



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO PRÓ-REITORIA DE  
GRADUAÇÃO  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIAS CURSO DE ENGENHARIA ELÉTRICA

ANTONIO ARIEL CARDOSO DE OLIVEIRA

**ESTUDO DE VIABILIDADE ECONÔMICA PARA INTRODUÇÃO DE UM SISTEMA  
DE ENERGIA FOTOVOLTAICA EM UMA SERRARIA LOCALIZADA EM FELIPE  
GUERRA/RN**

CARAÚBAS

2024

ANTONIO ARIEL CARDOSO DE OLIVEIRA

**ESTUDO DE VIABILIDADE ECONÔMICA PARA INTRODUÇÃO DE UM SISTEMA  
DE ENERGIA FOTOVOLTAICA EM UMA SERRARIA LOCALIZADA EM FELIPE  
GUERRA/RN**

Monografia apresentada a Universidade  
Federal Rural do Semi-Árido como  
requisito para obtenção do título de  
Engenheiro Eletricista.

Orientador: Prof. Me. José Ailton Leão  
Barboza Júnior

CARAÚBAS

2024

© Todos os direitos estão reservados a Universidade Federal Rural do Semi-Árido. O conteúdo desta obra é de inteira responsabilidade do (a) autor (a), sendo o mesmo, passível de sanções administrativas ou penais, caso sejam infringidas as leis que regulamentam a Propriedade Intelectual, respectivamente, Patentes: Lei nº 9.279/1996 e Direitos Autorais: Lei nº 9.610/1998. O conteúdo desta obra tomar-se-á de domínio público após a data de defesa e homologação da sua respectiva ata. A mesma poderá servir de base literária para novas pesquisas, desde que a obra e seu (a) respectivo (a) autor (a) sejam devidamente citados e mencionados os seus créditos bibliográficos.

O48e      Oliveira, Antonio Ariel Cardoso de .  
             ESTUDO DE VIABILIDADE ECONÔMICA PARA INTRODUÇÃO  
             DE UM SISTEMA DE ENERGIA FOTOVOLTAICA EM UMA  
             SERRARIA LOCALIZADA EM FELIPE GUERRA/RN /  
             Antonio Ariel Cardoso de Oliveira. - 2024.  
             40 f. : il.

             Orientador: José Ailton Leão Barboza Júnior.  
             Monografia (graduação) - Universidade Federal  
             Rural do Semi-árido, Curso de Engenharia  
             Elétrica, 2024.

             1. viabilidade econômica. 2. energia  
             fotovoltaica. 3. sustentabilidade. I. Júnior,  
             José Ailton Leão Barboza, orient. II. Título.

Ficha catalográfica elaborada por sistema gerador automático em conformidade  
com AACR2 e os dados fornecidos pelo(a) autor(a).  
Biblioteca Campus Caraúbas  
Bibliotecária: Dalvanira Brito Rodrigues  
CRB: 15/700

O serviço de Geração Automática de Ficha Catalográfica para Trabalhos de Conclusão de Curso (TCC's) foi desenvolvido pelo Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação da Universidade de São Paulo (USP) e gentilmente cedido para o Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (SISBI-UFERSA), sendo customizado pela Superintendência de Tecnologia da Informação e Comunicação (SUTIC) sob orientação dos bibliotecários da instituição para ser adaptado às necessidades dos alunos dos Cursos de Graduação e Programas de Pós-Graduação da Universidade.

ANTONIO ARIEL CARDOSO DE OLIVEIRA

**ESTUDO DE VIABILIDADE ECONÔMICA PARA INTRODUÇÃO DE UM SISTEMA  
DE ENERGIA FOTOVOLTAICA EM UMA SERRARIA LOCALIZADA EM FELIPE  
GUERRA/RN**

Monografia apresentada a Universidade  
Federal Rural do Semi-Árido como  
requisito para obtenção do título de  
Engenheiro Eletricista.

Defendida em: 16 / 04 / 2024.

**BANCA EXAMINADORA**

Documento assinado digitalmente  
 JOSE AILTON LEO BARBOZA JUNIOR  
Data: 24/04/2024 18:27:25-0300  
Verifique em <https://validar.itl.gov.br>

---

Prof. Me. José Ailton Leão Barboza Júnior, (UFERSA)  
Presidente

Documento assinado digitalmente  
 HUGO MICHEL CAMARA DE AZEVEDO MAIA  
Data: 23/04/2024 17:40:41-0300  
Verifique em <https://validar.itl.gov.br>

---

Prof. Dr. Hugo Michel Câmara de Azevedo Maia, (UFERSA)  
Membro Examinador Interno

Documento assinado digitalmente  
 GILCELIA DE LIRA LOPES  
Data: 23/04/2024 20:29:41-0300  
Verifique em <https://validar.itl.gov.br>

---

Bela. Gilcelia de Lira Lopes, (UnP)  
Membro Examinador Externo

## AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço a Deus, a fonte de toda sabedoria e fortaleza, por guiar meus passos ao longo desta jornada acadêmica. Sua graça e misericórdia foram luzes constantes nos momentos de desafio, e Sua orientação foi a bússola que direcionou cada etapa deste trabalho.

À minha amada família, especialmente meus pais, Antônio Alves e Vera Rúbia, expresso meu eterno agradecimento. Seu amor incondicional, apoio inabalável e constante encorajamento foram alicerces cruciais para superar os obstáculos e alcançar este marco. Cada conquista é compartilhada com vocês.

À minha querida namorada, Adrielle Gomes, agradeço por ser minha companheira incansável nesta jornada. Seu apoio emocional, compreensão e paciência foram a inspiração que impulsionou meu esforço diário. Compartilhar esse momento contigo tornou cada desafio mais significativo e cada vitória mais doce.

Ao meu dedicado orientador, José Ailton, expresso minha sincera gratidão. Sua orientação sábia e comprometimento foram cruciais para o desenvolvimento deste trabalho. Agradeço por ser um mentor exemplar.

À Universidade Rural do Semi-Árido (UFERSA), agradeço pela oportunidade de aprendizado e pelos recursos oferecidos. Agradeço também a todos os professores e colaboradores que, direta ou indiretamente, contribuíram para minha formação acadêmica.

A todos os amigos, colegas e a cada pessoa que, de alguma forma, colaborou indiretamente, meu profundo agradecimento. Suas trocas de experiências e apoio mútuo foram parte integrante desta jornada.

*“O sucesso é a soma de pequenos esforços  
repetidos dia após dia”*

*Robert Collier*

## RESUMO

Esta monografia aborda a intrincada questão da viabilidade econômica na implementação de um sistema de energia fotovoltaica em uma serraria situada na cidade de Felipe Guerra. Em um cenário no qual a sustentabilidade e a eficiência energética emergem como pilares fundamentais, a pesquisa concentra-se na análise criteriosa das variáveis financeiras essenciais para uma decisão estratégica fundamentada. A pesquisa adota uma abordagem analítica, focalizando variáveis críticas, tais como a Taxa Mínima de Atratividade (TMA), a Taxa Interna de Retorno (TIR), o Valor Presente Líquido (VPL) e o *Payback* descontado. Estas métricas são fundamentais para uma avaliação abrangente e detalhada dos aspectos econômicos associados à transição para a energia solar. Ao delinear projeções financeiras ancoradas em modelos matemáticos, a pesquisa busca oferecer uma visão dos impactos econômicos resultantes da adoção de energia solar na serraria em questão. A análise abrange desde os investimentos iniciais até os retornos financeiros ao longo do tempo, considerando os descontos apropriados para as taxas de atratividade. Os resultados esperados desta investigação não apenas visam orientar a tomada de decisões estratégicas para a serraria em questão, mas também contribuir para o panorama mais amplo da integração de tecnologias sustentáveis em setores industriais. A implementação efetiva do sistema de energia solar não só é projetada para fornecer ganhos financeiros, mas também visa fortalecer a posição da serraria como um agente comprometido com a responsabilidade socioambiental, em consonância com as expectativas contemporâneas de desenvolvimento sustentável. Sendo assim possível identificar que a implementação do sistema fotovoltaico é viável, economicamente falando. No entanto, é pertinente notar que, embora os dados e análises apontem inequivocamente para a vantagem econômica da adoção do sistema fotovoltaico, ainda persiste a ausência de sua instalação pela serraria.

**Palavras-chave:** viabilidade econômica; energia fotovoltaica; sustentabilidade.

## ABSTRACT

This monograph addresses the intricate issue of economic viability in implementing a photovoltaic energy system in a sawmill located in the city of Felipe Guerra. In a scenario in which sustainability and energy efficiency emerge as fundamental pillars, the research focuses on the careful analysis of the financial variables essential for a well-founded strategic decision. The research adopts an analytical approach, focusing on critical variables, such as the Minimum Attractive Rate (MAR), the Internal Rate of Return (IRR), the Net Present Value (NPV) and the Discounted Payback. These metrics are fundamental for a comprehensive and detailed assessment of the economics associated with the transition to solar energy. By outlining financial projections anchored in mathematical models, the research seeks to offer a vision of the economic impacts resulting from the adoption of solar energy at the sawmill in question. The analysis covers everything from initial investments to financial returns over time, considering appropriate discounts for attractiveness rates. The expected results of this investigation not only aim to guide strategic decision-making for the sawmill in question, but also contribute to the broader panorama of the integration of sustainable technologies in industrial sectors. The effective implementation of the solar energy system is not only designed to provide financial gains, but also aims to strengthen the sawmill's position as an agent committed to socio-environmental responsibility, in line with contemporary expectations of sustainable development. Therefore, it is possible to identify that the implementation of the photovoltaic system is viable, economically speaking. However, it is pertinent to note that, although the data and analyses unequivocally indicate the economic advantage of adopting the photovoltaic system, the installation of it by the sawmill still remains absent.

**Keywords:** economic viability; photovoltaics; sustainability

## LISTA DE FIGURAS

|          |   |                                                    |    |
|----------|---|----------------------------------------------------|----|
| Figura 1 | – | Representação da célula e módulo fotovoltaico..... | 18 |
| Figura 2 | – | Composição da tarifa brasileira.....               | 20 |
| Figura 3 | – | Diagrama de perdas.....                            | 29 |

## LISTA DE GRÁFICOS

|           |   |                                                                               |    |
|-----------|---|-------------------------------------------------------------------------------|----|
| Gráfico 1 | – | Projeção da economia de implementação do sistema fotovoltaico em 25 anos..... | 33 |
|-----------|---|-------------------------------------------------------------------------------|----|

## LISTA DE QUADROS

|          |   |                                 |    |
|----------|---|---------------------------------|----|
| Quadro 1 | – | Critério de decisão de VPL..... | 22 |
| Quadro 2 | – | Equipamentos escolhidos.....    | 31 |

## LISTA DE TABELAS

|          |   |                                                                         |    |
|----------|---|-------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabela 1 | – | Percentual de cobrança gradual do fio B.....                            | 19 |
| Tabela 2 | – | Irradiação solar diária em kWh/m <sup>2</sup> em Felipe Guerra/RN ..... | 27 |
| Tabela 3 | – | Consumo de energia elétrica em kWh no período de um ano.....            | 28 |
| Tabela 4 | – | Análise financeira do investimento em 10 anos.....                      | 33 |

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

|        |                                             |
|--------|---------------------------------------------|
| IEA    | <i>International Energy Agency</i>          |
| EPE    | Empresa de Energia Energética               |
| ANEEL  | Agência Nacional de Energia Elétrica        |
| TMA    | Taxa Mínima de Atratividade                 |
| TIR    | Taxa Interna de Retorno                     |
| VPL    | Valor Presente Líquido                      |
| GW     | GigaWatts                                   |
| COSERN | Companhia Energética do Rio Grande do Norte |

## LISTA DE SÍMBOLOS

|    |                  |
|----|------------------|
| ®  | Marca registrada |
| %  | Porcentagem      |
| \$ | Cifrão           |

## SUMÁRIO

|            |                                                |           |
|------------|------------------------------------------------|-----------|
| <b>1</b>   | <b>INTRODUÇÃO .....</b>                        | <b>14</b> |
| <b>2</b>   | <b>OBJETIVOS .....</b>                         | <b>16</b> |
| <b>2.1</b> | <b>Objetivos gerais .....</b>                  | <b>16</b> |
| <b>2.2</b> | <b>Objetivos específicos .....</b>             | <b>16</b> |
| <b>3</b>   | <b>FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....</b>              | <b>17</b> |
| <b>3.1</b> | <b>Energia solar fotovoltaica.....</b>         | <b>17</b> |
| <b>3.2</b> | <b>Módulos fotovoltaicos .....</b>             | <b>17</b> |
| <b>3.3</b> | <b>Inversores.....</b>                         | <b>18</b> |
| <b>3.4</b> | <b>Marco legal da geração distribuída.....</b> | <b>18</b> |
| <b>3.5</b> | <b>Estudo de caso.....</b>                     | <b>20</b> |
| 3.5.1      | TMA .....                                      | 20        |
| 3.5.2      | TIR .....                                      | 21        |
| 3.5.3      | VPL .....                                      | 21        |
| 3.5.4      | <i>Payback</i> descontado.....                 | 22        |
| <b>4</b>   | <b>METODOLOGIA.....</b>                        | <b>24</b> |
| <b>4.1</b> | <b>Dados da empresa.....</b>                   | <b>24</b> |
| <b>4.2</b> | <b>Modelagem do negócio.....</b>               | <b>24</b> |
| <b>4.3</b> | <b>Consultoria ao mercado.....</b>             | <b>25</b> |
| <b>5</b>   | <b>RESULTADOS E DISCUSSÕES .....</b>           | <b>27</b> |
| <b>5.1</b> | <b>Irradiação solar média.....</b>             | <b>27</b> |
| <b>5.2</b> | <b>Histórico de consumo do cliente.....</b>    | <b>27</b> |
| <b>5.3</b> | <b>Área e sombreamento.....</b>                | <b>28</b> |
| <b>5.4</b> | <b>Cálculo de perdas do sistema.....</b>       | <b>29</b> |
| <b>5.5</b> | <b>Cálculo de geração do sistema.....</b>      | <b>30</b> |
| <b>5.6</b> | <b>Escolha dos equipamentos.....</b>           | <b>30</b> |
| <b>5.7</b> | <b>Análise financeira.....</b>                 | <b>31</b> |
| <b>6</b>   | <b>CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>               | <b>35</b> |
|            | <b>REFERÊNCIAS .....</b>                       | <b>37</b> |

## 1 INTRODUÇÃO

A eletricidade é essencial para a vida humana e está intimamente ligada ao progresso industrial, sendo fundamental para diversas necessidades da sociedade, como iluminação, conservação de alimentos, aquecimento e operação de dispositivos eletrônicos. Para garantir que ela chegue aos lares, empresas e estabelecimentos comerciais, é necessário captar e distribuir essa energia. Ela é gerada a partir de diferentes fontes, conhecidas como fontes de energia, e a combinação dessas fontes disponíveis em um país é chamada de matriz energética, responsável por essa distribuição (RIBEIRO, 2023).

A composição da matriz energética se categoriza em dois grupos: renováveis e não renováveis. Conforme informações fornecidas pela *International Energy Agency* - IEA (2020), a maior parte do consumo global é proveniente de fontes não renováveis, incluindo gás natural, petróleo e seus derivados, carvão mineral, entre outros. Isso implica que mais de 70% da energia gerada resulta de fontes poluentes, contribuindo para o aumento do aquecimento global e a emissão de gases de efeito estufa. No entanto, no cenário brasileiro, a Empresa de Pesquisa Energética - EPE destaca o predomínio do uso de fontes renováveis, como energia solar, eólica e hidrelétrica. Além de proporcionar economia nos custos operacionais, essas fontes são sustentáveis e emitem menos gases de efeito estufa, sendo que mais de 50% da produção nacional advém de usinas hidrelétricas (EPE, 2022).

Por outro lado, a presença e a importância da energia solar no país está em constante crescimento. Segundo a Associação Brasileira de Energia Solar Fotovoltaica - ABSOLAR (2022), a energia solar fotovoltaica registrou um aumento significativo de 84% no ano de 2022. De acordo com informações da Agência Nacional de Energia Elétrica - ANEEL (2022), o Brasil atingiu a marca de 1,6 milhões de sistemas fotovoltaicos instalados, sendo 79% destinados a residências. Em seguida, as classes industriais, comerciais e rurais representam os sistemas de geração solar distribuída (GD) no país. Essa expansão resulta em uma economia de até 90% no custo da conta de energia para os consumidores, conforme destacado pela ABSOLAR.

Diante dessa situação, é importante destacar um desafio significativo enfrentado pelo setor industrial, relacionado ao elevado consumo de energia. Muitas empresas enfrentam custos energéticos elevados devido aos seus equipamentos, impactando diretamente no preço final do produto, representando aproximadamente 15% dos custos fixos. A adoção de sistemas de energia solar fotovoltaica implica em um investimento inicial considerável, e o retorno sobre esse investimento ocorre em um período que varia de médio a longo prazo. Essa demora no retorno financeiro pode gerar resistência ao investimento. No entanto, vale ressaltar que a instalação de energia solar fotovoltaica se destaca como uma referência na empresa, contribuindo para a redução dos custos operacionais.

Nesse contexto, a pergunta central deste estudo é como elaborar um projeto que empregue a energia fotovoltaica na indústria para alcançar economia financeira. O intuito da pesquisa é avaliar a viabilidade econômico-financeira da implementação de painéis solares em uma serraria na cidade de Felipe Guerra/RN, buscando benefícios financeiros decorrentes dessa adoção.

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo geral**

O presente trabalho de conclusão de curso aborda a problemática da análise da viabilidade econômica da instalação de um sistema fotovoltaico em uma serraria localizada na cidade de Felipe Guerra/RN.

### **2.2 Objetivos específicos**

A pesquisa busca compreender os desafios e oportunidades associados a esse processo, considerando o contexto específico da região. Questões cruciais incluem o impacto financeiro da adoção da energia solar, os benefícios econômicos a longo prazo.

### **3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA**

#### **3.1 A energia solar fotovoltaica**

A energia solar fotovoltaica é a energia obtida através da conversão direta da luz em eletricidade (Efeito Fotovoltaico), sendo a célula fotovoltaica, um dispositivo com material semicondutor é a unidade fundamental desse processo de conversão (PINHO, GALDINO, 2014, p. 50).

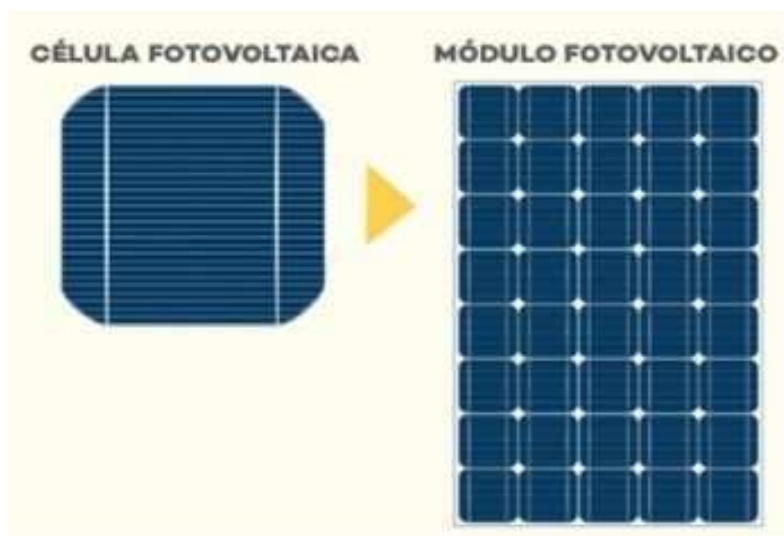
No processo do efeito fotovoltaico, a energia elétrica é gerada pela interação dos fótons da radiação solar com um material semicondutor, que passa por um processo prévio de purificação e dopagem. Este material semicondutor é o elemento central das células solares convencionais, as quais, quando conectadas em série, formam o cerne dos painéis solares utilizados para a captação de energia solar (BRASIL, et al., 2023).

De acordo com informações divulgadas pela ABSOLAR (2023), a energia solar fotovoltaica alcançou a notável marca de 22,3 gigawatts (GW) de potência gerada no Brasil durante o ano de 2022, representando um marco histórico para o setor. Essa conquista posiciona a energia solar fotovoltaica em um patamar que poderá superar a geração eólica no corrente ano. Adicionalmente, a associação projeta um crescimento expressivo de 42% na capacidade da energia solar fotovoltaica até 2023.

#### **3.2 Módulos fotovoltaicos**

Nessa situação, a energia solar fotovoltaica é obtida mediante a conversão da luz solar em eletricidade por meio do efeito fotovoltaico, cuja descoberta é creditada ao físico Alexandre-Edmond Becquerel em 1839. Esse fenômeno destaca a capacidade da célula solar, um dispositivo elétrico, de transformar a luz em energia elétrica, conforme destacado pela NEOSOLAR (2021). A figura 1 representa a célula e o módulo fotovoltaico.

Figura 1: Representação da célula e módulo fotovoltaico.



Fonte: (NEOSOLAR, 2021).

### 3.3 Inversores

Os dispositivos de conversão de energia, conhecidos como inversores, desempenham um papel fundamental na transformação da corrente contínua gerada pelos painéis fotovoltaicos em corrente alternada, pronta para ser integrada à rede elétrica. Esses inversores são geralmente classificados em dois tipos principais: tiristores e transistores. Enquanto os tiristores são componentes semicondutores que operam com base na realimentação regenerativa de uma junção PNPN, os transistores são semicondutores que utilizam junções PNP ou NPN e têm a capacidade de operar em três zonas distintas: corte, saturação e ativa (RAMPINELLI et al., 2013; RAMPINELLI, 2010).

### 3.4 Marco legal da geração distribuída

A tarifa do Fio B é um componente essencial na taxa aplicada à energia solar fotovoltaica, conforme estabelecido pelos regulamentos brasileiros. Esta tarifa diz respeito ao custo associado ao uso do sistema de distribuição de energia elétrica, compreendendo a transmissão e a distribuição do excedente de energia gerado pelas instalações solares conectadas à rede (ANEEL, 2022).

Segundo, REPLACE (2023), o projeto de Lei 5829/19, convertido na Lei Ordinária 14300/2022, introduz uma transição na cobrança de encargos e tarifas de uso dos sistemas de transmissão e distribuição para microgeradores de energia. Isso implica que o retorno do investimento na adoção da energia solar fotovoltaica por consumidores residenciais e comerciais será determinado pelo ano de instalação a partir da promulgação da lei. Para os que optarem pela geração de energia solar após janeiro de 2023, a cobrança pelo uso da rede de distribuição será implementada gradualmente, com a aplicação progressiva da tarifa do fio B, caracterizada por um aumento percentual ao longo do tempo, conforme detalhado na Tabela 1.

Tabela 1: Percentual de cobrança gradual do fio B

| <b>2023</b>  | <b>2024</b>  | <b>2025</b>  | <b>2026</b>  | <b>2027</b>  | <b>2028</b>  | <b>2029 (*)</b> |
|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|-----------------|
| 15% do fio B | 30% do fio B | 45% do fio B | 60% do fio B | 75% do fio B | 90% do fio B | Nova regra      |

Fonte: Adaptado de MENEZES (2022).

O fio B já é um componente da tarifa de energia do consumidor brasileiro, o que muda é que agora ela passa a ser acrescentada também à tarifa para instalações fotovoltaicas. Conforme observado por Greener (2023), a estrutura tarifária da energia elétrica no contexto brasileiro se desdobra em duas vertentes essenciais: a Tarifa de Energia (TE) e a Tarifa de Uso do Sistema de Distribuição (TUSD). Adicionalmente, sobre esses componentes, são aplicados os encargos tributários conhecidos como PIS/CONFINS e ICMS, como ilustrado na figura 2 a seguir, apresentado a seguir.

Figura 2: Composição da tarifa brasileira.

|        |             |                      |
|--------|-------------|----------------------|
| TARIFA | TE<br>44%   | ENCARGOS 3,4%        |
|        |             | PERDAS 0,7%          |
|        |             | ENERGIA<br>38,6%     |
|        |             | TRANSPORTE 1%        |
|        | TUSD<br>56% | Encargos<br>11,3%    |
|        |             | PERDAS 7,1%          |
|        |             | TRANSPORTE<br>40,10% |

Fonte: Adaptado de Greener

### 3.5 Estudo de caso

Conforme Bastos, et al. (2022), a avaliação da viabilidade econômica tem como finalidade a análise da possibilidade de sucesso de um projeto. Em outras palavras, busca-se determinar a capacidade de um investimento em gerar fluxos de caixas positivos, visando proporcionar lucratividade e evitar resultados financeiros desfavoráveis. Portanto, o propósito dessa avaliação é identificar as vantagens potenciais que o investimento pode oferecer, comparando-as com os custos iniciais associados à sua implementação.

#### 3.5.1 TMA.

Segundo Camargo (2017), a TMA representa o valor mínimo que um investidor está disposto a obter ou o máximo que alguém está disposto a pagar ao realizar um financiamento. Este é um recurso valioso na tomada de decisão entre as opções de investimento disponíveis. Servindo como uma das primeiras ferramentas para avaliar a atratividade de um investimento, a TMA é calculada com base nas

principais taxas de juros praticadas pelo mercado. Atualmente essas taxas de maiores impactos são:

- a) SELIC – Sistema Especial de Liquidação e Custódia;
- b) TBF – Taxa Básica Financeira;
- c) TR – Taxa Referencial.

### 3.5.2 TIR.

A TIR é um indicador calculado com base em uma projeção hipotética de fluxo de caixa, que é uma ferramenta utilizada para monitorar a saúde financeira de uma empresa. Essa taxa é derivada ao considerar que o Valor Presente Líquido do projeto é igual a zero. A TIR é empregada para avaliar a viabilidade de um projeto, sendo calculada para um investimento que não gera impactos financeiros negativos nem positivos. (TRAUST, 2017).

Equação 1 – Equação matemática da TIR.

$$\sum_{i=1}^n \frac{Fci}{(1+TIR)^i} - (\text{investimento inicial}) = 0 \quad (\text{Equação 1})$$

Onde:

- a) FC = fluxos de caixa;
- b) n = período final o investimento;
- c) i = período de cada investimento.

### 3.5.3 VPL.

O VPL leva explicitamente em consideração o valor do dinheiro ao longo do tempo. Todas as abordagens desse tipo envolvem a aplicação de descontos aos fluxos de caixa da empresa, utilizando uma taxa específica que representa o retorno mínimo necessário para manter o valor de mercado do empreendimento (GITMAN, 2010).

Equação 2 – Equação matemática do VPL.

$$VPL = \sum_{t=1}^n \frac{FC_t}{(1+i)^t} \quad (\text{Equação 2})$$

Onde:

- a)  $i$  = TMA;
- b)  $t$  = período;
- c)  $FC_t$  = Fluxo de caixa período.

Gitman (2010), afirma que baseado no valor do VPL apresentado em cada estudo é possível estabelecer a viabilidade, conforme Quadro 1.

Quadro 1: Critério de decisão de VPL.

| VPL                | VIABILIDADE |
|--------------------|-------------|
| For maior que R\$0 | Viável      |
| For menor que R\$0 | Inviável    |

Fonte: (Autoria própria, 2024).

### 3.5.4 *Payback* descontado

O *payback*, um dos mais tradicionais indicadores utilizados na avaliação de projetos de investimento, desempenha um papel fundamental na tomada de decisões financeiras das empresas. Segundo Gitman (2010), o período de *payback* representa o tempo necessário para que o investimento inicial em um projeto seja recuperado através dos fluxos de caixa gerados. Este indicador, ao proporcionar uma visão clara sobre o prazo de retorno do capital investido, permite às organizações avaliar a rapidez com que poderão recuperar seus recursos financeiros.

Em uma análise mais aprofundada, Dassi *et al.* (2015) destacam a importância da TMA no cálculo do *payback*. Esta taxa, determinada pelo próprio investidor, reflete o retorno esperado sobre o investimento para compensar o risco

associado ao projeto. A aplicação da TMA no cálculo do *payback* permite uma avaliação mais precisa do período de retorno do investimento inicial, considerando os fatores de risco inerentes ao projeto.

## **4 METODOLOGIA**

A presente metodologia visa estabelecer um roteiro sistemático para a obtenção de dados junto à empresa alvo do estudo, visando o conhecimento detalhado do fluxo de caixa e do consumo de energia. Esses dados serão fundamentais para a análise da viabilidade da implementação de um sistema de energia fotovoltaica na serraria.

### **4.1 Dados da empresa**

Foi realizada uma análise preliminar da empresa alvo, identificando suas principais características, estrutura operacional e necessidades energéticas. Além disso, serão definidos os objetivos específicos do estudo e os parâmetros a serem considerados na análise de viabilidade.

Sendo assim elaborada uma análise detalhada das fontes de dados disponíveis na empresa, com foco nos registros financeiros e consumo de energia.

Com base nos dados coletados sobre o fluxo de caixa da empresa e o consumo de energia, será desenvolvida uma modelagem financeira para avaliar o impacto da implementação do sistema de energia fotovoltaica. Isso inclui a projeção de fluxos de caixa futuros, considerando os custos de investimento, economias geradas pela redução da conta de energia e outros custos e benefícios associados.

### **4.2 Modelagem do negócio**

Serão calculados os principais indicadores de viabilidade financeira, incluindo a TIR, VPL e Tempo de Retorno do Investimento (*payback*). Esses indicadores serão utilizados para avaliar a atratividade econômica do projeto de energia fotovoltaica em diferentes cenários. Tendo em vista o cenário brasileiro atual, foram estabelecidas as seguintes premissas: A TMA adotada foi de 10% ao ano. Com base na Taxa Selic e o contexto atual do país.

Por meio dessa metodologia, busca-se fornecer uma abordagem para a coleta de dados e análise de viabilidade da implementação de um sistema de

energia fotovoltaica em uma serraria na cidade de Felipe Guerra/RN. O objetivo final é auxiliar a empresa na tomada de decisão, fornecendo informações claras e embasadas para a adoção de medidas sustentáveis e economicamente viáveis.

Posteriormente, foi estabelecido pelo *software PVsyst*<sup>®</sup> a irradiação média diária ( $\text{Kh/m}^2$ ) para a localização geográfica da empresa alvo do estudo. Juntamente a isso, foi analisado a região onde as placas seriam dispostas, contemplado por uma área ampla de aproximadamente  $50 \text{ m}^2$  de telhado com inclinação de  $25^\circ$  graus. O estudo de área é de suma importância para identificar se a superfície que receberá os módulos fotovoltaicos é suficiente e se sofre com o sombreamento. Já que o sombreamento pode afetar até 75% na geração de energia solar, de acordo com Solar Brasil (2018).

### 4.3 Consultoria ao mercado

A busca por fontes de energia renovável tem se intensificado em diversos setores da economia, impulsionada pela crescente preocupação com a sustentabilidade ambiental e a necessidade de redução de custos operacionais. No contexto específico de uma serraria, situada na cidade de Felipe Guerra/RN, onde o consumo energético é caracterizado por pertencer ao setor de comércio, a implantação de um sistema fotovoltaico surge como uma alternativa promissora para atender às demandas energéticas de forma sustentável e econômica.

A consulta realizada à empresa Notech Energia Renovável revela um panorama do mercado de equipamentos para sistemas fotovoltaicos, essenciais para a implantação na serraria.

Para o cliente em questão, a implementação de um sistema fotovoltaico representa não apenas uma oportunidade de redução de custos operacionais, mas também um alinhamento com práticas sustentáveis. A Notech Energia Renovável, ao fornecer um orçamento dos equipamentos necessários, permite que seja possível realizar uma análise criteriosa do investimento inicial *versus* o retorno a longo prazo.

Portanto, a consulta à empresa torna-se um passo estratégico para a serraria, que visa estabelecer uma posição competitiva sólida no mercado. Optar por investir em energia solar não apenas demonstra uma escolha consciente em prol do

desenvolvimento sustentável, mas também oferece a oportunidade de colher benefícios econômicos significativos a longo prazo. Essa decisão não só contribui para a redução da emissão de carbono da serraria, mas também fortalece sua resiliência diante das flutuações dos preços de energia e às demandas crescentes por práticas sustentáveis por parte dos consumidores e reguladores. Assim, ao explorar a implementação de energia solar, a serraria está não apenas investindo em seu próprio futuro, mas também assumindo um papel proativo na construção de um ambiente econômico e ambientalmente mais saudável para as gerações futuras.

Tal pesquisa visa entender os desafios e as oportunidades inerentes a esse procedimento, levando em conta o contexto particular da região. Aspectos fundamentais englobam a análise do impacto financeiro da implementação da energia solar e a avaliação dos benefícios econômicos de longo prazo, para isso uma consultoria ao mercado, através da empresa Netech Energia Renovável, se faz imprescindível para o conhecimento dos custos operacionais que englobam todo o sistema fotovoltaico.

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.1 Irradiação solar média

Em um projeto fotovoltaico, a informação acerca da irradiação solar é essencial para a seleção adequada do local de instalação dos painéis solares. A variação sazonal e diurna da intensidade solar, aliada à influência de fatores climáticos e geográficos, como latitude, altitude, inclinação e orientação dos painéis, demanda uma análise meticulosa para garantir que o investimento adotado no sistema tenha bom proveito garantido um retorno sobre esse investimento.

Além disso, o conhecimento detalhado da irradiação solar subsidia a modelagem precisa do desempenho do sistema fotovoltaico por meio de softwares de simulação. O *software PVsyst*<sup>®</sup> é um exemplo dessas ferramentas, que possui um banco de dados com fatores climáticos e geográficos que possibilitam a obtenção da irradiação solar, demonstrado na tabela a seguir, na cidade alvo de estudo (Felipe Guerra/RN).

Tabela 2: Irradiação solar diária em KWh/m² mês em Felipe Guerra/RN.

| MÊS   | JAN   | FEV   | MAR   | ABR   | MAI   | JUN   | JUL   | AGO   | SET   | OUT   | NOV   | DEZ   |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Irra. | 179,1 | 155,3 | 177,1 | 164,2 | 155,5 | 141,2 | 148,2 | 177,9 | 184,1 | 190,3 | 194,7 | 182,7 |
| Solar |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| Média |       |       |       |       |       |       | 170,9 |       |       |       |       |       |

Fonte: (Autoria própria, 2024).

5.2 Histórico de consumo do cliente

A análise do histórico de consumo de energia dos clientes é uma prática comum e fundamental para diversos setores, incluindo empresas de serviços públicos, consultorias de energia e empresas de tecnologia. Esses dados fornecem conhecimentos valiosos sobre os padrões de consumo ao longo do tempo, permitindo a identificação de tendências sazonais, variações diárias e até mesmo anomalias que possam indicar desperdício ou problemas de eficiência.

Além disso, o histórico de consumo é crucial para o desenvolvimento de estratégias de gerenciamento de energia, planejamento de capacidade e previsão de demanda.

Na tabela a seguir foram retirados os dados referentes ao histórico de consumo da serraria com base na conta de energia fornecida pela concessionária local (COSERN).

Tabela 3: Consumo de energia elétrica em kWh no período de um ano.

| MÊS   | JAN /24 | DEZ /23 | NOV/ 23 | OUT /23 | SET /23 | AGO /23 | JUL /23 | JUN /23 | MAI /23 | ABR /23 | MAR /23 | FEV /23 | JAN /23 |
|-------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| kWh   | 510     | 538     | 495     | 435     | 542     | 418     | 428     | 433     | 450     | 410     | 421     | 455     | 426     |
| Média | 458,54  |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |

Fonte: (Autoria própria, 2024).

Porém, o cliente deseja um aumento futuro de carga e estipula que o sistema seja elaborado para um consumo médio anual de 500 kWh/mês ao invés dos 458,54 kWh/mês calculado.

5.3 Área e sombreamento

A análise da área é crucial para determinar a viabilidade da instalação dos módulos fotovoltaicos, garantindo que haja espaço adequado disponível. Além disso, essa avaliação permite entender como o peso será distribuído no telhado, o que é essencial para o planejamento preciso da quantidade de trilhos, parafusos e fixadores necessários para a montagem.

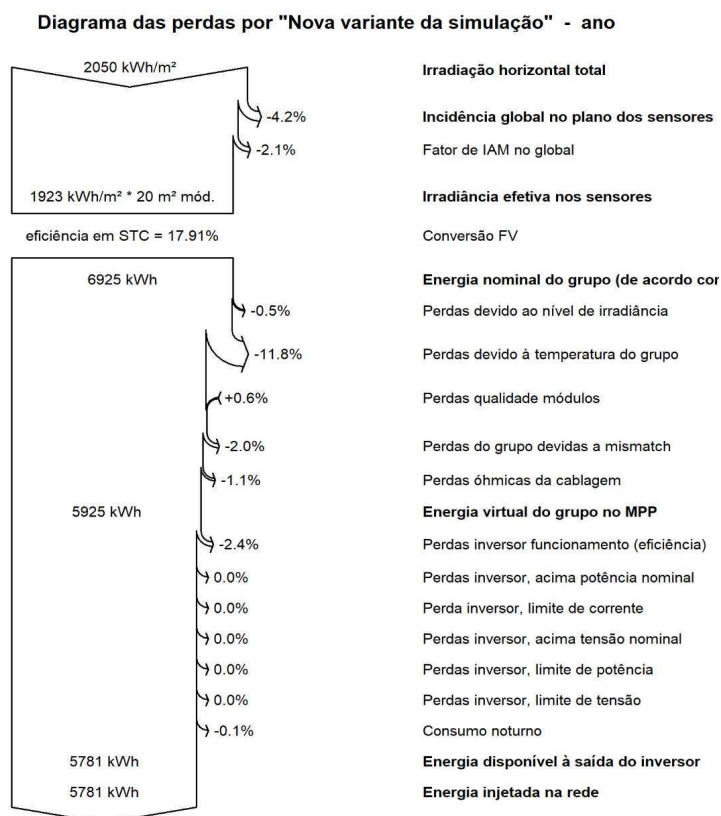
O estudo de sombreamento também é importante tendo em vista que o sistema de energia solar fotovoltaico é gerado em consequência da quantidade de luz solar que adquire. O prédio da empresa alvo do estudo possui elevação suficiente para que não haja interferência ocasionada por árvores ou residências próximas, o que faz que não ocorra perca por esse fator e aumenta a eficácia do sistema.

Tendo em vista os aspectos de área e sombreamento o galpão na qual a serraria se dispõe tem área de aproximadamente 50 m<sup>2</sup> e com elevação de aproximadamente 8 m, não tem em sua vizinhança regiões que comprometam o sombreamento em seu telhado com orientação voltada pro Norte possuindo inclinação de 25° graus. De acordo com o dimensionamento realizado e obtendo o tamanho dos módulos junto à empresa consultada (Netech Energia Renovável) a área necessária para instalação dos painéis fotovoltaicos será de pouco mais de 20 m<sup>2</sup>.

#### 5.4 Cálculo de perdas do sistema

Através do diagrama de perdas (Figura 3) obtido pelo *software PVsyst*<sup>®</sup> é possível chegar a eficiência total do sistema.

Figura 3: Diagrama de perdas.



Fonte: (PVsyst<sup>®</sup>).

Seguindo os dados da Figura 3, sabe-se que a irradiação horizontal total anual é 2.050 kWh/m<sup>2</sup> e o sistema fotovoltaico deveria gerar 7.343,1 kWh/ano mas com as perdas gerará somente 5.781 kWh/ano. Sendo:

$$2.050 \text{ kWh/m}^2 \times 20 \text{ m}^2 = 41.000 \text{ kWh}$$

$$41.000 \times 17,91\% = 7.343,1 \text{ kWh/ano}$$

$$5.781 \div 7.343,1 = 0,79$$

Desta forma, 79% é a eficiência total do sistema, por consequência, a perda média geral de aproximadamente, 21%.

## 5.5 Cálculo de geração do sistema

Nesse tópico é calculado qual a geração o sistema solar fotovoltaico deve gerar para suprir a energia que o cliente consome.

Com base no Tabela 3, onde têm-se a média geral de consumo no período de um ano e sua geração por mês, como descrito no Tabela 2. Logo, a eficiência do sistema (79%) é multiplicado pela média de geração mensal. Após isso, é dividido o consumo médio pelo resultado obtido anteriormente, e assim se tem o resultado da potência necessária para suprir o consumo da serraria. Sendo:

$$500 \div (170,9 \times 79\%) \approx 3,7 \text{ kWp}$$

O cliente deseja utilizar um inversor um pouco superior a potência de pico do sistema calculada (3,7 kWp) logo, foi utilizado um inversor de 4,0 kWp. Com isso, sabe-se a quantidade de placas necessárias, somente precisa dividir a potência do inversor escolhido pela potência de cada módulo fotovoltaico utilizado (550 W), como feito a seguir:

$$4,0 \div 0,550 = 7,27$$

Tendo em vista as condições escolhidas pelo cliente, serão necessárias 8 placas, aproximadamente.

## 5.6 Escolha dos equipamentos

Com base nas análises do tópico anterior chega-se a conclusão que o sistema solar fotovoltaico é necessário 8 placas fotovoltaicas de 550 W cada. Para

ter o conhecimento da real potência que o sistema terá é preciso somente multiplicar a quantidade de placas pela potência de cada uma, chegando ao resultado:

$$8 \times 0,550 = 4,4 \text{ kW}$$

Sabe-se que os inversores podem suportar até 35% de sobrecarga, sendo assim o escolhido de 4,0 kW atende à faixa permitida e à demanda do sistema. No Quadro 2 é possível visualizar as especificações dos materiais escolhidos e a quantidade escolhida, baseado nos cálculos de dimensionamento e escolhas do cliente. Um String box, como sendo um componente de proteção é algo opcional que proporciona mais segurança para o cliente. Fornecendo seguridade contra sobretensão e sobrecorrente e permite também o seccionamento do circuito.

Quadro 2: Equipamentos escolhidos.

| <b>Equipamento</b>                                   | <b>Quantidade</b> |
|------------------------------------------------------|-------------------|
| Inversor Solar Deye 4kW SUN-4K-G,<br>2MPPT, 220V     | 1                 |
| String box CC2E/2S                                   | 1                 |
| Módulo Fotovoltaico OSDA ODA550-36-<br>MH Cells Mono | 8                 |

Fonte: (Autoria própria, 2024).

## 5.7 Análise financeira

A consulta à empresa Neteck Energia Renovável é fundamental para avaliar o preço e realizar uma projeção financeira precisa do sistema solar dimensionado. Ao entrar em contato com a Neteck, foi possível obter informações detalhadas sobre os custos envolvidos na instalação do sistema, incluindo equipamentos, mão de obra e possíveis taxas adicionais. Essa consulta permite uma avaliação realista do investimento necessário, possibilitando aos consumidores planejar financeiramente a adoção da energia solar. Além disso, ao entender os custos iniciais e os potenciais retornos financeiros ao longo do tempo, o cliente pode tomar decisões informadas sobre a viabilidade econômica do investimento em energia solar, contribuindo assim para uma gestão financeira mais eficiente e sustentável de seu negócio.

Lembrando que o cliente optou por um serviço de compra a vista, não sendo um projeto financiado. Essa opção leva em vantagens em alguns indicadores, como o *payback* descontado, reduzindo assim o tempo de retorno.

Para o cálculo de viabilidade econômica, é necessário avaliar o custo do projeto, tendo como estimativa um valor inicial de 15.000,00R\$. Incluindo os serviços de vistoria técnica do sistema, obtenção de licenças junto à concessionária de energia local, montagem dos módulos fotovoltaicos com estruturas apropriadas para o tipo de telhado e instalação e montagem elétrica do sistema.

Serão contemplados determinadas variáveis para se dá o embasamento teórico da viabilidade sobre a implementação do sistema fotovoltaico na empresa alvo. Variáveis como VPL, TIR e *payback*. Importante ressaltar a disponibilidade de dados financeiros provenientes da empresa como, por exemplo, projeções de fluxo de caixa. A tabela 4 demonstra uma projeção de 10 anos

Tabela 4: Análise financeira do investimento em 10 anos.

| Ano            | Fluxo de caixa | Valor Presente        | VP Acumulado   |
|----------------|----------------|-----------------------|----------------|
| 0              | -R\$ 15.000,00 | -R\$ 15.000,00        | -15.000,00     |
| 1              | R\$ 35.000,00  | R\$ 31.818,18         | R\$ 16.818,18  |
| 2              | R\$ 35.000,00  | R\$ 28.925,62         | R\$ 45.743,80  |
| 3              | R\$ 30.000,00  | R\$ 22.539,44         | R\$ 68.283,25  |
| 4              | R\$ 35.000,00  | R\$ 23.905,47         | R\$ 92.188,72  |
| 5              | R\$ 35.000,00  | R\$ 21.732,25         | R\$ 113.920,96 |
| 6              | R\$ 40.000,00  | R\$ 22.578,96         | R\$ 136.499,92 |
| 7              | R\$ 35.000,00  | R\$ 17.960,53         | R\$ 154.460,45 |
| 8              | R\$ 35.000,00  | R\$ 16.327,76         | R\$ 170.788,21 |
| 9              | R\$ 30.000,00  | R\$ 12.722,93         | R\$ 183.511,14 |
| 10             | R\$ 30.000,00  | R\$ 11.566,30         | R\$ 195.077,44 |
| <b>VPL</b>     |                | <b>R\$ 113.920,96</b> |                |
| <b>TIR</b>     |                | <b>230,62%</b>        |                |
| <b>Payback</b> |                | <b>0,47</b>           |                |

Fonte: (Autoria própria, 2024).

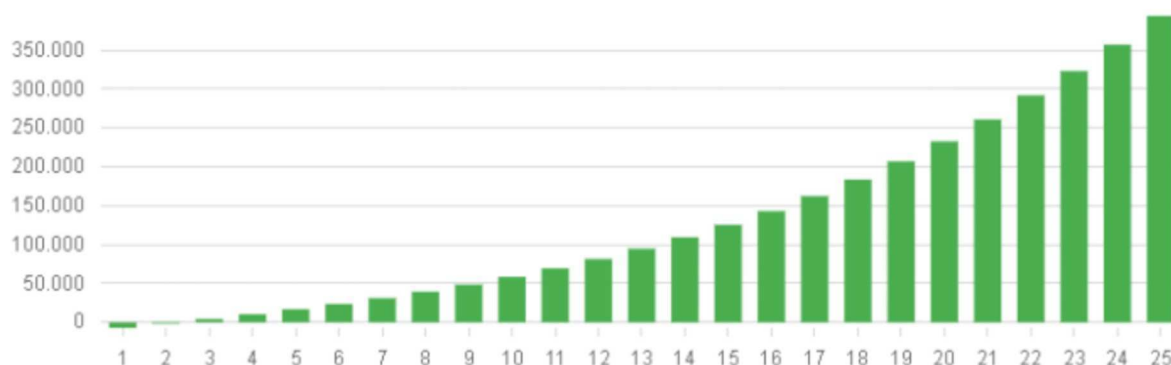
O Valor Presente representa a deterioração do dinheiro investido no decorrer do período percebendo que o valor tende a diminuir e é totalmente influenciável pela TMA que foi adotada como sendo 10%.

Com os dados de fluxo de caixa, valor do investimento fornecido pela empresa Netech Energia Renovável e TMA baseada na situação atual do país, é possível chegar a valores como visto na Tabela 4 de VPL de R\$ 113.920,96 e TIR igual a 230,42%.

O Valor Presente Acumulado é um dado que se faz necessário para obtenção do *payback* que corresponde ao tempo que o investimento dará retorno. E para o caso em questão o valor encontrado é de 0,47 ano.

O gráfico 1 estabelece uma projeção de 25 anos da economia que obtém ao implantar o sistema. Por ele, pode-se analisar o investimento fornecendo um retorno financeiro logo após 3 anos de sua implementação. Baseado somente no que vai se economizar ao implementar o sistema fotovoltaico, comparando o que seria gasto sem o sistema fotovoltaico instalado e com o sistema fotovoltaico instalado, obtendo os seguintes resultados do gráfico 1.

Gráfico 1: Projeção da economia da implementação do sistema fotovoltaico em 25 anos.



Fonte: (Autoria própria, 2024)

Como visto, pode-se gerar uma economia em 25 anos superior aos R\$ 350.000,00. Tendo em vista que o preço do valor de kWh no sistema fotovoltaico seria de 0,09 R\$ diferente do que seria a 0,93 R\$/kWh sem o sistema instalado, representando uma economia de 0,84 por kWh. Lembrando que todo levantamento

já leva em conta as tarifas implementadas do marco legal de geração distribuída, Lei Ordinária 14.300/2022.

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Como visto na capítulo anterior os dados apresentados dão respaldos para uma implementação sem maiores riscos financeiros do sistema fotovoltaico pela serraria situada na cidade de Felipe Guerra/RN. Devido a localização e características regionais que proporcionam grande irradiação solar.

A localidade da empresa, no que se diz respeito, ao sombreamento não é prejudicada, pois não há plantas e construções próximas que prejudiquem ou afetem os módulos fotovoltaicos. A área para instalação não é problema já que o necessário serão aproximados 20 m<sup>2</sup> de acordo com a empresa solar consultada, e o galpão ter uma disponibilidade de aproximadamente 50 m<sup>2</sup>.

A aplicação dos princípios do VPL revelou que os fluxos de caixa gerados por esse investimento resultam em um VPL significativamente superior a zero. A análise dos custos iniciais, custos operacionais e fluxos de receita projetados ao longo de 10 anos demonstrou claramente que os benefícios financeiros superam os custos associados ao longo prazo. A capacidade de gerar energia limpa e renovável, aliada à possibilidade de redução de custos operacionais e à potencial geração de receita através da venda de energia excedente, contribuem para o fortalecimento da posição financeira da serraria alvo desse estudo.

Portanto, com base nos resultados obtidos e nas análises realizadas, é possível concluir de forma inequívoca que o investimento em sistemas fotovoltaicos se apresenta como uma decisão estratégica e lucrativa. A obtenção de um VPL positivo confirma a viabilidade financeira.

Por outro lado, que também dá respaldo e justifica um investimento financeiro seguro é a TIR de 230,62% está bem superior a taxa adotada como referência (10%). O que evidencia mais uma vez a viabilidade econômica da implementação do sistema por parte da empresa.

A análise detalhada dos dados revelou que o período de retorno sobre o investimento, comumente referido como *payback*, é extraordinariamente curto, totalizando apenas 0,47 anos.

Este curto período é um testemunho inegável da eficiência dos sistemas fotovoltaicos como uma fonte de energia alternativa na empresa alvo do estudo. Em menos de meio ano, os custos iniciais associados à instalação do sistema são compensados pelos benefícios gerados, incluindo a redução substancial dos gastos com eletricidade e, potencialmente, a geração de receita adicional através da venda de energia excedente para a rede elétrica.

A implementação do sistema fotovoltaico na serraria, situada na cidade de Felipe Guerra/RN, se mostra não apenas como uma escolha ambientalmente responsável, mas também como uma decisão altamente lucrativa do ponto de vista financeiro.

## REFERÊNCIAS

ABSOLAR. **Energia solar é a 2ª maior fonte energética do país: Como ter em casa?** 2023. Disponível em: <<https://www.absolar.org.br/noticia/energia-solar-e-a-2a-maior-fonteenergeticado-pais-como-ter-em-casa/>>. Acesso em: 29 nov. 2023;

BASTOS. **Estudo de Viabilidade Econômica: o que é e como fazer antes de tomar uma decisão.** 2022. Disponível em: <<https://econsult.org.br/blog/estudo-de-viabilidade-economica/>>. Acesso em: 05 dez. 2023;

BRASIL, Fabiana da Silva *et al.* **Análise dos impactos financeiros de uma usina de geração de energia fotovoltaica junto à carga com aplicação da a lei 14.300.** 1. ed. Brasil: [s. n.], 2023. 14 p. v. 12. ISBN: 2237-3713. Disponível em: <<https://cc.faccamp.br/ojs-2.4.8-2/index.php/RTA/article/view/1968>>. Acesso em: 03 abr. 2024;

BRASIL. **Lei nº 14.300, de 06 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); altera as Leis nºs 10.848, de 15 de março de 2004, e 9.427, de 26 de dezembro de 1996; e dá outras providências. Brasília, 07 jan. 2022. Disponível em: <<https://in.gov.br/en/web/dou/-/lei-n-14.300-de-6-de-janeiro-de-2022-372467821>>. Acesso em: 10 jan. 2024;

CAMARGO, Renata. **Entenda sobre a Taxa Mínima de Atratividade: o que é, quando usar e por que pensar em TMA na hora de investir.** 2017. Disponível em: <<https://www.treasy.com.br/blog/taxa-minima-de-atratividade-tma/>>. Acesso em: 05 dez. 2023;

CAZORLA, Irene Maurício; SANTANA, Eurivalda Ribeiro dos Santos; UTSUMI, Miriam Cardoso. **O campo conceitual da média aritmética: uma primeira aproximação conceitual.** Revemat: Revista Eletrônica de Educação Matemática, [S.L.], v. 14, p. 1-21, 27 set. 2019. Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC).

<http://dx.doi.org/10.5007/1981-1322.2019.e62827>. Disponível em: <<https://periodicos.ufsc.br/index.php/revemat/article/view/19811322.2019.e62827/40963>>. Acesso em: 21 jan. 2024;

EPE **Balanco Energético Nacional**. 2022. Disponível em: <<https://epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-675/topico-638/BEN2022.pdf>>. Acesso em: 20 dez. 2023;

GITMAN, Lawrence J. **Princípios da administração financeira**. 12. ed. São Paulo: Person Prentice Hall, 2010; NEOSOLAR. Energia Solar Fotovoltaica: Tudo sobre. 2021. Disponível em: <<https://www.neosolar.com.br/aprenda/saiba-mais/energia-solar-fotovoltaica>>. Acesso em: 02 dez. 2023;

GREENER. **Análise do Marco Legal da Geração Distribuída | Lei 14.300** Atualização 2023. Disponível em: <<https://www.greener.com.br/estudo/analise-do-marcolegal-2023/>>. Acesso em: 03 abr. 2024;

MENEZES, Mariana Pereira. **Impactos da Lei 14.300 na viabilidade de usinas de micro e minigeração fotovoltaica: Estudo de caso no Ceará**. Orientador: Dr. Raimundo Furtado Sampaio. 2022. TCC (graduação) - Curso de bacharelado em engenharia elétrica da Universidade Federal do Ceará, UFC, 2022. Disponível em: <[https://repositorio.ufc.br/bitstream/riufc/67636/3/2022\\_tcc\\_mpmenezes.pdf](https://repositorio.ufc.br/bitstream/riufc/67636/3/2022_tcc_mpmenezes.pdf)>. Acesso em: 20 jan. 2024;

Netech Energia Renovável. Disponível em: <<https://netechenergia.com.br/institucional/636902f826a4880016cb9ae7>>. Acesso em: 10 mar. 2024;

PEREIRA, E. B.; MARTINS, F. R.; GONÇALVES, A. R.; COSTA, R. S.; LIMA, F. L.; RÜTHER, R.; ABREU, S. L.; TIEPOLO, G. M.; PEREIRA, S. V.; SOUZA, J. G. **Atlas brasileiro de energia solar**. 2.ed. São José dos Campos: INPE, 2017. 80p.

Disponível em: <<http://urlib.net/ibi/8JMKD3MGP3W34P/3PERDJE>>. Acesso em 05 dez. 2023;

PINHO, João Tavares e GALDINO, Marco Antonio; **Manual engenharia para sistemas fotovoltaicos: Grupo de Estudos Trabalho de energia Solar – GETS – CEPEL – DTE – CECRESBE**, 2014;

RAMPINELLI, Giuliano Arns. **Estudo de características elétricas e térmicas de inversores para sistemas fotovoltaicos conectados à rede**. 2010. 285 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia Mecânica, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2010;

RAMPINELLI, Giuliano Arns; KRENZINGER, Arno; ROMERO, Faustino Chenlo. Description and Analysis of Inverters Used in Photovoltaic Systems. **Revista Ciencias Exatas e Naturais**, [S.L.], v. 15, n. 1, p. 1-26, jun. 2013. GN1 Genesis Network. <http://dx.doi.org/10.5935/recen.2013.01.02>;

RELLA, Ricardo. **Energia solar fotovoltaica no Brasil**. Revista de Iniciação Científica, Criciúma, v. 15, 2017;

REPLACE. **Lei 14.300: Entenda as mudanças na mini e microgeração de energia solar**. 2023. Disponível em: <<https://replaceconsultoria.com.br/blog/lei-14300-energia-solar/>> Acesso em: 22 jan. 2024;

RIBEIRO, Amarolina. **"O que é matriz energética?"**; Brasil Escola. Disponível em: <<https://brasilecola.uol.com.br/o-que-e/geografia/o-que-e-matriz-energetica.htm>>. Acesso em: 05 dez. 2023;

TRAUST, I. T. **Taxa de Retono (TIR): o que é e como calcular na prática**. 2017. Disponível em: <<https://warren.com.br/magazine/taxa-interna-de-retorno-tir/>>. Acesso em: 5 dez. 2023. Acesso em: 06 dez. 2023;

VINTURINI, M. **Entenda as especificações básicas dos componentes da string box**. Disponível em: <<https://canalsolar.com.br/entenda-as-especificacoes-basicas-string-box/>>. Acesso em: 10 mar. 2024.