribuída e na prática, cobrará os custos do transporte e distribuição da energia excedente injetada na rede. O capítulo IV, artigo 18 da lei afirma que, “Fica assegurado o livre acesso ao sistema de distribuição para as unidades com microgeração ou minigeração distribuída, mediante o ressarcimento, pelas unidades consumidoras com minigeração distribuída, do custo de transporte envolvido” (BRASIL, 2022).

Os custos referentes à energia injetada somente serão atribuídos para projetos instalados posteriormente à data de 06 de fevereiro de 2023, data em que a Agência Nacional de Energia Elétrica regulamentou a lei (ANEEL, 2023). Na prática a lei cria uma taxa a ser cobrada por esses créditos injetados, por esse motivo a lei ficou conhecida como ‘taxação do sol’. Conforme BRASIL (2023), os custos referentes aos transportes de energia elétrica serão cobrados de forma escalonada conforme abaixo:

- 15% (quinze por cento) a partir de 2023;
- 30% (trinta por cento) a partir de 2024;
- 45% (quarenta e cinco por cento) a partir de 2025;
- 60% (sessenta por cento) a partir de 2026;
- 75% (setenta e cinco por cento) a partir de 2027;
- 90% (noventa por cento) a partir de 2028;
- 100% (cem por cento) a partir de 2029.

Tais custos são referentes à tarifa do fio B, composta pelos custos de redes de distribuição, encargos e perdas (ANEEL, 2023). Segundo E-INVESTIDOR (2023), a tarifa do fio B incide em média nacional, 28% do valor total da conta de energia. Além disso, os custos efetivos de cada consumidor dependem do seu perfil de consumo. Uma instalação que incorpora uma usina de energia solar através de painéis fotovoltaicos e aproveita essa energia durante o período diurno, tem a possibilidade de reduzir os custos referentes à tarifa B.

Realizar um levantamento preciso de todos os custos envolvidos, em conjunto com o uso de ferramentas de avaliação de investimentos que delineiam um cenário mais preciso, viabiliza aos investidores tomar decisões mais embasadas (RUIZ et al. (2021). Portanto, na próxima seção deste capítulo, será examinada ferramentas de análise de investimento empregadas para atingir o objetivo estabelecido.

2.4 Análise de investimentos

O investimento é percebido como o fluxo de caixa que modifica o estoque de capital, chamado de ativo nos balanços financeiros (DIAS, 2014). A decisão de investimento circunda todo o processo de avaliação, e seleção das alternativas de aplicação de recursos na espera de se obter benefícios econômicos no futuro (DAMORAN, 2005).

A decisão de investimento deve-se preocupar principalmente com a escolha das melhores estruturas de financiamento da empresa, de maneira a conservar sua capacidade de pagamento e dispor de custos reduzidos em relação ao retorno que se espera de suas aplicações (ASSAF NETO, 2016). Para, Ruiz et al. (2021), a análise de investimento envolve avaliação, tanto qualitativa quanto quantitativa, da alocação de recursos financeiros em projetos produtivos, considerando a relação entre os níveis de risco e retorno. Já para Maroni Neto (2023) avaliação de investimentos é descrita como um conjunto de ferramentas derivadas da Matemática Financeira e da Engenharias Econômica, possibilitando a tomada de decisão acerca das opções de alocação de recursos.

Dentre as ferramentas disponíveis estão, a análise de Fluxo de Caixa, os Custos de capital, os Períodos de *Payback*, Valor Presente Líquido (VPL), Taxa Interna de Retorno (TIR) e o Índice de Lucratividade (IL). Essas ferramentas serão discutidas a seguir.

2.4.1 Fluxos de Caixa

As Demonstrações de Fluxos de Caixa, sintetizam as entradas e saídas de caixa durante um período e podem ser classificadas em três grupos grandes grupos

de atividades, detectados em função de sua natureza: atividades operacionais, atividades de Investimento e atividades de financiamento (DIAS,2014; ASSAF NETO 2016).

O Fluxo de Caixa antecipa a geração de receitas provenientes do investimento. Seu propósito é apresentar de forma clara tanto as entradas quanto as saídas de recursos financeiros de um projeto, viabilizando a análise da atratividade do investimento (MARONI NETO, 2023). Para Dias (2014), os fluxos de caixa de investimentos compreendem as entradas e saídas referente a compra e venda de ativos imobilizados e as participações societárias em outras empresas. As transações de compra ocasionam as saídas e as transações de venda ocasionam as entradas. Os fluxos de caixa das atividades financeiras compreendem as operações de financiamento com capitais de terceiros e capital próprio (GITMAN; ZUTTER, 2017).

A demonstração de fluxos de caixa de um período, que deseja ser analisado, usa dados da demonstração de resultados do período, em conjunto com o balanço patrimonial do início e do fim do período (GITMAN; ZUTTER, 2017). Este modelo de aferição sugere, que os fluxos de dados a considerar contêm apenas a estrutura eminentemente operacional dos fluxos de caixa. Portanto, deve ser ignorado os fluxos financeiros provenientes das amortizações dos empréstimos e financiamentos e os respectivos encargos de juros (ASSAF NETO, 2016).

Assim obtém-se o fluxo de caixa operacional, que é aquele que a empresa gera em suas operações normais, a produção e venda de seus bens ou serviços. O fluxo de caixa operacional pode ser dado a partir da fórmula a seguir:

$$\Delta FCO = \Delta LL + \Delta DND + [(1 - IR) * (\Delta DF)]$$

Onde:

$\Delta FCO =$ Fluxo de Caixa Operacional Incremental;

$\Delta LL =$ Lucro Líquido Incremental;

$\Delta DND =$ Despesas não Desembolsáveis Incrementais (depreciação, amortização e exaustão);

$IR =$ Imposto de Renda (alíquota) calculado sobre o lucro líquido incremental;

$\Delta DF =$ despesas incrementais consideradas no cálculo do ΔLL .

A partir do Fluxo de Caixa Operacional podemos calcular o Fluxo de Caixa Livre, que é aquele que retrata o caixa disponível para os investidores, fornecedores de capital de terceiros e/ou de capital próprio, após a empresa ter atendido todas as ne-

cessidades operacionais e realizado o pagamento de investimentos em ativo imobilizado líquido e em ativo circulante líquido. O fluxo de caixa livre pode ser dado a partir da seguinte fórmula:

$$\Delta FCL = \Delta FCO - IAIL - IACL$$

Onde:

ΔFCL = Fluxo de caixa livre incremental;

$IAIL$ = Investimento em Ativo Imobilizado Líquido;

$IACL$ = Investimento em Ativo Circulante Líquido.

Para a avaliação de um investimento utiliza-se os Fluxos de Caixa Descontado, que segundo Dias (2014), representa uma abordagem convencional para avaliação de projetos, no qual se calcula o valor previsto dos fluxos de caixa futuros, aplica-se uma taxa de desconto adaptada ao nível de risco do projeto para trazer esses fluxos de caixa previstos ao seu valor presente.

A partir desses fluxos de caixas descontados é possível gerar indicadores, tais como tempo de retorno (*payback*), valor presente líquido (VPL) e taxa interna de retorno (TIR). Assim será viável fazer uma estimativa dos lucros que os investimentos podem gerar e determinar se esses lucros estão alinhados com as políticas de rentabilidade da empresa, ou seja, verificar se eles atendem os requisitos de remuneração exigidos pelos investidores em relação aos custos de capital. Assunto esse, que será estudado na próxima seção deste trabalho.

2.4.2 Custo de Capital

O custo de capital de uma empresa, pode ser definido como a remuneração mínima exigida pelos proprietários do capital, ou seja, o custo de oportunidade dos credores e acionistas (ASSAF NETO, 2016; RUIZ et al., 2021). O custo de capital é empregado para determinar a taxa mínima de atratividade (TMA) das decisões de investimento, indicando criação de riqueza econômica, quando o retorno econômico obtido for maior que a taxa requerida determinada no início do projeto (ASSAF NETO, 2016). Ainda conforme Assaf Neto (2016), os acionistas, que são os investidores que contribuem com capital próprio, geralmente esperam uma taxa de retorno superior àquela que os credores, que representam o capital de terceiros, desejam receber.

Para estudar o capital, é indispensável conhecer o custo do capital próprio e de terceiros, selecionados pela empresa e, então, medir a partir desses valores a taxa de retorno desejada para as decisões de investimentos (RUIZ et al., 2021)

O custo de capital de terceiros é definido conforme os passivos onerosos presentes nos empréstimos e financiamentos que a empresa tem, ou seja, os juros oriundos dos empréstimos e financiamentos (ASSAF NETO, 2016). O custo de capital de terceiros é representado por K_i e, é permitido apurar os encargos financeiros após a provisão do imposto de renda, reduzindo assim o seu custo final. A expressão pode ser dada através do seguinte cálculo:

$$K_i(\text{após IR}) = K_i(\text{antes do IR}) * (1 - IR)$$

Sendo IR a alíquota de imposto de renda considerada para a decisão.

O custo de capital próprio, representado por K_c , revela o retorno que os acionistas da empresa desejam em suas decisões de aplicação de capital próprio. Um método para definir o custo de capital próprio bastante utilizado é o modelo de precificação de ativos (CAPM) (ASSAF NETO, 2016; DIAS, 2014; RUIZ et al., 2021). Conforme Assaf Neto (2016), quanto maior for o risco da decisão, maior deve ser a taxa requerida de retorno exigido pelos proprietários do capital, o inverso também é verdadeiro. Ainda de acordo com Assaf Neto (2016), o risco de um ativo o CAPM é quantificado através do coeficiente beta, calculado com base na inclinação da linha regressão linear que relaciona o retorno do ativo com a taxa de retorno da carteira de mercado.

Para o CAPM, a taxa de retorno requerida pelo investidor deve incluir a taxa de livre risco da economia, além disso, deverá incluir um prêmio que pague o risco sistemático que o ativo pode apresentar (GITMAN; ZUTTER, 2017). O cálculo do modelo CAPM é dado conforme a seguinte fórmula:

$$K_c = R_F + \beta * (R_m - R_F)$$

Onde:

K_c = taxa de retorno mínima requerida pelos investidores do ativo (custo de capital próprio);

R_F = taxa de retorno de ativos livres de risco;

β = coeficiente beta, medida do risco do ativo em relação ao risco sistemático da carteira de trabalho;

R_m = rentabilidade oferecida pelo mercado em sua totalidade é representada pela carteira de mercado.

O Custo total de capital da empresa é auferido mediante o cálculo da ponderação entre o custo do capital próprio e o capital de terceiros (GITMAN; ZUTTER, 2017). Esse cálculo é chamado de *Weighted Average Cost of Capital* (WACC), em português, custo médio ponderado de capital (RUIZ et al., 2021). Ele pode ser dado através da seguinte equação:

$$WACC = \sum_{j=1}^N W_j * K_j$$

Onde:

WACC = custo médio ponderado de capital;

K_j = custo específico de cada fonte de financiamento (própria e de terceiros);

W_j = participação relativa de cada fonte de capital no financiamento total.

Esse custo total retrata a taxa mínima de retorno desejada pela empresa em suas decisões de investimento. Se o retorno do investimento for maior que o WACC, evidencia-se uma criação de valor da empresa, aumentando a riqueza dos acionistas. Se o retorno do investimento for menor que o WACC, evidencia-se uma destruição de valor da empresa, diminuindo a riqueza dos acionistas (ASSAF NETO, 2016; GITMAN; ZUTTER, 2017; RUIZ et al., 2021).

2.4.3 Períodos de *payback*

Os períodos de *payback* de um projeto, corresponde ao tempo necessário para que a empresa recupere seu dispêndio inicial de capital, através dos benefícios incrementais líquidos de caixa (Fluxo de caixa) projetados, que este projeto pode prover (ASSAF NETO, 2016; GITMAN; ZUTTER, 2017; RUIZ ET AL. (2021). Para os períodos de *payback*, são utilizadas duas metodologias de cálculo, o *payback* simples e o *payback* descontado.

Conforme Gitman e Zutter (2017) para o período de *payback* simples, no caso de uma anuidade, encontra-se o período de *payback* simples dividindo o investimento inicial pela entrada anual de caixa. No caso de anuidades que se alteram com o tempo, as entradas anuais são acumuladas até a recuperação inicial do investimento. O período de *payback* simples não leva em consideração as magnitudes dos fluxos de caixa e suas distribuições nos períodos anteriores e posteriores a ele. Este fato, cria restrições ao método de *payback* simples, pois, não considera que os capitais assumem valores diferentes em relação ao tempo (ASSAF NETO, 2016). Com o intuito de

evitar essas restrições, é comum inserir o critério do fluxo de caixa descontado, também chamado de *payback* descontado.

Para *payback* descontado, cada fluxo de caixa é convertido para valor presente, descontando-se uma taxa estipulada possibilitando comparar o investimento inicial na mesma base temporal (ASSAF NETO, 2016; GITMAN; ZUTTER, 2017; RUIZ et al. 2021). O cálculo do valor presente é dado a seguir:

$$PV = \frac{FCL}{(1 + i)^n}$$

Onde:

PV = valor descontado

FCL = Fluxo de caixa livre

I = taxa de desconto

n = é o período

Cada valor descontado é acumulado até a recuperação do valor inicial, assim determina-se o *payback* descontado. O *payback* descontado demonstra uma análise mais realista, pois os considera em seus respectivos tempos de ocorrência. Assim, podemos dizer que o método descontado é superior ao método simples (ASSAF NETO, 2016).

No quesito decisão, aceitar ou rejeitar o projeto através do método de *payback*, deve-se levar em consideração o padrão estabelecido pela empresa, ou seja, quanto tempo a empresa deseja que seus investimentos tragam retorno (ASSAF NETO, 2016).

Apesar de o período de *payback* não ser uma técnica sofisticada de análise de investimento, a ferramenta permite interpretar um importante indicador de risco de um projeto de investimento. É fácil perceber, que quanto maior for o prazo de retorno do investimento maior o risco incorrido no projeto (GITMAN; ZUTTER, 2017).

Mesmo utilizando-se do *payback* descontado, não é possível considerar que os resultados de caixa que ocorrem após o período de *payback*. Dessa forma, o método de *payback* se mostra uma ferramenta menos apurada em relação à taxa interna de retorno (IRR) e do valor presente líquido (VPL).

2.4.4 Valor presente líquido (VPL)

O valor presente líquido é calculado através da projeção do fluxo de caixa livre gerado por um determinado ativo por toda a extensão de sua vida útil, ou seja, o VPL descontado os fluxos de caixa ao custo de capital, trazendo valor presente com base no custo de oportunidade do capital utilizado e, depois, subtraído o valor do investimento inicial. Desta forma, o VPL só será positivo se os fluxos de caixa do projeto em análise forem maiores que o valor investido corrigido pelo seu custo de oportunidade (GITMAN; ZUTTER, 2017; RUIZ et al. 2021). O VPL pode é calculado através da seguinte fórmula:

$$NPV = \left[\sum_{t=0}^n \frac{FC_t}{(1 + K)^t} \right] - I_0$$

Onde:

NPV = Valor presente líquido (VPL);

FC_t = fluxo (benefício) de caixa líquido de cada período;

K = taxa de desconto do projeto, representada pela rentabilidade mínima requerida;

I₀ = Investimento processado no momento zero;

t = períodos.

Quando os projetos da empresa obtêm um retorno de capital maior que seu custo de capital, há geração de valor para a empresa no mercado. Quando os projetos da empresa obtêm um retorno de capital menor que o custo de capital, há perda de valor da empresa no mercado (GITMAN; ZUTTER, 2017).

O valor presente líquido requer que a taxa de desconto seja definida previamente, para ser utilizada nos diversos fluxos de caixa. Dessa forma, o VPL não apura diretamente a rentabilidade do projeto e sim seu resultado econômico (riqueza) atualizado (ASSAF NETO,2016).

2.4.5 Taxa Interna de Retorno

A Taxa interna de retorno (TIR) é a taxa de desconto que torna o VPL dos fluxos de caixa igual a zero, ou seja, é a taxa de retorno que a empresa vai obter se investir no projeto e receber as entradas de caixa previstas (GITMAN; ZUTTER, 2017). Conforme Assaf Neto (2016) para aprovar ou reprovar investimento com o uso da TIR, é necessário o conhecimento dos montantes de dispêndios de capital e dos fluxos de caixa líquidos incrementais previstos no projeto. De acordo com Ruiz et al. (2021),

considerando que esses valores decorrem em distintos momentos, é possível afirmar que a TIR, ao levar em consideração o valor do dinheiro no tempo, demonstra a rentabilidade do projeto expressa em termos de taxa de juros composta equivalente periódica.

A formulação da TIR pode ser retratada, supondo-se a atualização de todos os movimentos de caixa para o momento zero, da seguinte forma:

$$I_0 + \sum_{t=1}^n \frac{I_t}{(1+K)^t} = \sum_{t=1}^n \frac{FC_t}{(1+K)^t}$$

Onde:

I_0 = montante do investimento no momento zero (início do projeto);

I_t = montantes previstos de investimento em cada momento subsequente;

K = taxa de rentabilidade equivalente periódica (TIR);

FC = Fluxos previstos de entradas de caixas em cada período de vida do projeto (benefícios de caixa).

Os critérios de aceitação ou rejeição do projeto é realizado levando-se em consideração a rentabilidade mínima exigida pela empresa (TMA). Assim, se a TIR exceder ou igualar o percentual mínimo exigido pela empresa, deverá ser aprovado o projeto. Caso contrário, deve-se rejeitar o projeto (GITMAN e ZUTTER, 2017). Vale ressaltar, que se essa taxa for menor, não quer dizer que o projeto não terá lucro, somente não vai ter o lucro esperado pela empresa (ASSAF NETO, 2016).

Uma desvantagem a ser considerada pela TIR, é quando o projeto tem mais de uma inversão no sinal dos fluxos de caixa, ou seja, mais de um dispêndio de capital durante o projeto. Essa situação poderá acarretar mais de uma TIR em um mesmo projeto (RUIZ et. al, 2021). Ainda de acordo com Ruiz et al. (2021), outra desvantagem da TIR quando comparado ao VPL, é que com a TIR não é possível comparar a rentabilidade de dois projetos de valores e riscos diferentes.

2.3.6 Índice de Lucratividade (IL)

O índice de lucratividade é uma variante do método do valor presente líquido (VPL). Este índice, é a variação entre o valor presente das entradas líquidas caixa do projeto e o investimento inicial (ASSAF NETO, 2016). Esse cálculo pode ser realizado através da seguinte expressão:

$$IL = \frac{VPL + investimento\ inicial(I_0)}{Investimento(I_0)}$$

Onde:

$IL = \text{Índice de lucratividade}$

O critério para aceitar ou rejeitar o projeto pelo índice de lucratividade segue o seguinte esquema:

- $IL > 1$: o projeto de ser aceito ($VPL > 0$);
- $IL = 1$ indica um $VPL = 0$; em princípio é considerado como atrativo, pois remunera o investidor conforme sua taxa de atratividade;
- $IL < 1$: o projeto apresenta um VPL negativo, devendo ser rejeitado.

Assim como no VPL , o índice de lucratividade permite a avaliação de dois projetos distintos.

2.3.7 Perpetuidade

Perpetuidade é um conceito importante em desinvestimento e avaliação de projetos de investimento. De acordo com Gitman e Zutter (2017), a perpetuidade é um fluxo de caixa que se estende indefinidamente, ou seja, continua a entregar pagamentos anuais sem nunca cessar.

A perpetuidade é aplicada para estimar o valor de um ativo ou investimento após o término de sua vida útil. Segundo Maroni Neto (2023), porque as empresas não têm data prevista para as suas atividades, é importante incorporar o conceito de perpetuidade ao realizar a avaliação de investimentos. Assim, os projetos de investimentos não estão restritos ao prazo definido para recuperar o capital investido.

A perpetuidade é calculada através da seguinte equação:

$$PE = \frac{FCL\ n}{I}$$

PE = Perpetuidade

FCL n = Fluxo de caixa líquido no último ano da projeção

I = Taxa mínima de atratividade

A perpetuidade permite estimar o valor presente dos fluxos de caixa futuros, após um período de previsão específico.

3 METODOLOGIA

Segundo Prodanov e Freitas (2013), a metodologia é um estágio prático que analisa, explora e avalia os procedimentos e abordagens de pesquisa que viabilizem a obtenção de dados, visando abordar e solucionar problemas e/ou indagações da pesquisa.

O propósito deste capítulo é descrever os procedimentos e técnicas metodológicas empregadas neste estudo, a fim de coletar e processar os dados com o intuito de atingir os objetivos propostos.

3.1 Delineamento da Pesquisa

O delineamento da pesquisa é um plano ou estrutura metodológica para conduzir a pesquisa de maneira sistemática e organizada, deve estar conforme os padrões amplamente aceitos de competência e ética na pesquisa (COZBY, 2003).

O delineamento desta pesquisa é estruturado quanto à natureza da pesquisa, quanto aos objetivos, quanto à abordagem, quanto aos procedimentos, quanto à forma da coleta de dados, quanto ao objeto da pesquisa, quanto aos instrumentos de coleta de dados e os critérios de tratamento e análise de dados.

3.1.1 Natureza da Pesquisa

Quanto à natureza, essa pesquisa é caracterizada como aplicada. De acordo com Shaughnessy, Zechmeister e Zechmeister (2012), a pesquisa aplicada utiliza-se das teorias como um guia para conduzir sua investigação e a implementação de suas descobertas resulta em aprimoramento da vida das pessoas. Segundo Cozby (2003) e Andrade (2010), a pesquisa aplicada se concentra em resolver problemas concretos e aplicar os conhecimentos adquiridos de forma prática. Isso significa que o objetivo principal da pesquisa aplicada é discutir os desafios reais e direcionar os resultados da pesquisa para a solução de problemas reais.

Diante disso, a pesquisa assume um caráter aplicado, uma vez que as teorias fornecerão a base para conduzir a investigação por meio de ferramentas matemáticas

e financeiras, resultando na solução do problema de pesquisa e na aplicação prática dos conhecimentos adquiridos.

3.1.2 Quanto aos objetivos

Quanto ao objetivo, a modalidade empregada neste trabalho é descritiva. Para Gil (2002) e Malhotra (2012), as pesquisas descritivas têm como principal objetivo retratar, explicar e entender os aspectos essenciais de um fenômeno específico, grupo de pessoas, local, objeto ou situação. Nesse tipo de pesquisa, as circunstâncias são observadas, documentadas, examinadas, categorizadas e compreendidas sem qualquer intervenção ativa do pesquisador (ANDRADE, 2010).

Este estudo é classificado como descritivo, uma vez que o seu objetivo principal é apresentar e explicar os elementos fundamentais de uma análise de investimento, no qual as evidências são analisadas, classificadas e compreendidas.

3.1.3 Quanto à abordagem

Quanto à abordagem, a metodologia utilizada neste trabalho caracteriza-se essencialmente como qualitativa, com recortes quantitativos específicos, tanto na coleta de dados, como na análise dos resultados. De acordo com Hair et al. (2014), a pesquisa qualitativa tem como objetivo típico realizar descobertas iniciais relacionadas aos problemas de pesquisa. Por outro lado, a pesquisa quantitativa prioriza a objetividade, considerando que a compreensão da realidade depende da análise de dados coletados por meio de instrumentos padronizados e imparciais. Nesse tipo de pesquisa, a linguagem matemática é utilizada para descrever as causas de um fenômeno, as interações entre variáveis e outros aspectos (GERHARDT; SILVEIRA, 2009).

De acordo com Malhotra (2012), a pesquisa qualitativa oferece uma visão mais aprofundada e uma compreensão mais rica do contexto problema, enquanto a pesquisa quantitativa busca medir os dados. Combinar pesquisa qualitativa e quantitativa possibilita a obtenção de um volume maior de informações do que seria alcançável ao usar cada uma delas separadamente (GERHARDT; SILVEIRA, 2009).

Essencialmente pela caracterização econômico-financeira e da compreensão dos problemas iniciais da pesquisa, parte desta pesquisa é qualitativa. Em

contrapartida, parte da pesquisa é de natureza quantitativa, uma vez que a análise dos dados fornecidos pela empresa permitirá compreender, prever e confirmar as relações entre os investimentos realizados e os retornos potenciais mediante instrumentos matemáticos e financeiros.

3.1.4 Quanto aos procedimentos

O procedimento adotado neste estudo é análise de caso. Para Gil (2002), Malhotra (2012) e Yin (2015), a análise de caso consiste na investigação aprofundada de um número limitado de casos específicos relacionados ao fenômeno. Ainda de acordo com Yin (2015), um estudo de caso voltado para um fenômeno específico pode ter sido selecionado devido à sua relevância, ocorrência frequente, características distintas, potencial de revelação ou natureza de longo prazo. Conforme Gil (2002) o propósito dos estudos de caso é fornecer uma perspectiva abrangente do problema ou identificar potenciais elementos que afetam ou que são afetados por ele.

A pesquisa se caracteriza por análise de caso, pois consiste em uma investigação aprofundada de apenas um caso específico, identificando os elementos que afetam os retornos do investimento em questão.

3.2 Objeto da pesquisa

O objeto de pesquisa refere-se ao que se busca entender ou alcançar, é o conteúdo principal em torno do qual todo o trabalho ou investigação se desenvolve. Pode ser composto por elementos, acontecimentos, fenômenos ou indivíduos que são foco de estudo (MARCONI; LAKATOS, 2003). De acordo com Andrade (2010), uma vez que estudar uma população completa ou a totalidade dos elementos é inviável, opta-se por selecionar uma quantidade específica de elementos de uma classe como foco da pesquisa.

O objeto desta pesquisa é um sistema de energia solar fotovoltaica, instalado em uma microempresa familiar, a RS Usinagem. Para produzir seus serviços e produtos a empresa utiliza-se de tornos mecânicos, máquinas do tipo CNC, injetoras de plástico, soldas elétricas e outros maquinários. Esses equipamentos demandam uma quantidade significativa de energia e são responsáveis por grande parte dos custos da empresa. A fim de reduzir os custos com energia elétrica e, ao mesmo tempo focar

em desenvolvimento sustentável, a empresa instalou em sua sede, na cidade de Rio Verde - GO um Sistema Fotovoltaico Conectado à Rede no ano de 2021.

3.3 Coleta de Dados

A coleta de dados representa uma fase crucial na pesquisa, sendo que os dados adquiridos são processados, examinados, entendidos e visualizados em gráficos. Após essa etapa, é conduzida uma análise dos resultados da pesquisa, com base nas conclusões obtidas a partir da interpretação dos dados (ANDRADE, 2010). Conforme Gil (2002) e Malhotra (2012), a coleta de dados pode ser realizada mediante formulários, entrevistas e análises documentais.

De acordo com Andrade (2010), o processo de preparação de uma pesquisa abrange a criação de um plano de ação e o desenvolvimento dos recursos necessários para coletar informações, tais como questionários, formulários, ou guias de entrevistas, entre outros.

Nesta pesquisa, a coleta de dados é realizada por meio de uma análise documental, com o intuito de obter dados aprofundados dos custos de implementação do sistema de energia solar fotovoltaico. A coleta de dados foi realizada entre os dias 6 e 9 de fevereiro de 2023, na sede da RS Usinagem na cidade de Rio Verde – GO, junto aos gestores da RS Usinagem Ricardo de Souza e Larissa de Souza.

3.3.1 Análise documental

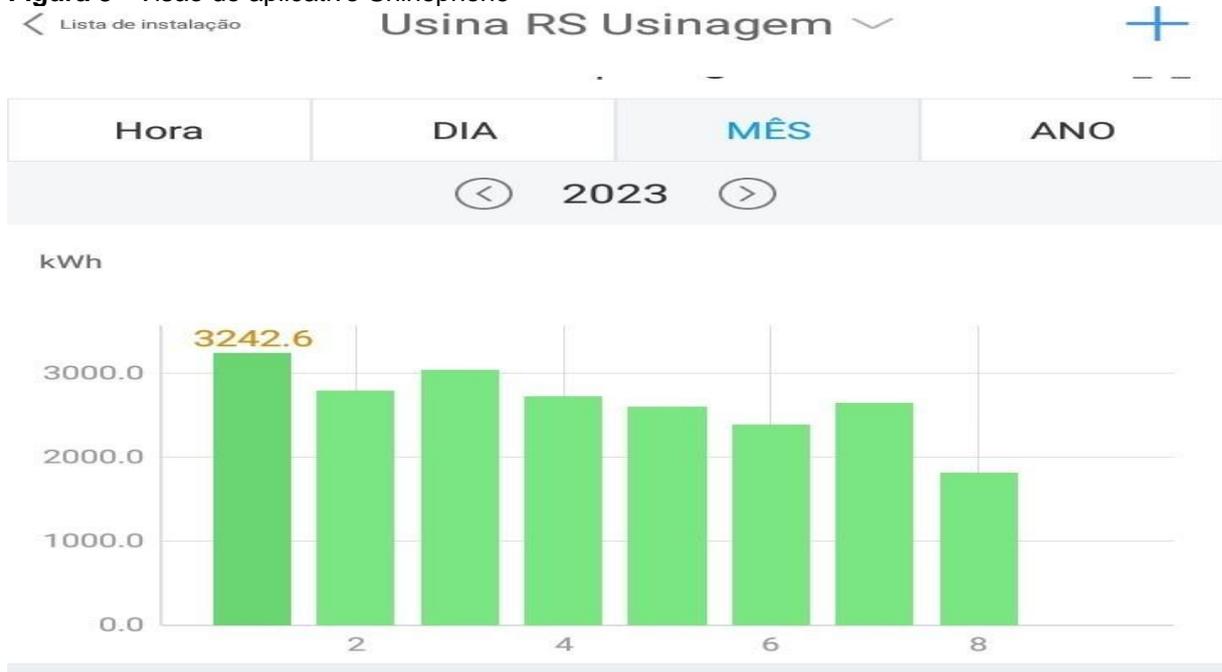
A ferramenta de coleta de dados desta pesquisa é a análise documental. A pesquisa documental é aquela na qual os dados adquiridos são exclusivamente originados de documentos, visando extrair informações contidas neles para melhor compreensão do fenômeno (KRIPKA; SCHELER; BONOTTO, 2015). Segundo Yin (2015), a principal função dos documentos é confirmar e enriquecer as evidências obtidas de outras fontes.

Conforme Gil (2002), a pesquisa documental utiliza materiais que ainda não foram submetidos a um tratamento analítico, ou que podem ser reelaborados consoante os objetos da pesquisa. Os documentos têm uma função evidente em todo o processo de coleta de dados durante a condução de uma pesquisa de estudo de

caso. A busca organizada por documentos pertinentes é crucial em qualquer estratégia de coleta de dados (YIN, 2015).

A análise documental deste estudo envolve a revisão da proposta de financiamento para o sistema de energia solar fotovoltaica, a documentação das notas fiscais referentes aos equipamentos de geração de energia solar fotovoltaica, os documentos auxiliares às notas fiscais de energia elétrica eletrônica no período de outubro de 2021 a agosto de 2023, bem como o acesso aos dados do aplicativo de monitoramento da usina fotovoltaica, conhecido como Shinephone.

Figura 3 - Visão do aplicativo Shinephone



Fonte: Autor (2023)

3.4 Análise dos Dados

A análise de dados envolve a avaliação, a classificação, a organização, a verificação e/ou a recombinação sistemática das evidências, visando gerar conclusões fundamentadas em observações empíricas (YIN, 2015). De acordo com Gil (2002), para interpretar os dados de forma eficaz, é fundamental realizar uma análise lógica das interações, ancorada em teorias sólidas e por meio de comparação com pesquisas anteriores.

Para realizar a análise dos dados deste estudo, examinou-se a quantidade mensal de energia gerada pela planta de energia solar fotovoltaica em quilowatts-hora

(kWh), em seguida, multiplicou-se essa produção pelo preço unitário, em reais com tributos, do kWh cobrado pela concessionária de energia elétrica local, a qual é a CELG Distribuição S/A. Executou-se esse procedimento no período que abrange os meses de outubro de 2021 a agosto de 2023. Determinou-se que os valores apurados no referido intervalo são os valores que a empresa economizou com a instalação da planta de energia solar fotovoltaica.

Calculou-se a média ponderada do montante economizado por mês e, em seguida, multiplicou-se esse valor por 12, resultando no montante de economia anual. Como critério da média ponderada, utilizou-se peso 1,2 para os períodos da primavera e verão e peso 1 para os períodos de outono e inverno. Esse critério foi utilizado, pois na primavera e no verão a incidência do sol é maior, assim contribuindo mais para a produção anual.

O valor obtido através da média ponderada anual, foi empregado como fluxo de caixa. A partir dos totais economizados anualmente, foram calculados o *payback* simples e o *payback* descontado, além da aplicação do Valor Presente Líquido (VPL), Taxa Interna de Retorno (TIR) e Índice de Lucratividade (IL). O período de retorno do investimento foi baseado na expectativa de vida útil de um sistema de energia solar fotovoltaico, que é de 25 anos. Para calcular a TIR, utilizou-se uma taxa requerida de 7,75% ao ano, que foi adotada com a Taxa Mínima de Atratividade (TMA), esse valor foi baseado na Taxa Selic de outubro de 2021.

3.5 Critério de análise

Para critérios de análises deste estudo, são tomados como principais instrumentos utilizados os seguintes:

- Estruturação dos fluxos de caixa;
- Taxa Mínima de Atratividade (TMA);
- *Payback* simples;
- *Payback* descontado;
- Valor Presente Líquido (VPL);
- Taxa Interna de Retorno (TIR);
- Índice de lucratividade (IL)

4 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS DADOS.

Buscando atender ao objetivo geral proposto, apresentam-se nesta seção as informações sobre o estudo de caso, sendo composto pela caracterização da empresa, a caracterização do projeto instalado, os custos do projeto, análise da produção nos primeiros meses após a instalação da planta e análise econômico-financeira.

Com o intuito de cumprir os objetivos específicos, a análise e discussão dos dados, evidencia o resultado econômico-financeiro do projeto, por meio da aplicação do uso de ferramentas matemáticas, financeiras e indicadores.

4.1 Caracterização da empresa

Atuando no mercado desde 2002, a RS Usinagem deu início às suas operações com foco na área de manutenção, montagem industrial, fabricação de peças complexas, máquinas, ferramentaria e, posteriormente, expandiu seus serviços para incluir a prestação de serviços no campo de injeção de termoplásticos (RS USINAGEM, 2023)

De acordo com os gestores da empresa Larissa de Souza e Ricardo de Souza a RS Usinagem é caracterizada pela inovação e qualidade, se destaca no mercado devido à eficiência na realização dos serviços, diversificação do seu portfólio de serviços e produtos, além do valor pessoal que ela adiciona aos clientes com desenvolvimento de soluções personalizadas. Com uma equipe de profissionais com vasta experiência a empresa investe em equipamentos de ponta, constantes treinamentos e valorização de seus profissionais .

A sede da RS Usinagem encontra-se localizada na cidade de Rio Verde, Estado de Goiás, ocupando uma área total de 600 metros quadrados. Esta instalação está equipada com uma variedade de maquinários, incluindo tornos mecânicos, máquinas CNC, injetoras de plástico, equipamentos de solda elétrica e outros equipamentos essenciais para a fabricação de seus produtos e serviços (RS USINAGEM, 2023). A equipe da RS Usinagem é composta por 12 funcionários e a gestão da empresa é composta pelos sócios Ricardo de Souza e Larissa de Souza.

Figura 4 - Sede da RS Usinagem



Fonte: (RS USINAGEM, 2023)

Segundo os gestores da empresa, a implementação de uma usina solar fotovoltaica na RS Usinagem se baseou em dois fatores fundamentais. O primeiro diz respeito à diminuição dos gastos com a conta de energia elétrica da empresa, o que possibilitou direcionar recursos adicionais para o crescimento do negócio. O segundo fator está relacionado à promoção do desenvolvimento de forma sustentável, contribuindo assim para a preservação do meio ambiente.

4.2 Caracterização do projeto

O dimensionamento do projeto de energia solar fotovoltaica, que envolve a determinação da quantidade necessária de placas solares e a potência do inversor, foi estabelecido com base no histórico de consumo de energia elétrica da empresa, temperatura média, inclinação das placas solares, e radiação local. A empresa Automa-Solar Soluções em Engenharia foi a responsável pelo projeto e instalação do Sistema Fotovoltaico Conectado à Rede (SFCR), sendo o fornecedor dos equipamentos a empresa Fortlev Solar LTDA.

Composta de 60 painéis longitudinais LR4-72HPH de 450W (figura 5) cada e um inversor Growatt modelo MID25TL3-X de 380V (figura 6), a planta foi projetada para produzir em condições normais de irradiação solar até 3400 kWh/mês. O local escolhido para a instalação dos painéis foi o telhado da empresa, enquanto o local de

instalação do inversor de frequência foi dentro da oficina da empresa. Para a instalação do equipamento, foram necessários disjuntores, cabos elétricos específicos para energia solar, perfis de suporte, kits conectores, parafusos e outros materiais de fixação e elétricos.

Figura 5 - Painéis longitudinais LR4-72HPH



Fonte: Autor (2023)

Figura 6 - Inversor Growatt MID25TL3-X



Fonte: Autor (2023)

A operação da planta iniciou-se na segunda quinzena de outubro de 2021, sendo realizada através da linha de crédito Finem do Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social, o BNDES. O valor bruto do financiamento é R\$ 97.425,24, sendo que, R\$ 92.000,00 é o valor líquido, R\$1.769,07 o valor referente ao IOF, R\$ 3.626,17 o valor do seguro e R\$30,00 o valor da taxa de abertura de crédito (TAC). O valor bruto foi dividido em um sistema de amortização de crédito em 60 vezes, com taxa de juros de 0,69% ao mês, sendo que o Custo Total Efetivo (CET) é 0,8992% ao mês. A primeira parcela do financiamento foi paga em novembro de 2021 e a última parcela está prevista para outubro de 2028. O quadro 2 demonstra as características principais do projeto.

Quadro 2: Características gerais do sistema

Potência Total Instalada	27 kWp
Painéis	60 painéis LR4-72HPH de 450W
Modelo do inversor	25 kWh trifásico Growatt
Produção mensal estimada	3400 kWh/mês
Sistema de monitoramento	Shinephone
Fornecedor dos equipamentos	Fortlev Solar
Área líquida de painel	130 m ²
Mão de obra para instalação	Automa Sol Soluções em Engenharia
Valor Total com encargos	R\$ 97.425,24

Fonte: Autor (2023)

O valor líquido do financiamento foi dividido da seguinte maneira: R\$70.390,00 foram utilizados para comprar os equipamentos, R\$21.610,00 foram utilizados para o pagamento da mão-de-obra de instalação dos equipamentos. O demonstrativo do plano de pagamento do projeto encontra-se no apêndice A deste trabalho.

Como critério de depreciação, foi utilizado uma taxa de 10% a.a. do valor do projeto e como critério de valor residual utilizou-se o método da perpetuidade. Onde, o valor do fluxo de caixa do último ano analisado foi dividido pela Taxa Mínima de Atratividade e somou-se ao fluxo de caixa.

A vida útil desse sistema de energia fotovoltaica solar é estimada em aproximadamente 25 anos. Para garantir o desempenho ideal ao longo desse período, é importante realizar as limpezas dos painéis solares uma ou duas vezes por ano. Essa manutenção regular é essencial para remover poeira, sujeira, folhas e outros detritos que podem acumular-se sobre os painéis, obstruindo a luz do sol e,

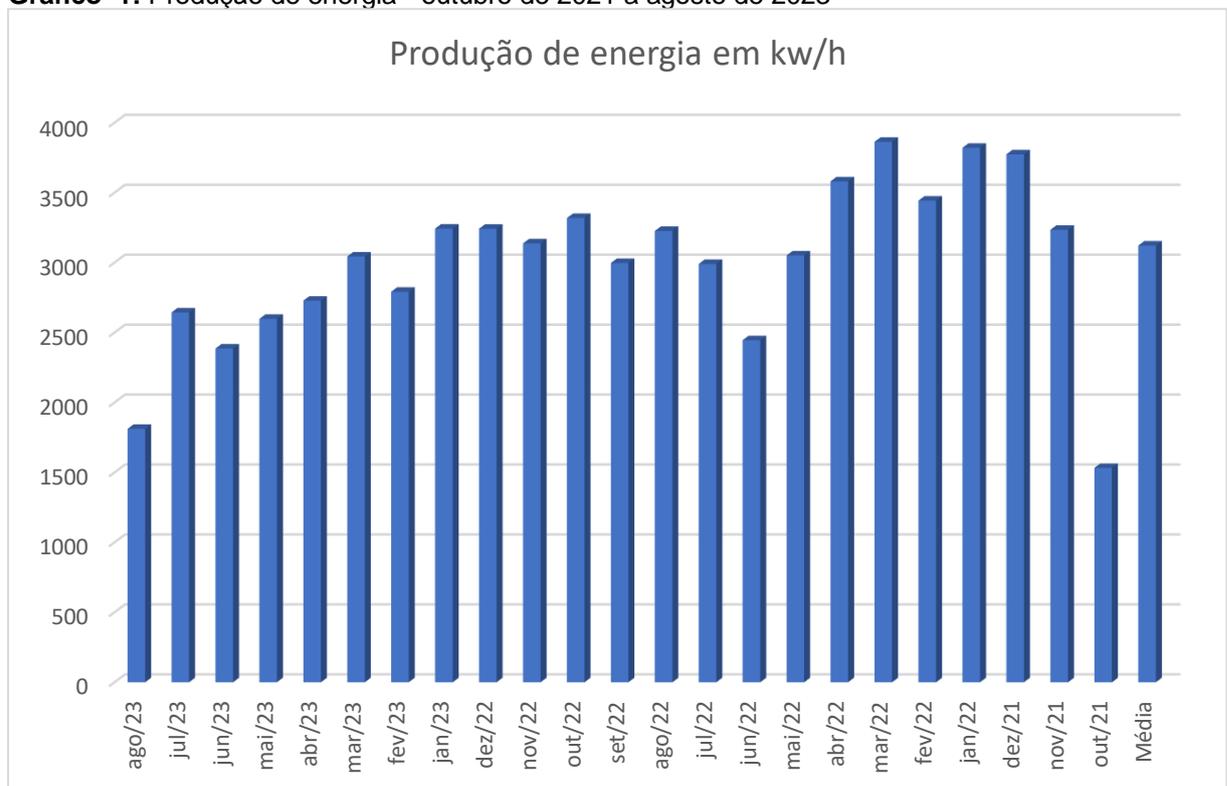
consequentemente, reduzindo a eficiência do sistema. Os custos destas manutenções foram avaliados em R\$ 1.200,00 por ano. Sendo realizado duas limpezas por ano, por uma empresa especializada em limpeza de painéis solares.

4.3 Produção de energia

A energia consumida pela RS Usinagem é fornecida pela empresa CELG SA. Após a conclusão da instalação do Sistema Fotovoltaico Conectado à Rede (SFRC), a empresa passou a utilizar-se do sistema de compensação de energia elétrica, no qual o excedente de energia gerada se converte em créditos a serem utilizados ao longo de um período de até 60 meses.

Através da análise de geração de energia elétrica utilizando o aplicativo Shinephone, foi constatado que a produção total da planta nos primeiros 23 meses foi de 68906 kWh, com uma média anual de 36749 kW/ano e uma produção média mensal de 3122 kWh/mês. Para a média, exclui-se o mês de outubro de 2021, pois a planta iniciou a produção na segunda quinzena do mês em questão. O gráfico 1 mostra as produções no período de outubro de 2021 a agosto de 2023.

Gráfico 1: Produção de energia - outubro de 2021 a agosto de 2023



Fonte: Autor (2023)

Por meio dos dados coletados a partir do aplicativo, torna-se evidente que a produção varia ao longo do ano, sendo influenciada pelas flutuações na duração do dia e pelas condições climáticas. Conforme Pereira et al. (2017), a disponibilidade de energia solar como recurso e suas mudanças de acordo com o espaço e tempo estão intrinsecamente relacionadas aos princípios de astronomia e do clima. Um exemplo é o mês de agosto de 2023, que apresentou uma queda de 43,85% em relação ao mesmo período de 2022. Isso ocorreu devido às chuvas na cidade. De acordo com o Jornal Somos (2023), o mês de agosto de 2023 foi o mais chuvoso dos últimos 30 anos na cidade de Rio Verde – GO.

O sistema fotovoltaico solar da RS Usinagem foi projetado para uma produção média de 3400 kW/mês. A análise dos dados de produção revelou que, ao longo do período analisado, a energia gerada pelo sistema manteve-se próximo às expectativas iniciais estabelecidas no projeto. No entanto, a análise das contas de energia revelou que, durante todo o período avaliado, a quantidade de energia produzida pelo SFCR ficou abaixo da demanda de energia, ou seja, mesmo produzindo a energia, a empresa precisou da energia da concessionária CELG SA. Consequentemente, a RS Usinagem teve que arcar com o pagamento da diferença entre consumo e energia injetada. A tabela 1 apresenta a quantidade de kW/mês que a empresa consumiu da concessionária no período estudado.

Tabela 1: Consumo de energia da concessionária

mês/ano	(kW/mês)	mês/ano	(kW/mês)
ago/23	1213	set/22	727
jul/23	1017	ago/22	470
jun/23	1653	jul/22	1790
mai/23	618,4	jun/22	1848
abr/23	1055	mai/22	866
mar/23	1124,2	abr/22	1297
fev/23	409	mar/22	2714
jan/23	90	fev/22	2477
dez/22	888,4	jan/22	550
nov/22	972,2	dez/21	1348
out/22	699	nov/21	2616
Média		1202 kW/mês	

Fonte: Autor (2023)

A partir dos dados apresentados na tabela 1, é possível observar que, em média, a empresa consumiu em média 1202 kW/mês de eletricidade da concessionária de energia elétrica. Isso sugere que a potência instalada na empresa

poderia ser maior e que poderia gerar uma quantidade maior de energia, aumentando os fluxos de caixas, proporcionando uma maior contribuição para o projeto.

4.4 Análise econômico-financeiro do projeto

A análise econômica deste estudo está dividida em duas partes. A primeira parte é referente à estruturação dos fluxos de caixa livre. E a segunda parte, analisa os indicadores econômicos *payback* simples e descontado, Valor Presente Líquido, Taxa Interna de Retorno e Índice de Lucratividade.

4.4.1 Estruturação dos fluxos de caixa

De acordo com Ruiz et al. (2021), para a análise econômico-financeira de um projeto é essencial utilizar-se do modelo econômico-financeiro, uma vez que envolve a avaliação do fluxo de caixa do empreendimento, seus desempenhos e indicadores financeiros. Os fluxos de caixa possibilitaram a avaliação dos retornos que o projeto pode gerar até sua conclusão. Para Maroni Neto (2023), o modelo de fluxo de caixa utilizado em análise de investimento converte-se principalmente na rentabilidade para os investidores ou acionistas.

A fim de, calcular os fluxos de caixa anual do projeto, considerou-se os valores de produção do mês e multiplicou-se pelo valor cobrado pela concessionária de energia elétrica. Realizou-se essa operação nos períodos que compreendem os meses de outubro de 2021 a agosto de 2023, determinou-se que esse é o valor economizado por mês. Posteriormente, calculou-se a média ponderada dos valores economizados dos períodos de novembro de 2021 a agosto de 2023, dando um peso 20% maior para os períodos da primavera e verão. Enfim, para o cálculo do ganho anual com energia elétrica produzida, multiplicou-se a média ponderada por 12.

O uso da média ponderada se justifica, pois conforme já relatado neste trabalho, o clima e o tempo interferem diretamente na produção de energia. Diante disso, para os meses do intervalo de outubro a março utilizou-se peso 1,2. A tabela 1 demonstra os valores calculados para a determinação do valor com ganho com energia produzida anualmente e o gráfico 2 demonstra a evolução dos totais economizados no período analisado.

Tabela 2: Cálculos de economia outubro 2021- agosto 2023

Mês/ano	Tarifa CELG	kWh mês produzido	Peso	Total
ago/23	R\$ 0,84	1812	1,00	R\$ 1.514,77
jul/23	R\$ 0,84	2644	1,00	R\$ 2.208,00
jun/23	R\$ 0,82	2386	1,00	R\$ 1.967,46
mai/23	R\$ 0,86	2598	1,00	R\$ 2.244,78
abr/23	R\$ 0,86	2728	1,00	R\$ 2.347,83
mar/23	R\$ 0,87	3044	1,20	R\$ 2.635,71
fev/23	R\$ 0,83	2792	1,20	R\$ 2.323,47
jan/23	R\$ 0,83	3243	1,20	R\$ 2.701,00
dez/22	R\$ 0,83	3242	1,20	R\$ 2.700,16
nov/22	R\$ 0,85	3138	1,20	R\$ 2.681,48
out/22	R\$ 0,80	3319	1,20	R\$ 2.669,39
set/22	R\$ 0,81	2997	1,00	R\$ 2.419,41
ago/22	R\$ 0,81	3227	1,00	R\$ 2.602,61
jul/22	R\$ 0,80	2990	1,00	R\$ 2.381,83
jun/22	R\$ 0,95	2445	1,00	R\$ 2.331,10
mai/22	R\$ 0,93	3051	1,00	R\$ 2.850,43
abr/22	R\$ 1,06	3581	1,00	R\$ 3.807,72
mar/22	R\$ 1,18	3864	1,20	R\$ 4.561,91
fev/22	R\$ 1,14	3443	1,20	R\$ 3.918,11
jan/22	R\$ 1,12	3821	1,20	R\$ 4.281,17
dez/21	R\$ 1,12	3774	1,20	R\$ 4.224,35
nov/21	R\$ 1,15	3234	1,20	R\$ 3.703,78
out/21	R\$ 1,00	1532	1,20	R\$ 1.539,54
Média		3122		R\$ 2809,39
	Média Ponderada			R\$ 2.907,30
	Economia anual de energia			R\$ 34.887,57
TOTAL		68906		R\$ 64.616,02

Fonte: Autor (2023)

Gráfico 2: Ganhos com energia gerada - outubro de 2021 a agosto de 2023

Fonte: Elaborado pelo autor

Os ganhos com energia elétrica estão diretamente relacionados com a quantidade de energia produzida e com o valor da tarifa cobrada pela CELG SA. Como é possível verificar através da tabela 1 e do gráfico 2, é notável uma queda nos montantes economizados mensalmente a partir de março de 2022. Esta queda decorreu em razão da diminuição da tarifa cobrada pela concessionária CELG SA a partir de abril de 2022. A queda está relacionada com a alteração na bandeira tarifária, de acordo com Governo Federal (2022), foi anunciado no dia 06 de abril de 2022 pelo então Presidente da República, Jair Bolsonaro que, a partir do dia 16 de abril daquele ano, a bandeira tarifária seria a verde, gerando expectativa de uma redução de 20% na conta e energia para os meses seguintes.

Ainda conforme a tabela 1, a média ponderada dos ganhos com energia elétrica é R\$ 2.907,30 e os ganhos anuais são de R\$ 34.887,47. Esses dados foram utilizados para o cálculo do Fluxo de caixa livre.

Para os cálculos do fluxo de caixa livre, iniciou-se com os ganhos anuais de R\$ 34.887,47 e subtraiu-se o custo anual referente ao financiamento, manutenção e depreciação. Isso resultou no ganho líquido tributável. Em seguida, aplicou-se uma alíquota de 27,5% sobre o ganho tributável para obter o ganho líquido após impostos. Posteriormente, somou-se a depreciação ao ganho líquido após impostos, obtendo-se assim o Fluxo de caixa livre. Além disso, para calcular o valor residual, dividiu-se o fluxo de caixa do ano 25, pela taxa mínima de atratividade (7,75%). Por fim, o valor

residual foi somado ao fluxo de caixa do ano 25. Esse valor representa a quantia disponível para a empresa descontar todos os custos e impostos, para ser utilizado ou reinvestir em suas operações. O resumo dos cálculos dos fluxos de caixa consta no quadro 3.

Quadro 3: Resumo dos cálculos de fluxo de caixa

Ganho com produção de energia
(-) Financiamento das placas
(-) Manutenção
(-) Depreciação
(=) Ganho Líquido Tributável
(-) Imposto de renda
(=) Ganho Líquido
(+) Depreciação
(+/-) INVEST. DESINVEST.
(=) Fluxo de caixa livre

Fonte: Autor (2023)

Os cálculos completos dos fluxos de caixas encontram-se no apêndice B deste trabalho, enquanto na tabela 4 estão os fluxos de caixa livre projetados de forma resumida.

Tabela 3: Fluxo de Caixa Resumido

Ano	Ganhos anuais (R\$)	Custos (R\$)	(=) FCL (R\$)	Ano	Ganhos anuais (R\$)	Custos (R\$)	(=) FCL (R\$)
0			-97.425,24	13	34.887,47	10.464,05	24.423,42
1	34.887,47	30.863,36	4.024,11	14	34.887,47	10.464,05	24.423,42
2	34.887,47	29.193,93	5.693,54	15	34.887,47	10.464,05	24.423,42
3	34.887,47	28.263,71	6.623,76	16	34.887,47	10.464,05	24.423,42
4	34.887,47	27.218,65	7.668,82	17	34.887,47	10.464,05	24.423,42
5	34.887,47	26.095,63	8.791,84	18	34.887,47	10.464,05	24.423,42
6	34.887,47	7.784,86	27.102,61	19	34.887,47	10.464,05	24.423,42
7	34.887,47	7.784,86	27.102,61	20	34.887,47	10.464,05	24.423,42
8	34.887,47	7.784,86	27.102,61	21	34.887,47	10.464,05	24.423,42
9	34.887,47	7.784,86	27.102,61	22	34.887,47	10.464,05	24.423,42
10	34.887,47	7.784,86	27.102,61	23	34.887,47	10.464,05	24.423,42
11	34.887,47	10.464,05	24.423,42	24	34.887,47	10.464,05	24.423,42
12	34.887,47	10.464,05	24.423,42	25	34.887,47	10.464,05	339.564,26
TOTAL FCL: R\$ 752.381,96							

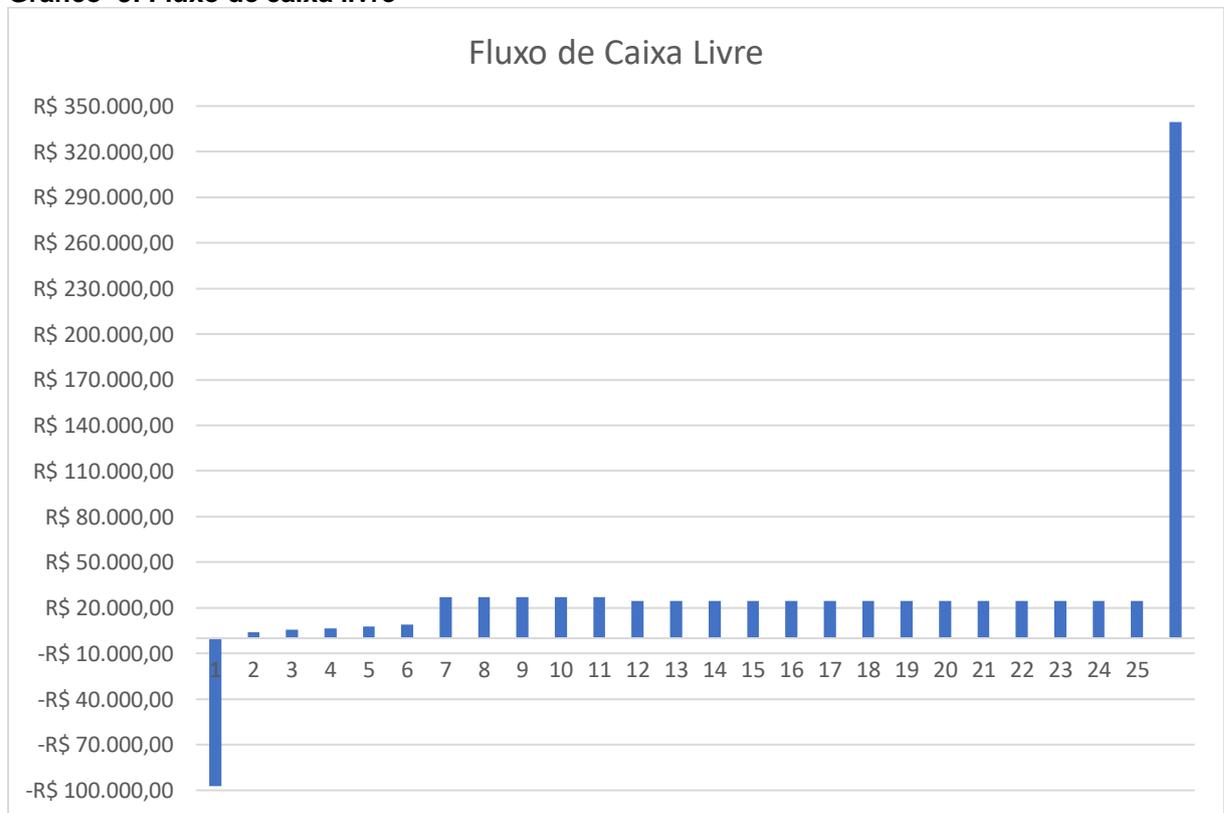
Fonte: Autor (2023)

Conforme evidenciado na tabela 3 e detalhado no apêndice B, o custo associado ao financiamento no ano 0 totaliza R\$ 97.424,24. Além disso, é perceptível a partir da tabela que, os primeiros 5 anos do projeto apresentam custos mais

elevados, devido aos pagamentos do financiamento do projeto. Durante esse período inicial, não há ocorrência de imposto de renda, uma vez que o lucro tributável é negativo. A depreciação proporciona uma economia de imposto ao longo dos 10 anos iniciais do projeto. O cálculo da perpetuidade apresentou um valor de R\$ 315.140,90, e ao somar esse valor ao fluxo de caixa do ano 25, obteve-se um valor de R\$339.564,26. Por fim, a soma dos fluxos de caixa totaliza um montante de R\$ 752.381,96 para o projeto.

No gráfico 3, pode-se observar o fluxo de caixa e como ocorre seu desenvolvimento ao longo do tempo, considerando-se o período de 25 anos.

Gráfico 3: Fluxo de caixa livre



Fonte: Autor (2023)

4.4.2 Análise de indicadores

A partir dos dados dos fluxos de caixa projetados é possível derivar indicadores que facilitam verificar o desempenho do projeto, assim como, a avaliação econômico-financeira. De acordo com Maroni Neto (2023), com base na análise de fluxos de caixa e com a utilização de algumas técnicas, pode-se calcular o lucro, o tempo necessário para recuperar o investimento e aferir a lucratividade do empreendimento.

Com os valores de fluxo de caixa livre e aplicando uma Taxa Mínima de Atratividade de 7,75%, definida a partir da taxa Selic no ano de implementação do projeto, utiliza-se das técnicas de *payback* simples e descontado, Valor Presente líquido (VPL), Taxa Mínima de atratividade (TIR) o Índice de Lucratividade a (IL), para determinar os ganhos, o tempo de retorno e a lucratividade do projeto. Os cálculos deste trabalho foram realizados no Excel e na calculadora HP 12C.

A fim de estimar o tempo de retorno do projeto foi calculado o *payback* simples e o *payback* descontado. A tabela 4 demonstra os resultados do tempo de retorno do projeto.

Tabela 4: *Payback* Simples e *Payback* Descontado

Ano	FCL anual	<i>Payback</i> simples	FCL ajustado	<i>Payback</i> descontado
0	-R\$ 97.425,24		-R\$ 97.425,24	
1	R\$ 4.024,11	-R\$ 93.401,13	R\$ 3.734,67	-R\$ 93.690,57
2	R\$ 5.693,54	-R\$ 87.707,59	R\$ 4.903,97	-R\$ 88.786,60
3	R\$ 6.623,76	-R\$ 81.083,83	R\$ 5.294,84	-R\$ 83.491,76
4	R\$ 7.668,82	-R\$ 73.415,01	R\$ 5.689,31	-R\$ 77.802,45
5	R\$ 8.791,84	-R\$ 64.623,17	R\$ 6.053,32	-R\$ 71.749,13
6	R\$ 27.102,61	-R\$ 37.520,56	R\$ 17.318,39	-R\$ 54.430,75
7	R\$ 27.102,61	-R\$ 10.417,95	R\$ 16.072,77	-R\$ 38.357,97
8	R\$ 27.102,61	R\$ 16.684,66	R\$ 14.916,70	-R\$ 23.441,27
9	R\$ 27.102,61	R\$ 43.787,27	R\$ 13.843,81	-R\$ 9.597,46
10	R\$ 27.102,61	R\$ 70.889,88	R\$ 12.848,05	R\$ 3.250,60
11	R\$ 24.423,42	R\$ 95.313,30	R\$ 10.745,25	R\$ 13.995,84
12	R\$ 24.423,42	R\$ 119.736,71	R\$ 9.972,39	R\$ 23.968,23
13	R\$ 24.423,42	R\$ 144.160,13	R\$ 9.255,12	R\$ 33.223,35
14	R\$ 24.423,42	R\$ 168.583,54	R\$ 8.589,43	R\$ 41.812,78
15	R\$ 24.423,42	R\$ 193.006,96	R\$ 7.971,63	R\$ 49.784,41
16	R\$ 24.423,42	R\$ 217.430,37	R\$ 7.398,27	R\$ 57.182,68
17	R\$ 24.423,42	R\$ 241.853,79	R\$ 6.866,14	R\$ 64.048,82
18	R\$ 24.423,42	R\$ 266.277,21	R\$ 6.372,29	R\$ 70.421,11
19	R\$ 24.423,42	R\$ 290.700,62	R\$ 5.913,96	R\$ 76.335,06
20	R\$ 24.423,42	R\$ 315.124,04	R\$ 5.488,59	R\$ 81.823,66
21	R\$ 24.423,42	R\$ 339.547,45	R\$ 5.093,82	R\$ 86.917,48
22	R\$ 24.423,42	R\$ 363.970,87	R\$ 4.727,44	R\$ 91.644,92
23	R\$ 24.423,42	R\$ 388.394,28	R\$ 4.387,42	R\$ 96.032,34
24	R\$ 24.423,42	R\$ 412.817,70	R\$ 4.071,85	R\$ 100.104,19
25	R\$ 339.564,26	R\$ 752.381,96	R\$ 52.539,99	R\$ 152.644,18
		Ano	Meses	Dias
	<i>Payback</i> Simples	8	4	19
	<i>Payback</i> Descontado	10	8	29

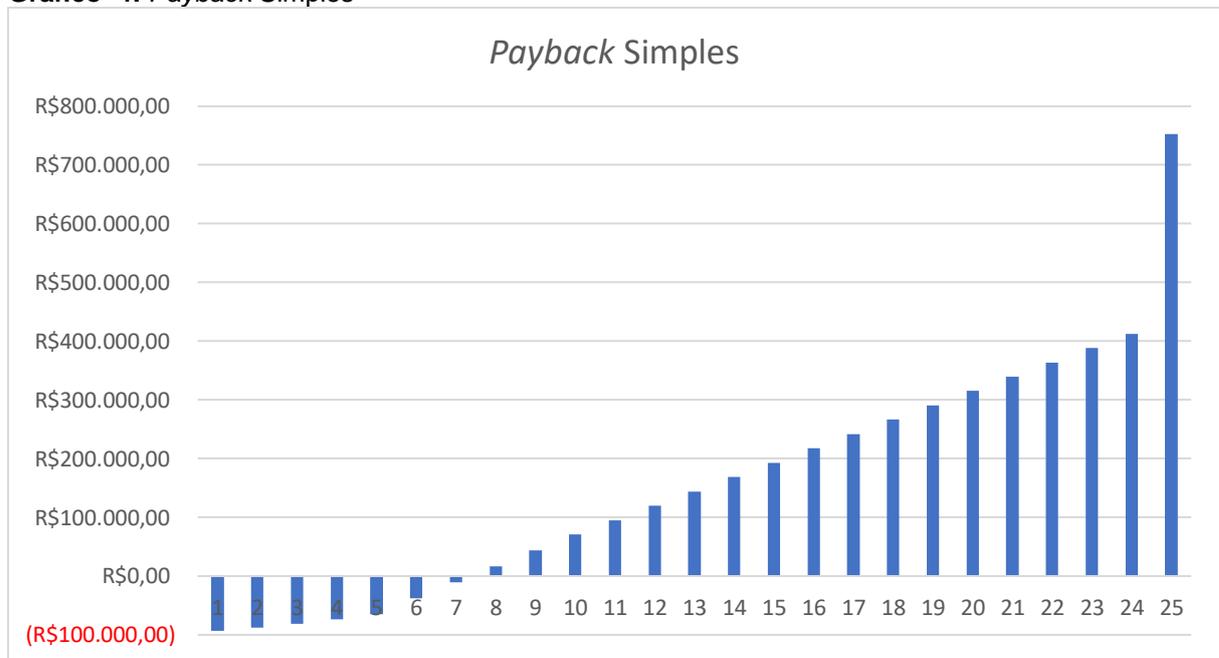
Fonte: Autor (2023)

A tabela 4 evidencia que, para os períodos de *payback* simples, são necessários 8 anos, 4 meses e 29 dias para recuperar o investimento inicial de R\$ 97.425,24. Nesse caso, já para o final do oitavo ano há um lucro de R\$ 6.266,71 e para o período total do projeto estima-se um lucro de R\$ 752.381,96.

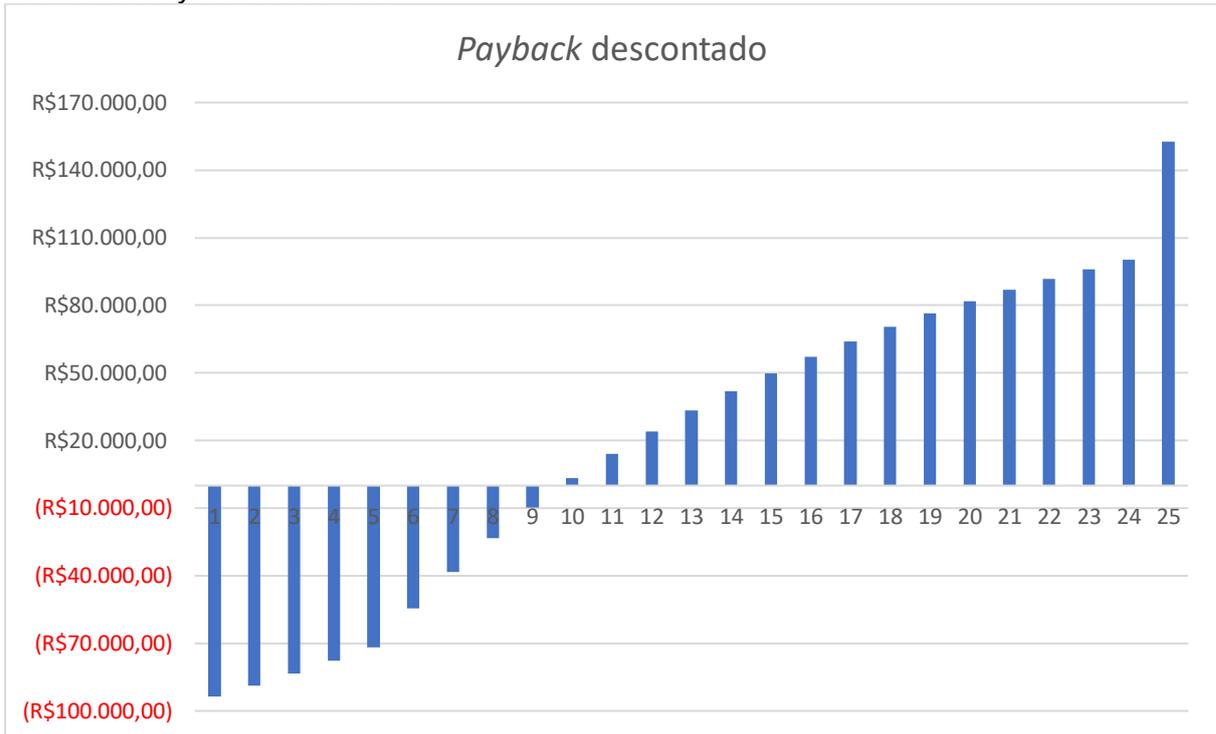
A tabela 4 também demonstra que, quando se considera o valor do dinheiro no tempo, ou seja, calcula-se o *payback* descontado, são necessários 10 anos, 8 meses e 29 dias para recuperar o mesmo valor inicial do projeto. Diante disso, no décimo ano há um lucro de R\$ 3250,60 no final do décimo ano e um lucro para o período analisado de R\$ 152.644,18.

O gráfico 4 ilustra os períodos de *payback* simples e o gráfico 5 ilustra os períodos de *payback* descontados ao longo do período de 25 anos.

Gráfico 4: *Payback* Simples



Fonte: Autor (2023)

Gráfico 5: Payback descontado

Fonte: Autor (2023)

Com o intuito de estimar os lucros e a lucratividade, foram calculados o Valor Presente Líquido, a Taxa Interna de Valor e o Índice de lucratividade. É possível verificar os resultados a partir da tabela 5.

Tabela 5: VPL, TIR e IL

VPL EXCEL	R\$ 141.665,12	VPL HP 12C	R\$ 152.644,18
TIR EXCEL	16,43%	TIR HP 12C	16,43%
IL EXCEL	2,45	IL HP 12C	2,47

Fonte: Autor (2023)

Conforme tabela 5, o lucro do projeto apurado trazendo a Valor Presente Líquido calculado no Excel é de R\$ 141.665,12 e na calculadora HP 12C é de R\$ 152.644,18. Já na Taxa Interna de Retorno, o valor calculado é de 16,43% no Excel e o valor se repete na calculadora HP 12C. Por fim, o Índice de Lucratividade aferida é de 2,45 no Excel e 2,47 na calculadora HP 12C.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo teve como objetivo realizar a análise econômico-financeira de um investimento de energia solar fotovoltaica instalado em uma empresa de usinagem, situada na cidade de Rio Verde – GO, através de indicadores econômicos de viabilidade como *Payback*, VPL, TIR e Índice de Lucratividade.

A pesquisa foi motivada pela relevância de tomar decisões baseadas na racionalização de investimentos, na redução de despesas a longo prazo e na promoção de metas de sustentabilidade. Além disso, por se tratar de um empreendimento já em andamento, foi possível verificar diferenças entre o que foi projetado e o realmente se concretizou nos primeiros anos.

Ao analisar as projeções de fluxos de caixa, ficou evidente que o investimento se mostrou efetivo por se estimar o tempo de retorno do Sistema Solar Fotovoltaico a partir do décimo ano. Isso significa que o investimento resultará em fluxos de caixa positivos em aproximadamente 40% da vida útil estimada do bem. Porém, ao analisar a demanda de energia da empresa, pode-se verificar que essa questão é maior e/ou passou a ser maior do que o dimensionamento do projeto. Isso implica que os fluxos de caixa incrementais poderiam ser maiores, o que poderia trazer indicadores de desempenho ainda melhores.

Outro indicador que favoreceu o desempenho do projeto foi o Valor Presente Líquido. Este apresentou no vigésimo quinto ano um retorno no valor de R\$ 141.665,12 no Excel e de R\$ 152.644,18 na calculadora HP 12C. Isso quer dizer que a totalidade dos fluxos de caixa após ser trazido a valor presente, superou consideravelmente o investimento inicial.

Outro aspecto importante deste estudo, foi a Taxa Interna de Retorno que apresentou um resultado de 16,46% a.a.; esse valor é nitidamente maior que o valor o da Taxa Mínima de Atratividade (7,75%). Além disso, a análise projetou um Índice de lucratividade de 2,45 no cálculo com Excel e 2,47 na HP 12C, esse valor é notoriamente maior que o mínimo para aceitação de projetos (1).

Dentre as limitações do estudo, destaca-se a complexidade em estabelecer valores fixos tanto para a produção de energia quanto para as tarifas cobradas pela concessionária de energia elétrica, uma vez que esses valores apresentaram variações substanciais.

Outro ponto que dificultou o estudo, foi a análise do dimensionamento do projeto, uma vez que os dados já estavam disponibilizados no orçamento, porém a empresa não conseguiu disponibilizar esses dados, já que ela não recebeu e a empresa que instalou o projeto não respondeu as solicitações.

Por fim, a análise permitiu verificar que o clima, o tempo e valor da energia cobrada, tem grande influência no desempenho geral do projeto.

Diante das apurações apresentadas na análise econômico-financeira deste trabalho, pode-se afirmar que está sendo vantajoso para a RS Usinagem a instalação do Sistema Solar Fotovoltaico em sua sede. Além disso, esse projeto abrange um aspecto social e ambiental importante, ele entrega resultados operacionais importantes de maneira sustentável.

Como sugestão para pesquisas futuras seria interessante, realizar uma análise do impacto da Lei 14.300 irá trazer a novos projetos e na readequação de projetos em andamento. Isso permitirá verificar se esta lei causará impactos significativos nos empreendimentos de sistema solar fotovoltaico.

Além disso, sugere-se para pesquisas futuras, realizar estudos com painéis Smartflower, estabelecendo comparações com painéis solares longitudinais. Esse estudo permitirá verificar se esse investimento traz indicadores ainda mais relevantes.

Ademais, outra sugestão para pesquisas futuras seria realizar uma comparação com outros estudos de análise econômico-financeiro em energia solar fotovoltaica, de empresas de mesmo perfil econômico, a fim de, comparar os indicadores de VPL, TIR e IL. Assim seria possível ter uma estimativa sobre o desempenho médio desses indicadores em sistemas de energia solar fotovoltaica.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA - ANEEL. **Valores das bandeiras tarifárias são atualizados para o período 2022-2023**, 2022. Disponível em: <<https://www.gov.br/aneel/pt-br/assuntos/noticias/2022/valores-das-bandeiras-tarifarias-sao-atualizados-para-o-periodo-2022-2023>>. Acesso em: 18 out. 2022.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA - ANEEL. **Geração Distribuída**, 2022. Disponível em: <<https://www.gov.br/aneel/pt-br/assuntos/geracao-distribuida>>. Acesso em: 22 ago. 2022.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA - ANEEL. gov.br. **Brasil ultrapassa marca de 10 GW em micro e minigeração distribuída**, 2022. Disponível em: <<https://www.gov.br/aneel/pt-br/assuntos/noticias/2022/brasil-ultrapassa-marca-de-10-gw-em-micro-e-minigeracao-distribuida>>. Acesso em: 22 ago. 2022.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA - ANEEL. ANEEL regulamenta marco legal da Micro e Minigeração Distribuída. **Gov.br**, 2023. Disponível em: <<https://www.gov.br/aneel/pt-br/assuntos/noticias/2023/aneel-regulamenta-marco-legal-da-micro-e-minigeracao-distribuida>>. Acesso em: 19 ago. 2023.

ANDRADE, M. M. **Introdução à metodologia do trabalho científico**. São Paulo: Atlas, 2010.

ASSAF NETO, A. **Finanças Corporativas e Valor**. São Paulo: Atlas, 2016.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS COMERCIALIZADORES DE ENERGIA - ABRACEEL. **Conta de luz sobe mais que o dobro da inflação no mercado cativo**, 2022. Disponível em: <<https://abraceel.com.br/blog/2022/01/conta-de-luz-sobe-mais-que-o-dobro-da-inflacao-no-mercado-cativo/>>. Acesso em: 18 out. 2022.

BANCO CENTRAL DO BRASIL. Taxas de juros básicas - Histórico. **gov.br**, 2023. Disponível em: <<https://www.bcb.gov.br/controleinflacao/historicotaxasjuros>>. Acesso em: 13 set. 2023.

BRASIL. Lei 14.300, de 6 DE JANEIRO DE 2022. Institui o marco legal da microgeração e minigeração distribuída, o Sistema de Compensação de Energia Elétrica (SCEE) e o Programa de Energia Renovável Social (PERS), Brasília, 2022. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2022/lei/L14300.htm>.

COZBY, P. C. **Métodos de Pesquisa em Ciência do Comportamento**. São Paulo: ATLAS, 2003.

DAMORAN, A. **Finanças Corporativas**. Porto Alegre: Bookman, 2005. 796 p.

DIAS, M. A. G. **Análise de Investimentos com Opções Reais Teoria e Prática com Aplicação em Petróleo e Outros Setores**. Rio de Janeiro: Interciência, 2014.

E-INVESTIDOR. “Taxação do sol” em vigor: ainda vale a pena instalar painéis solares? **Estadão**, 2023. Disponível em: <<https://investidor.estadao.com.br/educacao-financeira/energia-solar-taxacao-vale-a-pena/>>. Acesso em: 27 ago. 2023.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. **Matriz Energética e Elétrica**, 2022. Disponível em: <<https://www.epe.gov.br/pt/abcdenergia/matriz-energetica-e-eletrica>>. Acesso em: 14 out. 2022.

GERHARDT, T. E.; SILVEIRA, D. T. **Métodos de Pesquisa**. Porto Alegre: UFRGS, 2009.

GIL, A. C. **Como Elaborar projetos de Pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002.

GITMAN, L. J. **Princípios da Administração Financeira**. 12. ed. São Paulo: Pearson Prentice, 2010.

GITMAN, L. J.; ZUTTER, C. J. **Princípios da Administração Financeira**. 14. ed. São Paulo: Pearson, 2017. 821 p.

GOVERNO FEDERAL. Governo Federal anuncia bandeira verde para todos os consumidores de energia e reduz em cerca de 20% o valor da conta de luz. **Gov**, 2022. Disponível em: <<https://www.gov.br/pt-br/noticias/energia-minerais-e-combustiveis/2022/04/governo-federal-anuncia-bandeira-verde-para-todos-os-consumidores-de-energia-e-reduz-em-cerca-de-2-0-o-valor-da-conta-de-luz>>. Acesso em: 23 out. 2023.

HAIR, J. F. et al. **Fundamentos de Pesquisa de Marketing**. 3. ed. Porto Alegre: Bookman, 2014.

JORNAL DO SÍNDICO. **Sistema Fotovoltaico Conectado a Rede**, 2022. Disponível em: <jornaldosindicobsb.com.br/sistema-fotovoltaico-conectado-a-rede>. Acesso em: 20 out. 2022.

JORNAL SOMOS. Especialista explica a causa das chuvas inesperadas de agosto em Rio Verde. **Jornal Somos**, 2023. Disponível em: <<https://jornalsomos.com.br/rio-verde/detalhe/especialista-explica-a-causa-das-chuvas-inesperadas-de-agosto-em-rio-verde>>. Acesso em: 23 out. 2023.

KRIPKA, R. M. L.; SCHELER, M.; BONOTTO, D. D. L. **Pesquisa Documental: considerações sobre conceitos e características na pesquisa qualitativa**. Investigação Qualitativa em educação. Aracajú: [s.n.]. 2015.

MADDEN, B. J. **CFROI Valuation**. Nova York: Butterworth, 1999.

MALHOTRA, N. K. **Pesquisa de Marketing**. 6. ed. Porto Alegre: Bookman, 2012.

MARCONI, M. D. A.; LAKATOS, E. M. **Fundamentos de metodologia Científica**. 5. ed. São Paulo: Atlas S.A., 2003.

MARONI NETO, R. **Análise de Investimentos Econômicos e Financeiros**. Rio de Janeiro: Freitas Barros, 2023.

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA. **Plano Nacional de Energia - PNE 2050**. Secretaria de Planejamento e Desenvolvimento Estratégico. Brasília. 2022.

OLIVEIRA, A.; HAIKAL, M. A. L. **O sol vai voltar amanhã**: um espectro de análises sobre a energia fotovoltaica. Rio de Janeiro: Lexikon, v. Único, 2020.

PEREIRA, Ê. B. et al. **Atlas de Brasileiro de Energia Solar**. São José dos Campos: INPE - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, 2017.

PRODANOV, C. C.; FREITAS, E. C. **Metodologia do Trabalho Científico**. Novo Hamburgo: Feevale, 2013.

ROSA, A. R. O. D.; GASPAR, F. P. Panorama da Energia Fotovoltaica no Brasil. **Revista Brasileira de Energia Solar**, Dezembro 2016.

RS USINAGEM. Quem somos. **RS Usinagem**, 2023. Disponível em: <<http://www.rsusinagem.com.br/5-page-quem-somos-rs-usinagem-rio-verde-go>>. Acesso em: 08 set. 2023.

RUIZ, E. T. N. F. et al. **Análise de Investimento em Projetos de Energia Solar Fotovoltaica**. 2. ed. Campinas: Alínea, 2021.

SHAUGHNESSY, J. J.; ZECHMEISTER, E. B.; ZECHMEISTER, J. S. **Metodologia da Pesquisa em Psicologia**. São Paulo: McGraw, 2012.

SILVA, B. L. F. et al. Dimensionamento e Viabilidade de um Sistema Fotovoltaico: Um estudo de caso na UFRA/Parauapebas. **Revista Produção Online**, Florianópolis, v. XXI, p. 863-890, 2021.

TOMASQUIN, M. T. **Energia Renovável - Hidráulica, Biomassa, Eólica, Solar, Oceânica**. Rio de Janeiro: Empresa de Energia Elétrica - EPE, 2016.

YIN, R. K. **Estudo de caso: Planejamento e Métodos**. 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2015.

ZILLES, et al. **Sistemas Fotovoltaicos Conectados à Rede Elétrica**. São Paulo: Oficina de Textos, 2012.

APÊNDICE A – DEMONSTRATIVO DO PLANO DE PAGAMENTO DO PROJETO

Parc.	Venc.	Amort.	Parcela	Valor IOF	Valor Juros	Saldo Dev.
1	24/11/2021	-R\$ 9,17	R\$ 3.217,75	-R\$ 0,03	R\$ 3.226,92	R\$ 97.425,24
2	24/12/2021	R\$ 1.349,18	R\$ 2.452,51	R\$ 6,64	R\$ 1.103,33	R\$ 97.434,41
3	24/01/2022	R\$ 1.336,31	R\$ 2.427,27	R\$ 8,27	R\$ 1.090,96	R\$ 96.085,23
4	24/02/2022	R\$ 1.345,84	R\$ 2.459,82	R\$ 10,04	R\$ 1.113,98	R\$ 94.748,92
5	24/03/2022	R\$ 1.420,10	R\$ 2.359,26	R\$ 12,23	R\$ 939,16	R\$ 93.403,08
6	24/04/2022	R\$ 1.344,32	R\$ 2.391,48	R\$ 13,34	R\$ 1.047,16	R\$ 91.982,98
7	24/05/2022	R\$ 1.416,98	R\$ 2.404,08	R\$ 15,74	R\$ 987,10	R\$ 90.638,66
8	24/06/2022	R\$ 1.385,25	R\$ 2.416,27	R\$ 17,15	R\$ 1.031,02	R\$ 89.221,68
9	24/07/2022	R\$ 1.395,13	R\$ 2.392,43	R\$ 19,05	R\$ 997,30	R\$ 87.836,43
10	24/08/2022	R\$ 1.425,03	R\$ 2.403,88	R\$ 21,21	R\$ 978,85	R\$ 86.441,30
11	24/09/2022	R\$ 1.375,98	R\$ 2.397,83	R\$ 20,64	R\$ 1.021,85	R\$ 85.016,27
12	24/10/2022	R\$ 1.482,95	R\$ 2.340,78	R\$ 22,24	R\$ 857,83	R\$ 83.640,29
13	24/11/2022	R\$ 1.435,63	R\$ 2.368,45	R\$ 21,53	R\$ 932,82	R\$ 82.157,34
14	24/12/2022	R\$ 1.427,23	R\$ 2.378,73	R\$ 21,41	R\$ 951,50	R\$ 80.721,71
15	24/01/2023	R\$ 1.492,64	R\$ 2.356,21	R\$ 22,39	R\$ 863,57	R\$ 79.294,48
16	24/02/2023	R\$ 1.466,68	R\$ 2.350,04	R\$ 22,00	R\$ 883,36	R\$ 77.801,84
17	24/03/2023	R\$ 1.529,99	R\$ 2.328,25	R\$ 22,95	R\$ 798,26	R\$ 76.335,16
18	24/04/2023	R\$ 1.488,05	R\$ 2.307,25	R\$ 22,32	R\$ 819,20	R\$ 74.805,17
19	24/05/2023	R\$ 1.515,59	R\$ 2.331,03	R\$ 22,73	R\$ 815,44	R\$ 73.317,12
20	24/06/2023	R\$ 1.476,31	R\$ 2.339,32	R\$ 22,14	R\$ 863,01	R\$ 71.801,53
21	24/07/2023	R\$ 1.568,68	R\$ 2.304,09	R\$ 23,53	R\$ 735,41	R\$ 70.325,22
22	24/08/2023	R\$ 1.531,18	R\$ 2.339,56	R\$ 22,97	R\$ 808,38	R\$ 68.756,54
23	24/09/2023	R\$ 1.526,58	R\$ 2.305,44	R\$ 22,90	R\$ 778,86	R\$ 67.225,36
24	24/10/2023	R\$ 1.583,31	R\$ 2.285,56	R\$ 23,75	R\$ 702,25	R\$ 65.698,78
25	24/11/2023	R\$ 1.564,28	R\$ 2.292,24	R\$ 23,46	R\$ 727,96	R\$ 64.115,47
26	24/12/2023	R\$ 1.560,99	R\$ 2.285,69	R\$ 23,41	R\$ 724,70	R\$ 62.551,19
27	24/01/2024	R\$ 1.614,72	R\$ 2.266,64	R\$ 24,22	R\$ 651,92	R\$ 60.990,20
28	24/02/2024	R\$ 1.570,66	R\$ 2.272,35	R\$ 23,56	R\$ 701,69	R\$ 59.375,48
29	24/03/2024	R\$ 1.649,30	R\$ 2.253,78	R\$ 24,74	R\$ 604,48	R\$ 57.804,82
30	24/04/2024	R\$ 1.634,00	R\$ 2.258,57	R\$ 24,51	R\$ 624,57	R\$ 56.155,52
31	24/05/2024	R\$ 1.645,27	R\$ 2.251,66	R\$ 24,68	R\$ 606,39	R\$ 54.521,52
32	24/06/2024	R\$ 1.644,42	R\$ 2.234,12	R\$ 24,67	R\$ 589,70	R\$ 52.876,25
33	24/07/2024	R\$ 1.667,97	R\$ 2.248,10	R\$ 25,02	R\$ 580,13	R\$ 51.231,83
34	24/08/2024	R\$ 1.645,15	R\$ 2.250,86	R\$ 24,68	R\$ 605,71	R\$ 49.563,86
35	24/09/2024	R\$ 1.701,89	R\$ 2.223,75	R\$ 25,53	R\$ 521,86	R\$ 47.918,71
36	24/10/2024	R\$ 1.702,58	R\$ 2.225,95	R\$ 25,54	R\$ 523,34	R\$ 46.216,82
37	24/11/2024	R\$ 1.693,77	R\$ 2.209,50	R\$ 25,41	R\$ 515,73	R\$ 44.514,24
38	24/12/2024	R\$ 1.735,89	R\$ 2.202,22	R\$ 26,04	R\$ 466,33	R\$ 42.820,47
39	24/01/2025	R\$ 1.728,51	R\$ 2.194,98	R\$ 25,93	R\$ 466,47	R\$ 41.084,58
40	24/02/2025	R\$ 1.740,83	R\$ 2.187,67	R\$ 26,11	R\$ 446,84	R\$ 39.356,07
41	24/03/2025	R\$ 1.779,29	R\$ 2.157,49	R\$ 26,69	R\$ 378,20	R\$ 37.615,24
42	24/04/2025	R\$ 1.765,93	R\$ 2.172,81	R\$ 26,49	R\$ 406,88	R\$ 35.835,95
43	24/05/2025	R\$ 1.770,66	R\$ 2.165,38	R\$ 26,56	R\$ 394,72	R\$ 34.070,02
44	24/06/2025	R\$ 1.806,06	R\$ 2.151,30	R\$ 27,09	R\$ 345,23	R\$ 32.299,36

45	24/07/2025	R\$ 1.811,07	R\$ 2.156,35	R\$ 27,17	R\$ 345,28	R\$ 30.493,30
46	24/08/2025	R\$ 1.810,32	R\$ 2.148,40	R\$ 27,15	R\$ 338,08	R\$ 28.682,23
47	24/09/2025	R\$ 1.836,06	R\$ 2.140,34	R\$ 27,54	R\$ 304,28	R\$ 26.871,91
48	24/10/2025	R\$ 1.848,72	R\$ 2.132,21	R\$ 27,73	R\$ 283,49	R\$ 25.035,85
49	24/11/2025	R\$ 1.856,13	R\$ 2.119,39	R\$ 27,84	R\$ 263,26	R\$ 23.187,13
50	24/12/2025	R\$ 1.874,29	R\$ 2.115,81	R\$ 28,11	R\$ 241,52	R\$ 21.331,00
51	24/01/2026	R\$ 1.873,74	R\$ 2.103,66	R\$ 28,11	R\$ 229,92	R\$ 19.456,71
52	24/02/2026	R\$ 1.904,21	R\$ 2.088,60	R\$ 28,56	R\$ 184,39	R\$ 17.582,97
53	24/03/2026	R\$ 1.920,52	R\$ 2.084,47	R\$ 28,81	R\$ 163,95	R\$ 15.678,76
54	24/04/2026	R\$ 1.923,36	R\$ 2.079,56	R\$ 28,85	R\$ 156,20	R\$ 13.758,24
55	24/05/2026	R\$ 1.937,08	R\$ 2.069,05	R\$ 29,06	R\$ 131,97	R\$ 11.834,88
56	24/06/2026	R\$ 1.953,18	R\$ 2.063,26	R\$ 29,30	R\$ 110,08	R\$ 9.897,80
57	24/07/2026	R\$ 1.966,65	R\$ 2.056,60	R\$ 29,50	R\$ 89,95	R\$ 7.944,62
58	24/08/2026	R\$ 1.978,84	R\$ 2.046,69	R\$ 29,68	R\$ 67,85	R\$ 5.977,97
59	24/09/2026	R\$ 1.992,95	R\$ 2.039,14	R\$ 29,89	R\$ 46,19	R\$ 3.999,13
60	24/10/2026	R\$ 2.006,18	R\$ 2.029,40	R\$ 30,07	R\$ 23,22	R\$ 2.006,18
Total		R\$97.425,24	R\$135.635,28	R\$1.398,85	R\$38.210,00	

Fonte: Autor (2023)

APÊNDICE B – FLUXO DE CAIXA LIVRE

Cálculo Fluxo de Caixa Livre											
Ano	(+/-) invest. Desinvest.	Ganho prod. de energia	(-) Financ. das placas—	(-) Manut.	(-) Depre.	(=) Ganho Líqu. Tribut.	(-) Imposto de renda	(=) Ganho Líquido	(+) Deprec.	(=) FCO	(=) FCL
0	R\$ 97.425,24										-R\$ 97.425,24
1		R\$ 34.887,47	R\$ 29.663,36	R\$ 1.200,00	R\$ 9.742,52	-R\$ 5.718,41		-R\$ 5.718,41	R\$ 9.742,52	R\$ 4.024,11	R\$ 4.024,11
2		R\$ 34.887,47	R\$ 27.993,93	R\$ 1.200,00	R\$ 9.742,52	-R\$ 4.048,98		-R\$ 4.048,98	R\$ 9.742,52	R\$ 5.693,54	R\$ 5.693,54
3		R\$ 34.887,47	R\$ 27.063,71	R\$ 1.200,00	R\$ 9.742,52	-R\$ 3.118,76		-R\$ 3.118,76	R\$ 9.742,52	R\$ 6.623,76	R\$ 6.623,76
4		R\$ 34.887,47	R\$ 26.018,65	R\$ 1.200,00	R\$ 9.742,52	-R\$ 2.073,70		-R\$ 2.073,70	R\$ 9.742,52	R\$ 7.668,82	R\$ 7.668,82
5		R\$ 34.887,47	R\$ 24.895,63	R\$ 1.200,00	R\$ 9.742,52	-R\$ 950,68		-R\$ 950,68	R\$ 9.742,52	R\$ 8.791,84	R\$ 8.791,84
6		R\$ 34.887,47		R\$ 1.200,00	R\$ 9.742,52	R\$ 23.944,95	R\$ 6.584,86	R\$ 17.360,09	R\$ 9.742,52	R\$ 27.102,61	R\$ 27.102,61
7		R\$ 34.887,47		R\$ 1.200,00	R\$ 9.742,52	R\$ 23.944,95	R\$ 6.584,86	R\$ 17.360,09	R\$ 9.742,52	R\$ 27.102,61	R\$ 27.102,61
8		R\$ 34.887,47		R\$ 1.200,00	R\$ 9.742,52	R\$ 23.944,95	R\$ 6.584,86	R\$ 17.360,09	R\$ 9.742,52	R\$ 27.102,61	R\$ 27.102,61
9		R\$ 34.887,47		R\$ 1.200,00	R\$ 9.742,52	R\$ 23.944,95	R\$ 6.584,86	R\$ 17.360,09	R\$ 9.742,52	R\$ 27.102,61	R\$ 27.102,61
10		R\$ 34.887,47		R\$ 1.200,00	R\$ 9.742,52	R\$ 23.944,95	R\$ 6.584,86	R\$ 17.360,09	R\$ 9.742,52	R\$ 27.102,61	R\$ 27.102,61
11		R\$ 34.887,47		R\$ 1.200,00		R\$ 33.687,47	R\$ 9.264,05	R\$ 24.423,42	R\$ 0,00	R\$ 24.423,42	R\$ 24.423,42
12		R\$ 34.887,47		R\$ 1.200,00		R\$ 33.687,47	R\$ 9.264,05	R\$ 24.423,42	R\$ 0,00	R\$ 24.423,42	R\$ 24.423,42
13		R\$ 34.887,47		R\$ 1.200,00		R\$ 33.687,47	R\$ 9.264,05	R\$ 24.423,42	R\$ 0,00	R\$ 24.423,42	R\$ 24.423,42
14		R\$ 34.887,47		R\$ 1.200,00		R\$ 33.687,47	R\$ 9.264,05	R\$ 24.423,42	R\$ 0,00	R\$ 24.423,42	R\$ 24.423,42
15		R\$ 34.887,47		R\$ 1.200,00		R\$ 33.687,47	R\$ 9.264,05	R\$ 24.423,42	R\$ 0,00	R\$ 24.423,42	R\$ 24.423,42
16		R\$ 34.887,47		R\$ 1.200,00		R\$ 33.687,47	R\$ 9.264,05	R\$ 24.423,42	R\$ 0,00	R\$ 24.423,42	R\$ 24.423,42
17		R\$ 34.887,47		R\$ 1.200,00		R\$ 33.687,47	R\$ 9.264,05	R\$ 24.423,42	R\$ 0,00	R\$ 24.423,42	R\$ 24.423,42
18		R\$ 34.887,47		R\$ 1.200,00		R\$ 33.687,47	R\$ 9.264,05	R\$ 24.423,42	R\$ 0,00	R\$ 24.423,42	R\$ 24.423,42
19		R\$ 34.887,47		R\$ 1.200,00		R\$ 33.687,47	R\$ 9.264,05	R\$ 24.423,42	R\$ 0,00	R\$ 24.423,42	R\$ 24.423,42
20		R\$ 34.887,47		R\$ 1.200,00		R\$ 33.687,47	R\$ 9.264,05	R\$ 24.423,42	R\$ 0,00	R\$ 24.423,42	R\$ 24.423,42
21		R\$ 34.887,47		R\$ 1.200,00		R\$ 33.687,47	R\$ 9.264,05	R\$ 24.423,42	R\$ 0,00	R\$ 24.423,42	R\$ 24.423,42
22		R\$ 34.887,47		R\$ 1.200,00		R\$ 33.687,47	R\$ 9.264,05	R\$ 24.423,42	R\$ 0,00	R\$ 24.423,42	R\$ 24.423,42
23		R\$ 34.887,47		R\$ 1.200,00		R\$ 33.687,47	R\$ 9.264,05	R\$ 24.423,42	R\$ 0,00	R\$ 24.423,42	R\$ 24.423,42
24		R\$ 34.887,47		R\$ 1.200,00		R\$ 33.687,47	R\$ 9.264,05	R\$ 24.423,42	R\$ 0,00	R\$ 24.423,42	R\$ 24.423,42
25	R\$ 315.140,85	R\$ 34.887,47		R\$ 1.200,00		R\$ 33.687,47	R\$ 9.264,05	R\$ 24.423,42	R\$ 0,00	R\$ 24.423,42	R\$ 339.564,26

Fonte: Autor (2023)