



ESTUDO DE VIABILIDADE TÉCNICA-FINANCEIRA DE SISTEMAS FOTOVOLTAICOS EM RESIDÊNCIAS DE JARAGUÁ DO SUL LEVANDO EM CONSIDERAÇÃO O QUANTITATIVO DE RESIDENTES

Kleison Moraes dos Santos, Vitor Teles Correia

Instituto Federal de Santa Catarina

Câmpus Jaraguá do Sul – Rau – Curso de Bacharelado em Engenharia Elétrica

e-mail: kleison.s@aluno.ifsc.edu.br, vitor.correia@ifsc.edu.br

Trabalho de Conclusão de Curso – 28/06/2022

Resumo – Nos últimos anos, a geração de eletricidade através da energia solar vem alcançando um crescimento exponencial de capacidade instalada, evidenciando o aumento de instalações de sistemas fotovoltaicos (SFV). Desta forma, este trabalho propõe analisar se é viável a implementação de sistemas fotovoltaicos conectados à rede (SFVCR) em residências da cidade de Jaraguá do Sul, levando em consideração a quantidade de moradores. Para tal, realiza-se a estimativa de consumo de energia elétrica por habitante a partir do desenvolvimento econômico do município. Na sequência, realiza-se o dimensionamento dos SFVs considerando uma área disponível para alojar o sistema e a irradiância local. Posteriormente, demonstra-se o Fluxo de Caixa Descontado (FCD). Por fim, determina-se o Valor Presente Líquido (VPL) e o Payback Descontado (PBD) obtidos com a implementação do SFV. Com base na análise desses indicadores financeiros, verificou-se que a implementação de SFVCR no município possui viabilidade a partir de 2 moradores na residência.

Palavras-chave – Energia solar, sistema fotovoltaico, viabilidade financeira.

TECHNICAL-FINANCIAL FEASIBILITY STUDY OF PHOTOVOLTAIC SYSTEMS IN HOUSEHOLDS IN JARAGUÁ DO SUL TAKING INTO ACCOUNT THE AMOUNT OF RESIDENTS

Abstract – In recent years, the generation of electricity through solar power has been achieving an exponential growth of installed capacity, making evident the increase of installations of photovoltaic systems (PVS). Therefore, this work aims to analyze whether it is feasible to implement grid-connected photovoltaic systems (GCPVS) in households in the city of Jaraguá do Sul, taking into account the amount of residents. To this end, an estimate of electricity consumption per inhabitant is carried out based on the economic development of the city. Next, the SFVs are dimensioned considering an available area to house the SFV and the local irradiance. Subsequently, the Discounted Cash

Flow (DCF) is demonstrated. Finally, the Net Present Value (NPV) and the Discounted Payback Period (DPP) obtained with the implementation of the SFV are determined. Based on the analysis of these financial indicators, it was found that it is feasible to implement SFVCR in the city, in households with two or more residents.

Keywords – Solar energy, photovoltaic system, financial feasibility.

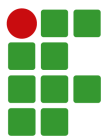
I. INTRODUÇÃO

O sol, efetivamente, é a grande fonte primária de energia do planeta Terra. Sob sua influência também estão os movimentos dos ventos, marés, ciclos da água e até mesmo a existência dos combustíveis fósseis, sendo assim responsável pelo surgimento diversificado de fontes de geração de energia [1].

O Brasil, por ser um país localizado, em sua maior parte, na região intertropical, tem grande potencial de energia solar durante todo o ano. Ressalta-se que mesmo as regiões com menores índices de radiação apresentam grande potencial de aproveitamento energético [2]. Diante disso, a tecnologia fotovoltaica que transforma energia solar em elétrica, vem experimentando importante avanço no Brasil, impulsionado pelos vários predicados positivos que apresenta, dentre os quais se destacam a flexibilidade de utilização e facilidade de construção e de operação [3].

Nos últimos anos, a maior expansão percentual de capacidade instalada de geração de energia elétrica no país ocorreu na geração solar, que fechou o ano de 2020 com um aumento na potência instalada de 32,9% em relação ao ano anterior, ressaltando que em 2019 houve um aumento de 37,6% em relação ao ano de 2018. Na qual, essa crescente de potência instalada no ano de 2020, resultou em aumento de 61,1% na eletricidade gerada por esta fonte [4].

Essa expansão da capacidade instalada de geração de eletricidade no Brasil pela geração solar, inicialmente foi impulsionada com o surgimento da Resolução Normativa (RN) 482 no ano de 2012 da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) [5]. Essa, regulamentou o sistema de compensação de energia, possibilitando ao consumidor gerar a sua própria



energia elétrica, e injetar o excedente da geração na rede de distribuição da concessionária local. Dessa forma, gerando créditos que podem ser utilizados pelo consumidor futuramente para reduzir na sua fatura de energia elétrica.

Dado o passo inicial, ainda visando a expansão da capacidade instalada de geração solar fotovoltaica, foram criados programas de incentivo financeiro pelo Ministério de Minas e Energia (MME) e pela Celesc no estado de Santa Catarina. Sendo que, com o intuito de fomentar a geração de energia solar fotovoltaica em residências, comércios e indústrias brasileiras estímulos foram dados pelo MME [6]. Enquanto o programa criado pela Celesc, possui o propósito de incentivar a geração por energia solar nas residências do estado [7]. Entretanto, cabe mencionar que o avanço da tecnologia reduziu de certa forma o alto custo dos equipamentos que compõem o sistema fotovoltaico (SFV), contribuindo para estas iniciativas.

A partir do exposto, este trabalho apresenta um estudo de viabilidade técnica-financeira de sistemas fotovoltaicos conectados à rede (SFVCR) aplicados a residências do grupo B do município de Jaraguá do Sul, levando em consideração a quantidade de residentes. Assim, tem-se o intuito de analisar se é vantajoso a implementação de um SFV dependendo da quantidade de moradores na residência. Para tal, será realizado a estimativa de consumo de energia elétrica por habitante, considerando o desenvolvimento econômico de Jaraguá do Sul. Na sequência, será feito o dimensionamento do SFV, tendo em conta a área disponível para a instalação e o potencial solar do município. Posteriormente, será realizado o Fluxo de Caixa Descontado (FCD), para então serem determinados o Valor Presente Líquido (VPL) e o Payback Descontado (PBD) a partir da implementação do projeto, levando em consideração a inflação no período de análise.

Desta forma, este trabalho tem como objetivo geral analisar a viabilidade técnica-financeira de implementação de SFVCRs em residências da cidade de Jaraguá do Sul. Os objetivos específicos são:

- Realizar a estimativa de consumo de energia elétrica por habitante do município de Jaraguá do Sul;
- Validar a estimativa de consumo de energia elétrica realizada;
- Dimensionar os SFVs;
- Realizar o FCD;
- Analisar o VPL e PBD.

Além desta introdução, este trabalho é composto por outras 7 seções. Na Seção II, analisa-se o potencial solar brasileiro. Na Seção III, evidenciam-se as informações relevantes das normativas, enquanto na Seção IV apresenta-se sobre o SFV. A viabilidade financeira de projetos é apresentada na Seção V. Na Seção VI, são apresentados os materiais e métodos utilizados. Já na Seção VII, demonstram-se os resultados alcançados. Por fim, na Seção VIII, têm-se as conclusões obtidas acerca deste trabalho.

II. POTENCIAL SOLAR

O Brasil detém um grande potencial solar anual, devido a maior parte do território brasileiro localizar-se na zona intertropical, definida pelos trópicos de Câncer, no hemisfério norte, e de Capricórnio, no hemisfério sul. Essa zona é a parte do globo mais iluminada e aquecida pelos raios solares [8], como mostra a Figura 1.

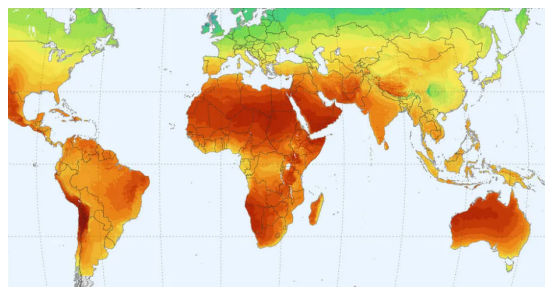


Fig. 1. Zonas térmicas [9].

O mapa de irradiação solar, demonstrado na Figura 2, mostra os números diários médios anuais no plano inclinado na latitude, onde o Brasil apresenta valores de irradiâncias entre 3.500 e 6.250 Wh/m².dia. O Nordeste do país é a região com maior representatividade, apresentando irradiâncias entre 4.500 e 6.250 Wh/m².dia, em contrapartida, o Sul do país apresenta valores menos expressivos, entre 3.500 e 5.250 Wh/m².dia.

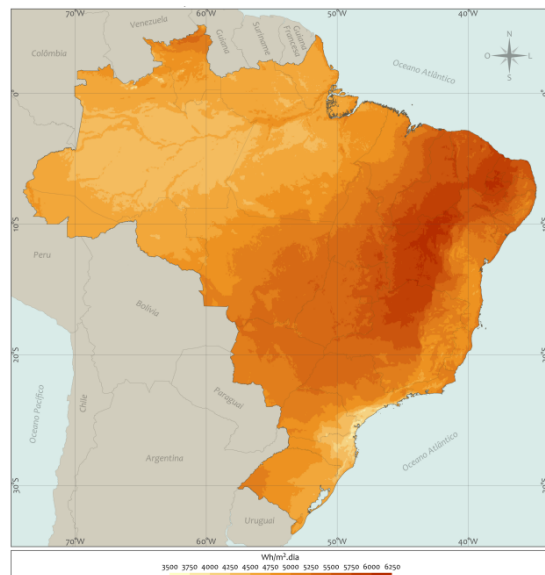
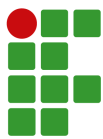


Fig. 2. Mapa de irradiação solar [10].

O estado de Santa Catarina indicando irradiâncias entre 3.500 e 4.750 Wh/m².dia, não possui as maiores irradiâncias em relação ao cenário nacional. Porém, apresenta elevado potencial solar para geração de energia fotovoltaica quando comparado com referências europeias nessa modalidade de geração. Por exemplo, a Alemanha que possui incidência entre 2.500 e 3.500 Wh/m².dia e a Espanha que varia de 3.280 a 5.300 Wh/m².dia



[11], [12]. Diante do exposto, faz-se importante e justifica-se o interesse de estudo e implementação de energia solar fotovoltaica no país.

III. RESOLUÇÕES NORMATIVAS

Apresenta-se nesta seção, as informações relevantes das RNs que regulamentam a geração distribuída (GD).

A. Resolução normativa nº 687/2015

Em 17 de abril de 2012 a ANEEL com a RN nº 482 [5], possibilitou o consumidor brasileiro gerar sua própria energia elétrica a partir de fontes renováveis ou cogeração qualificada e inclusive fornecer o excedente para a rede de distribuição de sua localidade [13], assim originou no Brasil a expansão da GD.

Com o objetivo de reduzir os custos e tempo para a conexão da microgeração e minigeração, compatibilizar o sistema de compensação de energia elétrica com as condições gerais de fornecimento, aumentar o público alvo e melhorar as informações na fatura [13], a ANEEL publicou em 24 de novembro de 2015 a RN nº 687 [14], revisando a RN nº 482/2012.

Nela define-se a microgeração distribuída à central geradora (CG) com a potência instalada menor ou igual a 75 kW e minigeração distribuída a CG com potência instalada superior a 75 kW e inferior ou igual a 5 MW.

Como inovação, esta RN trouxe a possibilidade de instalação de GD em empreendimentos de múltiplas unidades consumidoras, sendo o exemplo de condomínios, prédios e similares, onde a energia gerada e créditos de energia em caso de excedente, podem ser repartidas entre os consumidores.

Também foi concebido a geração compartilhada, o que possibilitou que interessados se unam em um consórcio ou em uma cooperativa, instalem uma microgeração ou minigeração distribuída, podendo aderir ao sistema de compensação para redução de suas faturas de energia elétrica.

Outra novidade, referente a compensação de energia, o prazo de validade dos créditos de energia passou de trinta e seis para sessenta meses, no qual também foi criado o autoconsumo remoto, em que os créditos passam a ser usados para abater o consumo de unidades consumidoras do mesmo titular situados em outro local, desde que na área de atendimento da distribuidora.

B. Resolução normativa nº 1.000/2021

A RN da ANEEL nº 1.000 de 7 de dezembro de 2021 [15], estabelece as regras de prestação do serviço público de distribuição de energia elétrica, nas quais estão dispostos os direitos e deveres do consumidor e demais usuários do serviço. Nela define-se uma tarifação mínima aplicável ao faturamento mensal de energia elétrica por unidades consumidoras conectadas em baixa tensão (Grupo B), ainda que a energia injetada seja superior ao consumo. O valor cobrado é referente ao custo de disponibilidade, onde são definidos de acordo com o tipo de circuito empregado na instalação:

- 30 kWh, se monofásico ou bifásico a dois condutores;
- 50 kWh, se bifásico a três condutores;
- 100 kWh, se trifásico.

C. Resolução normativa nº 956/2021

A ANEEL através da RN nº 956 de 7 de dezembro de 2021 [16], estabelece os Procedimentos de Distribuição de Energia Elétrica no Sistema Elétrico Nacional (PRODIST). Esses procedimentos normatizam e padronizam as atividades técnicas relacionadas ao funcionamento e desempenho dos sistemas de distribuição de energia elétrica [17].

O acesso ao sistema de distribuição é regulamentado pelo anexo III da RN, sendo o módulo 3 do PRODIST [18]. Neste módulo, apresenta-se as instruções detalhadas e os requisitos complementares sobre a regulação da conexão ao sistema de distribuição de energia elétrica. Assim, define-se:

- Seção 3.1 - Requisitos para Conexão de Microgeração e Minigeração Distribuída: estabelece requisitos técnicos para conexão de microgeração e minigeração distribuída ao sistema de distribuição;
- Seção 3.2 - Requisitos para Conexão de Central Geradora: estabelece requisitos técnicos para conexão de central geradora ao sistema de distribuição;
- Seção 3.3 - Requisitos de Projeto das Instalações de Conexão: define os requisitos a serem observados para elaboração de projetos de instalações de conexão;
- Seção 3.4 - Requisitos dos Sistemas de Proteção para demais Usuários: define requisitos gerais de proteção para usuários que não se enquadram nas Seções 3.1 e 3.2;
- Seção 3.5 - Requisitos de Operação, Manutenção e Segurança da Conexão: estabelece diretrizes para a operação, manutenção e segurança das conexões.

IV. SISTEMA FOTOVOLTAICO

Nesta seção, aborda-se sobre o SFVCR e como realizar o dimensionamento do SFV.

A. Sistema fotovoltaico conectado à rede

O SFVCR também conhecido como sistema *on-grid*, é classificado de acordo com a sua potência instalada, podendo ser categorizado como micro ou minigeração distribuída fotovoltaica, conforme estabelecido pela RN nº 687/2015.

Os sistemas *on-grid* possuem como característica operarem em paralelo com a rede de distribuição de energia elétrica, sendo assim, aplicados em locais atendidos pela rede elétrica da concessionária. O objetivo da utilização deste tipo de sistema, é gerar eletricidade tanto para suprir o consumo instantâneo local quanto a possibilidade de injetar o excedente na rede da distribuidora no período de maior disponibilidade solar, no qual os créditos de energia gerados sejam utilizados para reduzir os custos com a energia elétrica [19].

O diagrama de um SFVCR é apresentado na Figura 3. Observa-se que o SFV para essa configuração é constituído por

um bloco gerador e um bloco de condicionamento de potência. O bloco gerador contém o arranjo fotovoltaico que pode ser composto por diferentes associações dos módulos fotovoltaicos e o bloco de condicionamento de potência constituído por um ou mais inversores, dependendo do arranjo fotovoltaico [20].

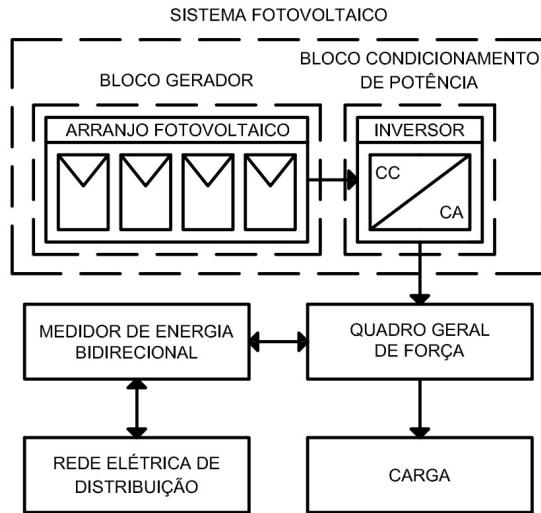


Fig. 3. Diagrama de um SFVCR.

O módulo fotovoltaico é constituído por um conjunto de células fotovoltaicas interligadas eletricamente e encapsuladas. Este dispositivo é responsável por converter diretamente a energia solar em energia elétrica pelo efeito fotovoltaico. O módulo geralmente é especificado pelo material que é composto a célula fotovoltaica que o compõe e pela sua potência elétrica (W) máxima fornecida nas condições-padrão de ensaio (STC - *Standard Test Conditions*). Na qual, STC refere-se a ensaios em ambiente controlado que o módulo fotovoltaico é submetido, considerando uma irradiância de 1.000 W/m², uma massa de ar (AM - Air Mass) de 1,5 e a temperatura da célula de 25 °C [20].

A energia elétrica produzida pelo módulo fotovoltaico é gerada em corrente contínua (CC), para essa energia ser utilizada em uma residência precisa ser convertida para corrente alternada (CA), e o responsável por essa transformação é o inversor fotovoltaico. Este, além de deixar a energia gerada adequada para o uso em cargas CA presentes em uma residência, também faz a medição de geração de energia e a segurança do SFV [21].

B. Dimensionamento do sistema fotovoltaico

O dimensionamento de um SFVCR é organizado em 3 etapas. No primeiro momento é determinado a quantidade de módulos e a potência instalada, na sequência é definido o inversor e ao final é obtido a estimativa de geração de energia do sistema.

A determinação da quantidade de módulos que compõe um SFV pode ser feita de diferentes maneiras [22]. Neste estudo, leva-se em consideração o espaço disponível para a instalação dos módulos. Desta forma, a quantidade de módulos fotovoltaicos é determinado por:

$$N_m = \frac{A_d}{A_m} \quad (1)$$

Na qual:

- N_m : Quantidade de módulos fotovoltaicos;
- A_d : Área disponível para a instalação dos módulos (m²);
- A_m : Área do módulo (m²).

Em seguida, a potência instalada do SFV pode ser obtida pela Equação (2):

$$P_{Instalada} = N_m \cdot P_m \quad (2)$$

Na qual:

- $P_{Instalada}$: Potência instalada do SFV (kW);
- P_m : Potência do módulo fotovoltaico (kW).

A escolha do inversor a ser empregado no SFV deve-se levar em conta os seguintes critérios:

- A potência instalada do SFV;
- A tensão de saída do arranjo fotovoltaico;
- A corrente de saída do arranjo fotovoltaico.

Assim, a tensão e corrente de saída do arranjo fotovoltaico não podem ultrapassar os limites permitidos na entrada do inversor, pois podem danificar o equipamento, e a potência instalada do sistema pode ser inferior, igual ou 20% superior a potência do inversor [22]. A tensão e corrente máxima de saída do conjunto de módulos conectados em série são obtidas através das equações a seguir:

$$V_{OUTAFV} = N_m \cdot V_{OCSTC} \quad (3)$$

$$I_{OUTAFV} = I_{SCSTC} \quad (4)$$

Na qual:

- V_{OUTAFV} : Tensão de saída máxima do arranjo fotovoltaico (V);
- V_{OCSTC} : Tensão de circuito aberto do módulo em operação na STC (V);
- I_{OUTAFV} : Corrente de saída máxima do arranjo fotovoltaico (A);
- I_{SCSTC} : Corrente de curto-circuito do módulo em operação na STC (A).

Para a estimativa de energia gerada conforme [23], com o valor da irradiância local e as quantidades e características



elétricas dos módulos, é realizado o cálculo de geração de energia por um SFV através da Equação (5):

$$E_{SFV} = \frac{N_d}{1} \cdot G \cdot A_m \cdot N_m \cdot \eta \cdot P_r \quad (5)$$

Na qual:

- E_{SFV} : Energia gerada pelo SFV (kWh/mês);
- N_d : Quantidade de dias no mês;
- $\frac{N_d}{1}$: Constante de transformação para geração mensal (dia/mês);
- G : Irradiância incidente no município (kWh/m².dia);
- η : Rendimento do módulo fotovoltaico (%);
- P_r : Taxa de performance (usualmente 75%).

V. VIABILIDADE FINANCEIRA DE PROJETOS

A análise financeira de implementação de projetos consiste em fazer estimativas de todo o custo envolvido com o investimento inicial e a manutenção, e receitas geradas durante um determinado período de tempo, para assim montar-se o Fluxo de Caixa (FC) e determinar quais serão os indicadores financeiros. Analisando esses indicadores, pode-se concluir sobre a viabilidade financeira de implementação de um projeto [24].

Os indicadores para análise financeira de projetos de investimento podem ser subdivididos em dois grandes grupos: indicadores associados à rentabilidade (ganho ou criação de riqueza) do projeto e indicadores associados ao risco do projeto. Dentre os principais indicadores, destacam-se na primeira categoria o VPL e na segunda categoria o PBD [25].

A. Fluxo de Caixa (FC)

O FC trata-se de uma demonstração financeira que relaciona e resume todas as entradas e saídas efetivas de recursos financeiros relevantes do projeto em um período de tempo. Sendo assim, os FCs representam a renda econômica gerada pelo projeto ao longo da sua vida útil. Um dos modelos mais utilizado é o FCD, em que o resultado entre as entradas e saídas é levado para o Valor Presente (VP), aplicando a Taxa Mínima de Atratividade (TMA) [19]. O FCD pode ser obtido através da equação a seguir:

$$FCD_t = \frac{R - C}{(1 + TMA)^t} \quad (6)$$

Na qual:

- FCD_t : Fluxo de Caixa Descontado do ano t (R\$);
- t : Ano considerado;
- C : Custos do ano t (R\$);
- R : Receitas do ano t (R\$);
- TMA : Taxa Mínima de Atratividade (%).

B. Valor Presente Líquido (VPL)

O método do VPL, é a técnica robusta de análise de projetos de investimento mais conhecida e mais utilizada. O Valor Presente Líquido, como o próprio nome indica, nada mais é do que a concentração de todos os valores esperados de um FC no ano zero [25]. O cálculo do VPL é expressado pela Equação (7).

$$VPL = \sum_{t=0}^n FCD_t \quad (7)$$

Na qual:

- VPL : Valor Presente Líquido (R\$);
- n : Período analisado (anos).

Os critérios adotados para avaliar se um projeto possui viabilidade financeira através do VPL são:

- VPL negativo: Significa que os custos serão maiores que as receitas, ou seja, o projeto é inviável;
- VPL positivo: Tem-se que as receitas são maiores que os custos, ou seja, o projeto é viável;
- VPL igual a zero: Significa que as receitas e os custos são iguais, ou seja, a viabilidade se dará em cima de um resultado neutro.

C. Payback Descontado (PBD)

O PBD evidencia o tempo para o retorno do investimento inicial do projeto, considerando o FCD. Desta forma, este método considera o valor do dinheiro no tempo, devido a aplicação da TMA para verificar o período exato do retorno do capital investido [26]. A Equação (8) indica o PBD.

$$PBD = t_- - \frac{Valor_{t_-}}{Valor_{t_+}} \quad (8)$$

Na qual:

- PBD : Payback Descontado (anos);
- t_- : Ano anterior ao valor positivo acumulado;
- $Valor_{t_-}$: Valor acumulado do ano t_- (R\$);
- $Valor_{t_+}$: Valor positivo acumulado (R\$).

As regras do PBD para determinar se um projeto é aceitável, é quando o retorno do capital investido se dá por um tempo menor ou igual a depreciação do projeto [26].

VI. MATERIAIS E MÉTODOS

Para o desenvolvimento deste trabalho, a Figura 4 apresenta as etapas a serem seguidas. Estas, foram realizadas através do software Microsoft Office Excel®, onde o link de acesso a planilha completa desenvolvida é disponibilizado no Apêndice I.

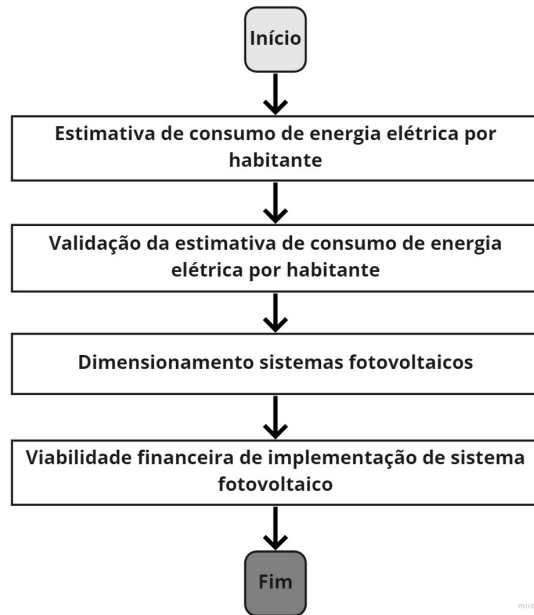
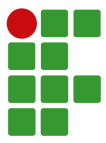


Fig. 4. Etapas para o desenvolvimento do trabalho.

A. Estimativa de consumo de energia elétrica por habitante

Conforme [27], o valor de consumo de energia elétrica por habitante de um município se dá por meio do comparativo entre o Produto Interno Bruto (PIB) *per capita* estadual, com o mesmo dado a nível municipal, estimando-se o crescimento do consumo energético por habitante de acordo com o desenvolvimento econômico do município. Desta forma, encontra-se o consumo de energia elétrica mensal por habitante de Jaraguá do Sul por meio de:

$$C_{Hab_{JGUÁ}} = \frac{C_{anual_{SC}}}{12 \cdot Número_{Hab_{SC}}} \cdot \left[1 + \frac{PIB_{per\ capita_{\%}}}{100} \right] \quad (9)$$

sendo que $C_{anual_{SC}}$ é o consumo de energia elétrica anual residencial no estado de Santa Catarina, $Número_{Hab_{SC}}$ é o número de habitantes no estado e $PIB_{per\ capita_{\%}}$ é a relação entre os PIBs *per capita* de Jaraguá do Sul e Santa Catarina, na qual determina-se através de:

$$PIB_{per\ capita_{\%}} = \left[\frac{PIB_{per\ capita_{JGUÁ}}}{PIB_{per\ capita_{SC}}} - 1 \right] \cdot 100 \quad (10)$$

em que $PIB_{per\ capita_{JGUÁ}}$ é o PIB *per capita* do município de Jaraguá do Sul e $PIB_{per\ capita_{SC}}$ é o PIB *per capita* do estado de Santa Catarina.

Os dados que foram utilizados para estimar o consumo de energia elétrica por habitante, são indicados na Tabela I. Sendo eles, o dado de consumo de energia elétrica anual residencial no estado de Santa Catarina, disponibilizado no anuário estatístico de energia elétrica elaborado pela Empresa de Pesquisa Energética (EPE) [4]; o número de habitantes em

Santa Catarina, coletado da estimativa realizada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) [28]; o valor do PIB *per capita* do estado de Santa Catarina, obtido com a divisão do PIB bruto pelo número de habitantes do estado, estes retirados do site da Secretária de Estado do Desenvolvimento Econômico Sustentável (SDE) [29] e da estimativa do IBGE, respectivamente; e o valor do PIB *per capita* do município de Jaraguá do Sul, encontrado no site do IBGE [30]. Esses, referindo-se ao ano de 2019, devido a última atualização do PIB *per capita* do município de Jaraguá do Sul feita no site do IBGE, ser nesta data.

TABELA I

Dados para a estimativa do consumo por habitante

Dados	Valor
$C_{anual_{SC}}$	6.102,00 GWh
$Número_{Hab_{SC}}$	7.164.788
$PIB_{per\ capita_{SC}}$	R\$ 45.117,87
$PIB_{per\ capita_{JGUÁ}}$	R\$ 55.182,83

Como resultado do exposto, a relação entre os PIBs *per capita* apresentou uma superioridade do PIB *per capita* do município de Jaraguá do Sul em relação ao PIB *per capita* do estado, em aproximadamente 22,31%. Assim, foi obtido um consumo de energia elétrica por habitante do município de 86,80 kWh/mês. Como considerado neste trabalho a quantidade de moradores nas residências para as análises, na Tabela II apresenta-se o consumo de energia elétrica mensal para 1 até 5 residentes.

TABELA II

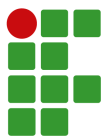
Consumo de energia elétrica mensal por quantitativo de residentes

Quantidade	Consumo de energia elétrica mensal
1 residente	86,80 kWh
2 residentes	173,60 kWh
3 residentes	260,40 kWh
4 residentes	347,20 kWh
5 residentes	434,00 kWh

B. Validação da estimativa de consumo de energia elétrica por habitante

A fim de validar a estimativa de consumo de energia elétrica por habitante do município de Jaraguá do Sul, foi elaborado um questionário através da ferramenta de formulários disponibilizada pelo Google, encontrado no Apêndice II, sendo este divulgado entre 1º de abril e 1º de junho de 2022, através das redes sociais do discente e no Sistema Integrado de Gestão de Atividades Acadêmicas (SIGAA) do Instituto Federal de Santa Catarina (IFSC), Câmpus Jaraguá do Sul - Rau.

No formulário foram solicitadas informações como a quantidade de moradores na residência e o histórico de consumo dos últimos 12 meses, com a finalidade de obter uma amostragem do consumo anual total de energia elétrica e o quantitativo de residentes, tendo em consideração residências



unifamiliars e multifamiliars do município. Com isso, sendo possível obter o consumo de energia elétrica mensal por habitante do município de Jaraguá do Sul e validar a estimativa realizada.

Através do questionário foram coletadas 26 amostras (Apêndice III), porém 3 delas foram excluídas da amostragem, pois as residências não possuíam o histórico de consumo de energia elétrica referente a 12 meses, impossibilitando o levantamento do consumo anual dessas residências. Assim, com as 23 amostras utilizadas foi levantada uma população de 64 residentes e um consumo de energia anual total de 67.493 kWh. Desta forma, foi obtido com a amostragem um consumo de energia elétrica por habitante do município de Jaraguá do Sul de 87,88 kWh/mês.

Com isso, comparado os valores de consumo por habitante provenientes da estimativa e da amostragem, foi obtido uma baixa diferença percentual de $\pm 1,24\%$, deste modo foi validado a estimativa realizada de consumo de energia elétrica mensal por habitante do município de Jaraguá do Sul.

C. Dimensionamento sistemas fotovoltaicos

A Figura 5 apresenta os passos empregados para o dimensionamento dos SFVs.

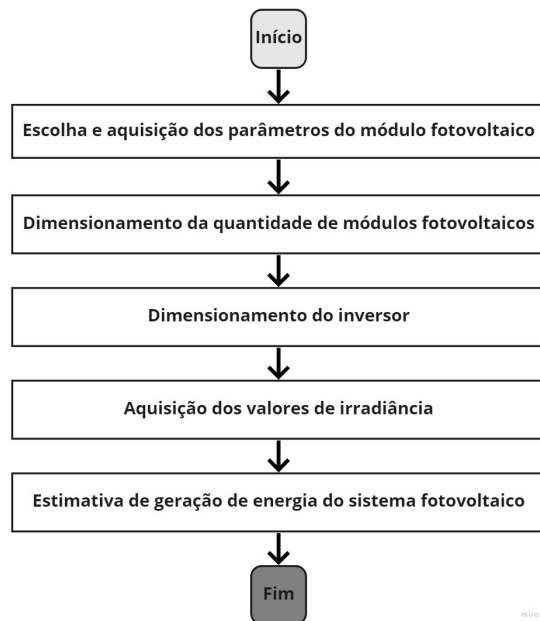


Fig. 5. Passos para a realização do dimensionamento dos SFV.

1) *Escolha e aquisição dos parâmetros do módulo fotovoltaico:* O módulo fotovoltaico escolhido para compor os SFVs foi o ASTRO 5 Semi-CHSM72M-HC monocristalino (mono-Si) de 545 W da fabricante ASTRONERGY A CHINT COMPANY [31], sendo escolhido devido a acessibilidade para orçamento com empresa do ramo no município. As especificações mecânicas e elétricas do módulo fotovoltaico para o desenvolvimento dos dimensionamentos são indicados

na Tabela III.

TABELA III
Especificações mecânicas e elétricas

Parâmetro	Valor
A_m	2,56 m ²
P_m	545 W
η	21,30%
V_{OCSTC}	49,90 V
I_{SCSTC}	13,81 A

2) *Dimensionamento da quantidade de módulos fotovoltaicos:* Para o presente estudo, foram realizados o dimensionamento de três SFVs distintos, na qual foram arbitradas três áreas disponíveis para a instalação dos arranjos fotovoltaicos:

- Sistema 1: 15 m²;
- Sistema 2: 30 m²;
- Sistema 3: 45 m².

Com base nessas áreas disponíveis para alojar os SFVs e os parâmetros especificados na Tabela III, foram calculadas as quantidades de módulos fotovoltaicos que compõe cada sistema e as suas respectivas potências instaladas, utilizando as Equações (1) e (2). Estes valores são expostos na Tabela IV.

TABELA IV
Quantidade de módulos fotovoltaicos e potência instalada dos SFVs

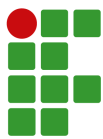
Sistemas	N_m	$P_{Instalada}$
Sistema 1	5	2,73 kW
Sistema 2	11	6,00 kW
Sistema 3	17	9,27 kW

3) *Dimensionamento do inversor:* A partir do dimensionamento da quantidade de módulos de cada SFV, juntamente com os parâmetros elencados na Tabela III, pôde-se determinar as tensões e correntes máximas de saída dos arranjos fotovoltaicos utilizando as Equações (3) e (4). Os valores obtidos são apresentados na Tabela V.

TABELA V
Tensões e correntes máximas de saída dos arranjos fotovoltaicos

Sistemas	V_{OUTAFV}	I_{OUTAFV}
Sistema 1	249,50 V	13,81 A
Sistema 2	548,90 V	13,81 A
Sistema 3	848,30 V	13,81 A

Com posse dos valores de tensões e correntes máximas de saída dos arranjos fotovoltaicos e potência instalada dos sistemas, foi possível determinar os inversores a serem empregados em cada SFV deste estudo. Para tal, foram escolhidos os inversores monofásicos da linha SIW200G da



fabricante WEG [32], que tem o foco de atender o segmento residencial. Na Tabela VI, são exibidos os modelos de inversores e as suas principais especificações.

TABELA VI
Inversores da linha SIW200G

Especificações técnicas	M030	M050	M060	M070
Tensão de entrada máxima	600 V	600 V	600 V	600 V
Corrente de entrada máxima	14 A	14 A	14 A	14 A
Potência nominal de saída	3 kW	5 kW	6 kW	7 kW
Tensão de saída nominal	220 V	220 V	220 V	220 V
Corrente de saída máxima	14,3 A	23,9 A	26,1 A	35 A

Os inversores empregados nos SFVs conforme as especificidades de saída dos arranjos fotovoltaicos, são apresentados na Tabela VII. Salienta-se o emprego de dois inversores no sistema 3, devido a tensão de saída do arranjo fotovoltaico ser superior a tensão permitida na entrada dos inversores utilizados, assim dividindo o arranjo fotovoltaico em duas séries fotovoltaicas.

TABELA VII
Inversores empregados nos SFVs

Sistemas	Inversores
Sistema 1	SIW200G M030
Sistema 2	SIW200G M050
Sistema 3	SIW200G M030 e SIW200G M050

4) *Aquisição dos dados de irradiância:* Para a estimativa de geração de energia elétrica dos SFVs, foi necessário adquirir os dados de irradiância no município de Jaraguá do Sul. Através do programa SunData disponibilizado pelo Centro de Referência para as Energias Solar e Eólica Sérgio de S. Brito (CRESESB) [33] e com posse da coordenada geográfica do município encontrada no Google Maps, foi possível obter as irradiâncias diárias médias mensais no plano inclinado na latitude. Esses dados são apresentados na Tabela VIII.

TABELA VIII
Dados de irradiância no município de Jaraguá do Sul

Mês	G [kWh/m ² .dia]
Janeiro	4,89
Fevereiro	4,87
Março	4,62
Abril	4,11
Mai	3,68
Junho	3,17
Julho	3,26
Agosto	3,90
Setembro	3,54
Outubro	3,83
Novembro	4,65
Dezembro	4,88

5) *Estimativa de geração de energia do sistema fotovoltaico:* Levando em conta as especificações elétricas do módulo indicadas na Tabela III, os dados solarimétricos da Tabela VIII e com a quantidade de dias que compõe os meses, foi estimada a energia gerada por cada SFV por meio da Equação (5). Esses valores são apresentados na Tabela IX.

TABELA IX
Estimativa de geração de energia elétrica dos SFVs

Mês	Sistema 1 [kWh]	Sistema 2 [kWh]	Sistema 3 [kWh]
Janeiro	309,49	680,88	1052,28
Fevereiro	278,40	612,48	946,55
Março	292,40	643,29	994,17
Abril	251,73	553,82	855,90
Mai	232,91	512,40	791,90
Junho	194,16	427,15	660,14
Julho	206,33	453,92	701,52
Agosto	246,83	543,04	839,24
Setembro	216,82	477,01	737,20
Outubro	242,40	533,29	824,17
Novembro	284,81	626,58	968,35
Dezembro	308,86	679,49	1050,12
Média	255,43	561,95	868,46

Com os valores da Tabela IX, foi possível obter a geração de energia elétrica anual destes sistemas, na qual são exibidos a seguir:

- Sistema 1: 3.065,16 kWh/ano;
- Sistema 2: 6.743,35 kWh/ano;
- Sistema 3: 10.421,54 kWh/ano.

Porém, conforme o catálogo da fabricante ASTRONERGY [31], o módulo fotovoltaico sofre uma degradação, em que reduz a capacidade de geração de energia ao passar dos anos. Observa-se na Figura 6, que o módulo apresenta uma degradação no 1º ano de 2% e que do 2º ao 25º ano há um aumento na degradação de 0,55% ano a ano (a.a.).

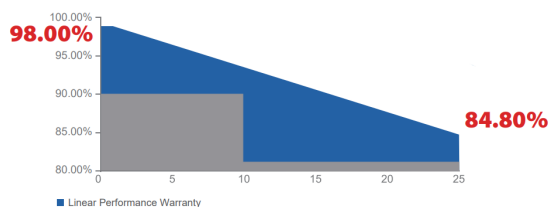


Fig. 6. Gráfico degradação do módulo fotovoltaico [31].

Diante do exposto, foi estabelecido a geração de energia elétrica anual dos SFVs na Tabela X considerando a degradação dos módulos até a sua depreciação.

D. Viabilidade financeira de implementação de sistema fotovoltaico

Conforme fundamentado na Seção V, as análises financeiras de projetos consiste em levantar os custos e receitas geradas



TABELA X

Geração de energia elétrica dos SFVs

Ano	Sistema 1 [kWh]	Sistema 2 [kWh]	Sistema 3 [kWh]
1	3003,86	6608,48	10213,11
2	2987,00	6571,40	10155,79
3	2970,14	6534,31	10098,48
4	2953,28	6497,22	10041,16
5	2936,42	6460,13	9983,84
6	2919,56	6423,04	9926,52
7	2902,71	6385,95	9869,20
8	2885,85	6348,87	9811,88
9	2868,99	6311,78	9754,57
10	2852,13	6274,69	9697,25
11	2835,27	6237,60	9639,93
12	2818,41	6200,51	9582,61
13	2801,56	6163,42	9525,29
14	2784,70	6126,34	9467,97
15	2767,84	6089,25	9410,65
16	2750,98	6052,16	9353,34
17	2734,12	6015,07	9296,02
18	2717,26	5977,98	9238,70
19	2700,41	5940,89	9181,38
20	2683,55	5903,80	9124,06
21	2666,69	5866,72	9066,74
22	2649,83	5829,63	9009,42
23	2632,97	5792,54	8952,11
24	2616,11	5755,45	8894,79
25	2599,26	5718,36	8837,47

durante o seu período de vida útil, para assim obter o FC e determinar os indicadores financeiros com a implementação do projeto, no qual estes ditam a viabilidade do projeto.

Então, de modo a realizar os estudos de viabilidade financeira de implementação dos SFVCRs, foi feito o levantamento de todo o custo envolvido com a aquisição dos SFVs e da receita obtida com a economia na fatura de energia elétrica com a implementação destes sistemas, que com o propósito de suceder um estudo competente, foi considerado a inflação energética nas tarifas utilizadas para obter o faturamento da energia elétrica (FEE) e a inflação sobre o serviço de manutenção que compõe os custos na aquisição do SFV com base no Índice Nacional de Preços ao Consumidor Amplo (IPCA), sendo o período de análise adotado de 25 anos, conforme a depreciação dos SFVs.

1) Levantamento de custo dos sistemas fotovoltaicos:

Mediante o dimensionamento realizado dos SFVs, foi possível efetuar levantamento do custo de aquisição dos sistemas. Este, que é composto pelos valores dos módulos fotovoltaicos, inversores, suporte de fixação do sistema, cabeamentos CC e CA, *String Box*, serviço de instalação e pelo custo de manutenção do sistema, que refere-se a limpeza dos módulos fotovoltaicos, na qual foi sugerido considerar 0,50% a.a. do valor de aquisição do SFV. Os valores foram obtidos com uma empresa em soluções em energias renováveis do município, esta que solicitou que o seu nome seja mantido em sigilo. Os

orçamentos são apresentados nas Tabelas **XI**, **XII** e **XIII**.

TABELA XI

Orçamento SFV 1

Quantidade	Serviços e Equipamentos
5	Módulo fotovoltaico
1	Inversor SIW200G M030
-	Suporte de fixação do sistema
-	Cabeamentos CC e CA
-	<i>String Box</i>
-	Serviço de instalação
-	Valor Total R\$ 15.047,18
a.a.	Manutenção R\$ 75,24

TABELA XII

Orçamento SFV 2

Quantidade	Serviços e Equipamentos
11	Módulo fotovoltaico
1	Inversor SIW200G M050
-	Suporte de fixação do sistema
-	Cabeamentos CC e CA
-	<i>String Box</i>
-	Serviço de instalação
-	Valor Total R\$ 27.563,76
a.a.	Manutenção R\$ 137,82

TABELA XIII

Orçamento SFV 3

Quantidade	Serviços e Equipamentos
17	Módulo fotovoltaico
1	Inversor SIW200G M030
1	Inversor SIW200G M050
-	Suporte de fixação do sistema
-	Cabeamentos CC e CA
-	<i>String Box</i>
-	Serviço de instalação
-	Valor Total R\$ 44.614,52
a.a.	Manutenção R\$ 223,07

Em relação a inflação considerada sobre o serviço de manutenção dos SFVs, foram coletados os valores dos últimos 10 anos do histórico do IPCA no site do IBGE [34] e realizado a média aritmética desses dados, sendo determinado a taxa aplicada na correção monetária do custo de manutenção de 6,07% a.a. (Apêndice IV).

2) *Tarifação energética*: Para a tarifação energética empregada na realização do FEE, foram coletadas as tarifas de uma fatura de energia elétrica de uma UC residencial do Subgrupo B1, sendo esta fatura do mês de abril do ano de 2022. A Tabela **XIV** apresenta o valor das tarifas desta fatura.

Conforme a Tabela **XIV** apresenta, foram consideradas uma tarifação para o consumo e energia injetada até 150 kWh, e outra tarifação referente ao excedente à 150 kWh, na qual as tarifas de consumo foram compostas pelo consumo TUSD e TE,



TABELA XIV
Tarifação energética

Tarifa	Valor por kWh
Consumo até 150 kWh	R\$ 0,6242
Consumo excedente à 150 kWh	R\$ 0,7327
Energia injetada até 150 kWh	R\$ 0,5898
Energia injetada excedente à 150 kWh	R\$ 0,6486

e as da energia injetada formadas pela energia injetada TUSD e TE. Porém, de forma a considerar a inflação energética, foram apurados os valores dos últimos 10 anos de ajuste tarifário de energia elétrica da concessionária Celesc no site da ANEEL [35] e feito a média aritmética dos dados coletados, no qual determinou-se a taxa considerada na correção energética de 5,54% a.a. (Apêndice IV). A tarifação energética corrigida com a inflação que foi empregada para obter o débito de consumo de energia elétrica (DCEE) e o crédito de energia elétrica injetada na rede (CEEI), são disponibilizadas no Apêndice V.

3) *Economia com a implementação do sistema fotovoltaico:* Para obter a economia na fatura de energia elétrica com a injeção da energia gerada pelo SFV na rede de distribuição da concessionária, foi necessário primeiramente calcular o DCEE e o CEEI, para em seguida ser encontrado o débito de energia elétrica (DEE) e então ser realizado o FEE, e por fim obter a economia gerada com implementação dos SFVs.

Com posse do consumo de energia elétrica conforme o número de residentes (Tabela II) e a tarifação energética para este consumo, é levantado o DCEE:

$$D_{CEE} = C_{\leq 150kWh} \cdot T_{C_{\leq 150kWh}} + C_{>150kWh} \cdot T_{C_{>150kWh}} \quad (11)$$

Na qual:

- D_{CEE} : Débito do consumo de energia elétrica mensal (R\$);
- $C_{\leq 150kWh}$: Consumo de até 150 kWh;
- $T_{C_{\leq 150kWh}}$: Tarifa referente ao consumo de até 150 kWh (R\$/kWh);
- $C_{>150kWh}$: Consumo excedente à 150 kWh;
- $T_{C_{>150kWh}}$: Tarifa referente ao consumo excedente à 150 kWh (R\$/kWh).

Com a estimativa de geração de energia elétrica mensal dos SFVs (obtido com a divisão dos valores da Tabela X por 12 meses) e a tarifação para estas gerações, é determinado o CEEI:

$$C_{EEI} = EI_{\leq 150kWh} \cdot T_{EI_{\leq 150kWh}} + EI_{>150kWh} \cdot T_{EI_{>150kWh}} \quad (12)$$

Na qual:

- C_{EEI} : Crédito de energia elétrica injetada na rede mensal (R\$);
- $EI_{\leq 150kWh}$: Energia injetada de até 150 kWh;

- $T_{EI_{\leq 150kWh}}$: Tarifa referente a energia injetada de até 150 kWh (R\$/kWh);
- $EI_{>150kWh}$: Energia injetada excedente à 150 kWh;
- $T_{EI_{>150kWh}}$: Tarifa referente a energia injetada excedente à 150 kWh (R\$/kWh).

Com isso, encontra-se o DEE pela Equação (13):

$$D_{EE} = 12 \cdot (D_{CEE} - C_{EEI}) \quad (13)$$

Na qual:

- D_{EE} : Débito de energia elétrica do ano t (R\$).

Sendo considerado que as residências desse estudo são conectadas em baixa tensão e o fornecimento de energia elétrica destas é dado por um circuito monofásico, o custo de disponibilidade a ser cobrado é referente a 30 kWh conforme estabelecido pela RN nº 1000/2021 [15]. Assim, o custo de disponibilidade anual foi estabelecido por:

$$C_{Disponibilidade} = 12 \cdot Disponibilidade \cdot T_{C_{\leq 150kWh}} \quad (14)$$

Na qual:

- $C_{Disponibilidade}$: Custo de disponibilidade do ano t (R\$);
- $Disponibilidade$: 30 kWh;

Em vista do exposto, o FEE pode ser estabelecido de duas formas:

- Quando DEE for menor ou igual ao custo de disponibilidade anual, então:

$$F_{EE} = C_{Disponibilidade} \quad (15)$$

Na qual:

- F_{EE} : Faturamento de energia elétrica do ano t (R\$).

- Quando DEE for maior que o custo de disponibilidade anual, então:

$$F_{EE} = D_{EE} \quad (16)$$

Desta forma, a economia anual na fatura de energia elétrica com a implementação dos SFVs foram obtidas através de:

$$E_{ISFV} = 12 \cdot D_{CEE} - F_{EE} \quad (17)$$



Na qual:

- E_{ISFV} : Economia com a implementação do SFV do ano t.

4) *Fluxo de Caixa Descontado*: Para realizar o FCD, a TMA utilizada foi a taxa SELIC. A escolha deste índice foi motivado pelo fato dela ser a taxa básica de juros da economia brasileira, assim sendo o principal instrumento de política monetária utilizado pelo Banco Central do Brasil (BCB) e referência para remunerações de aplicações e investimentos financeiros com baixo nível de risco [36]. A taxa SELIC empregada foi de 8,68% a.a. (Apêndice IV), essa sendo obtida com o cálculo da média aritmética dos dados diários dos últimos 10 anos, coletados no site do BCB [37].

Com a TMA definida, então foi possível fazer a demonstração do FCD para cada cenário proposto na Tabela XVI, na qual os FCDs são apresentados nos Apêndices VI ao XX.

TABELA XV

Cenários criados para análise de viabilidade

Cenários	Residentes	SFV
Cenário 1	1 residente	Sistema 1
Cenário 2	1 residente	Sistema 2
Cenário 3	1 residente	Sistema 3
Cenário 4	2 residentes	Sistema 1
Cenário 5	2 residentes	Sistema 2
Cenário 6	2 residentes	Sistema 3
Cenário 7	3 residentes	Sistema 1
Cenário 8	3 residentes	Sistema 2
Cenário 9	3 residentes	Sistema 3
Cenário 10	4 residentes	Sistema 1
Cenário 11	4 residentes	Sistema 2
Cenário 12	4 residentes	Sistema 3
Cenário 13	5 residentes	Sistema 1
Cenário 14	5 residentes	Sistema 2
Cenário 15	5 residentes	Sistema 3

VII. RESULTADOS

Nesta seção serão apresentadas as análises de viabilidade financeira de implementação dos SFVCR de acordo com o quantitativo de residentes, assim será apresentado o VPL obtido e o tempo para retorno do investimento através do PBD para os diferentes cenários informados.

A. Análise de viabilidade financeira para 1 residente

Para a análise de viabilidade financeira de implementação do SFVCR para 1 residente, considerou-se o FCD dos cenários 1, 2 e 3 apresentados nos Apêndices VI, VII e VIII, respectivamente.

A Figura 7 apresenta as evoluções dos FCDs dos cenários citados anteriormente. Observa-se que todos os cenários possuem o VPL negativo, e que consequentemente não apresentam retorno do investimento inicial durante o período de vida do projeto, assim certificou-se que não é viável a implementação de um SFVCR para apenas 1 residente, mediante

os cenários propostos.

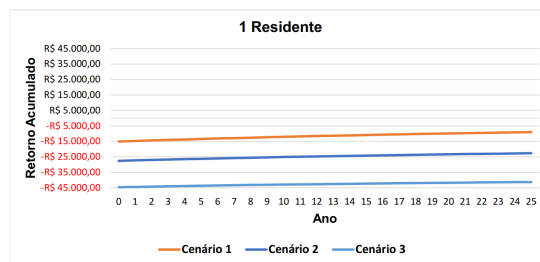


Fig. 7. Gráfico de evolução do retorno acumulado para 1 residente.

Os valores obtidos de VPL são dispostos na Tabela XVI.

TABELA XVI

Indicadores financeiros obtidos para 1 residente.

Cenários	VPL
Cenário 1	-R\$ 9.014,28
Cenário 2	-R\$ 22.689,34
Cenário 3	-R\$ 41.318,25

B. Análise de viabilidade financeira para 2 residentes

Para a segunda análise de viabilidade financeira de implementação do SFVCR, considerou-se o FCD dos cenários 4, 5 e 6 apresentados respectivamente nos Apêndices IX, X e XI, estes que são referentes a 2 residentes.

As evoluções dos FCDs dos cenários referidos são apresentados na Figura 8. Verifica-se que os cenários 5 e 6 possuem o VPL negativo, que por consequência não indicam o retorno do investimento inicial durante a vida útil estipulada para o SFV. Em contrapartida, o cenário 4 apresenta um VPL positivo e o tempo de retorno do investimento entre 19 e 20 anos.

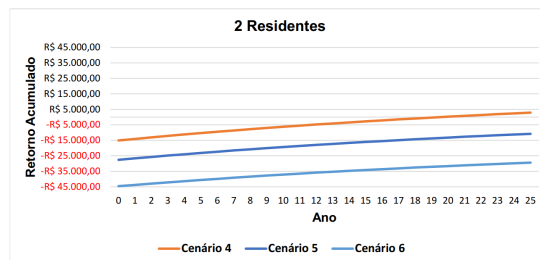


Fig. 8. Gráfico de evolução do retorno acumulado para 2 residentes.

Os valores obtidos de VPL e PBD são dispostos na Tabela XVII, no qual o cenário 4 indicando um VPL de R\$ 2.869,56 e um PBD em 19,53 anos, confirma a viabilidade financeira para implementação de um SFV de 2,73 kW para 2 residentes.

TABELA XVII

Indicadores financeiros obtidos para 2 residentes.

Cenários	VPL	PBD
Cenário 4	R\$ 2.869,56	19,53 anos
Cenário 5	-R\$ 10.805,50	-
Cenário 6	-R\$ 29.434,41	-



C. Análise de viabilidade financeira para 3 residentes

Para a análise de viabilidade financeira de implementação do SFVCR para 3 residentes, considerou-se o FCD dos cenários 7, 8 e 9 apresentados nos Apêndices XII, XIII e XIV, respectivamente.

A Figura 9 apresenta as evoluções dos FCDs dos cenários discorridos anteriormente. Consta-se que o cenário 9 possui o VPL negativo, demonstrando que não apresenta retorno do investimento inicial no período de análise. Por outro lado os cenários 7 e 8 apresentam um VPL positivo, no qual o tempo de retorno do capital investido para o cenário 7 esta entre 9 e 10 anos e em torno de 22 anos para o cenário 8.

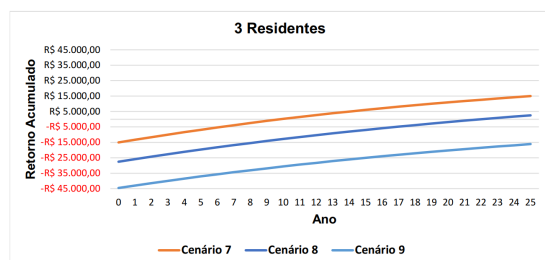


Fig. 9. Gráfico de evolução do retorno acumulado para 3 residentes.

Os valores obtidos de VPL e PBD são dispostos na Tabela XVIII, no qual o cenário 7 indica um VPL de R\$ 14.982,81 e um PBD em 9,85 anos e o cenário 8 estabelece um VPL de R\$ 2.514,40 e um PBD em 22,03 anos, ambos certificando que é viável a implementação de um SFVCR para 3 residentes, no entanto o cenário 7 que apresenta um VPL maior, torna-se mais atrativo nesta situação, diante disso a viabilidade financeira para 3 residentes é dado pela implementação do SFV de 2,73 kW.

TABELA XVIII

Indicadores financeiros obtidos para 3 residentes.

Cenários	VPL	PBD
Cenário 7	R\$ 14.982,81	9,85 anos
Cenário 8	R\$ 2.514,40	22,03 anos
Cenário 9	-R\$ 16.114,51	-

D. Análise de viabilidade financeira para 4 residentes

Para a quarta análise de viabilidade financeira de implementação do SFVCR, considerou-se o FCD dos cenários 10, 11 e 12 apresentados respectivamente nos Apêndices XV, XVI e XVII, estes que são pertinentes a 4 residentes.

As evoluções dos FCDs dos cenários tratados são apresentados na Figura 10. Observa-se que o cenário 12 possui o VPL negativo, que em vista disso não apresenta retorno do investimento inicial no período de 25 anos. Em compensação os cenários 10 e 11 apresentam um VPL positivo, no qual o tempo de retorno do investimento para o cenário 10 esta entre 9 e 10 anos e entre de 13 e 14 anos para o cenário 11.

Os valores obtidos de VPL e PBD são dispostos na Tabela XIX, no qual o cenário 10 indica um VPL de R\$ 15.223,30 e um PBD em 9,66 anos e o cenário 11 estabelece um VPL de R\$

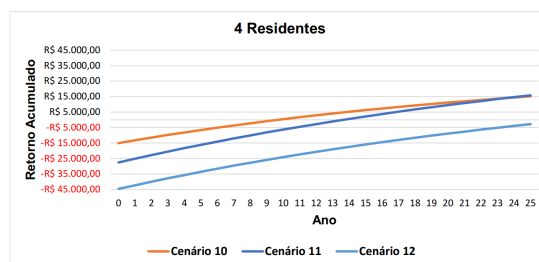


Fig. 10. Gráfico de evolução do retorno acumulado para 4 residentes.

15.834,31 e um PBD em 13,63 anos, dessa forma corroborando a viabilidade de implementação de um SFVCR para 4 residentes, contudo o cenário 11 que expressa um VPL maior, torna-se mais atrativo nesta situação, diante disso a viabilidade financeira para 4 residentes é dado pela implementação do SFV de 6,00 kW.

TABELA XIX

Indicadores financeiros obtidos para 4 residentes.

Cenários	VPL	PBD
Cenário 10	R\$ 15.223,30	9,66 anos
Cenário 11	R\$ 15.834,31	13,63 anos
Cenário 12	-R\$ 2.794,60	-

E. Análise de viabilidade financeira para 5 residentes

Para a última análise de viabilidade financeira de implementação do SFVCR, considerou-se o FCD dos cenários 13, 14 e 15 apresentados respectivamente nos Apêndices XVIII, XIX e XX, estes que são pertencentes a 5 residentes.

A Figura 11 apresenta as evoluções dos FCDs dos cenários relatados anteriormente. Consta-se que todos os cenários possuem o VPL positivo, que consequentemente apresentam retorno do investimento antes da depreciação do SFV, assim constatou-se que é viável a implementação de um SFVCR para 5 residentes, por meio de qualquer cenário proposto.

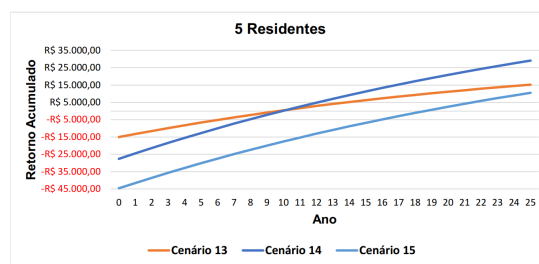


Fig. 11. Gráfico de evolução do retorno acumulado para 5 residentes.

Os valores obtidos de VPL e PBD são dispostos na Tabela XX, no qual o cenário 13 indica um VPL de R\$ 15.223,30 e um PBD em 9,66 anos, o cenário 14 estabelece um VPL de R\$ 29.154,21 e um PBD em 9,91 anos e o cenário 15 determina um VPL de R\$ 10.525,30 e um PBD em 18,58 anos. Portanto o cenário 14 que apresenta um VPL superior, vem a ser mais atrativo do que os outros cenários, desta forma a viabilidade financeira para 5 residentes é concedida pela implementação do



SFV de 6,00 kW.

TABELA XX

Indicadores financeiros obtidos para 5 residentes.

Cenários	VPL	PBD
Cenário 13	R\$ 15.223,30	9,66 anos
Cenário 14	R\$ 29.154,21	9,91 anos
Cenário 15	R\$ 10.525,30	18,58 anos

VIII. CONCLUSÃO

Para o estudo de viabilidade técnica-financeira de implementação de SFVCR em residências de Jaraguá do Sul levando em consideração o quantitativo de residentes, é necessário realizar a estimativa de consumo de energia elétrica por habitante, o dimensionamento do SFV, como também o FCD para determinar os indicadores financeiros adquiridos com a implementação do projeto.

Nesse contexto, inicialmente foi apresentado como obter a estimativa de consumo considerando o desenvolvimento econômico do município, no qual o valor alcançado teve uma pequena diferença de $\pm 1,24\%$ em relação ao determinado pela amostragem.

Com a estimativa de consumo de energia elétrica validada, em seguida foi realizado o dimensionamento de 3 SFVs. Então, foram definidas as quantidades de módulos e as potências instaladas de cada SFV, sendo possível na sequência determinar os inversores a serem empregados e por fim foram realizadas as estimativas de geração de energia dos SFVs.

Após realizado a estimativa de consumo de energia elétrica e o dimensionamento dos SFVs, foi apresentado o levantamento de custos para a implementação dos sistemas, como contabilizar a receita obtida com a economia na fatura de energia elétrica e por fim foi definido a TMA a ser aplicada no FCD. Diante disso, foram feitas as demonstrações de FCD para 15 cenários, estes variando de 1 a 5 residentes para os 3 SFV dimensionados.

Efetuada as demonstrações de FCD, foi possível analisar se é viável a implementação de um SFVCR para os residentes em Jaraguá do Sul, para isso foram considerados os indicadores financeiros obtidos com os cenários propostos.

Neste estudo, constatou-se que somente é viável a implementação de um SFVCR a partir de 2 residentes, na qual o cenário 4 apresentou viabilidade para 2 residentes. Para 3 residentes os cenários 7 e 8 mostraram ser viáveis, sendo o cenário 7 mais atrativo. Os cenários 10 e 11 apresentaram viabilidade para 4 residentes, sendo de maior atratividade o cenário 11. Por fim, para 5 residentes todos os cenários demonstraram ser viáveis, contudo o cenário 14 foi o mais atrativo.

Além disso, observou-se uma maior atratividade na implementação de um SFV conforme o aumento de residentes, isso motivado pelo o aumento das receitas geradas em relação aos custos com os sistemas que permanecem os mesmos. Em que, o aumento das receitas geradas está ligado ao

crescimento de consumo de energia elétrica conforme o número de residentes, na qual resulta em uma maior economia na fatura de energia elétrica.

Como dificuldades encontradas, pode-se citar o acesso a dados atualizados do IBGE que seriam relevantes para uma estimativa de consumo de energia elétrica por habitante do município mais adequada e a participação da população na obtenção da amostragem para a validação da estimativa de consumo.

Como sugestão para trabalhos futuros, pode-se executar as mesmas análises realizadas neste trabalho, considerando uma variação da quantidade de módulos fotovoltaicos por SFV, para garantir um resultado mais ajustado conforme o cenário. Além disso, é possível realizar um estudo para outras instalações, sendo elas comercial, industrial ou rural. Como também é possível tomar como base este estudo para expandir a análise para outros municípios da região, de forma a identificar outras localidades com potencial de implementação de SFVs, o que torna-se interessante para a população no aspecto financeiro e também para a diversificação da matriz elétrica.

REFERÊNCIAS

- [1] M. R. B. Neto, P. Carvalho, *GERAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA - FUNDAMENTOS*, Editora Saraiva, São Paulo, 2012.
- [2] M. O. Pinto, *ENERGIA ELÉTRICA: GERAÇÃO, TRANSMISSÃO E SISTEMAS INTERLIGADOS*, 1a ed., Grupo GEN, Rio de Janeiro, 2013.
- [3] Â. Vian, C. M. V. Tahan, G. J. R. Aguiar, M. R. Gouvea, M. M. F. Gemignani, *ENERGIA SOLAR: FUNDAMENTOS TECNOLOGIA E APLICAÇÕES*, 1a ed., Editora Blucher, São Paulo, 2021.
- [4] EPE, “ANUÁRIO ESTATÍSTICO DE ENERGIA ELÉTRICA 2021”, 2021, [Online], URL: https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-160/topico-168/Anu%C3%A1rio_2021.pdf
- [5] ANEEL, “RESOLUÇÃO NORMATIVA Nº 482, DE 17 DE ABRIL DE 2012”, 2012, [Online], URL: <http://www2.aneel.gov.br/cedoc/ren2012482.pdf>
- [6] MME, “PROGRAMA DE DESENVOLVIMENTO DA GERAÇÃO DISTRIBUÍDA DE ENERGIA ELÉTRICA (PROGD)”, 2015, [Online], URL: <http://antigo.mme.gov.br/documents/20182/6dac9bf7-78c7-ff43-1f03-8a7322476a08>
- [7] G. de Santa Catarina, “BÔNUS EFICIENTE LINHA FOTOVOLTAICA PROMOVE MICROGERAÇÃO RESIDENCIAL COM 60% DE DESCONTO”, 2017, [Online], URL: <https://www.sc.gov.br/noticias/temas/energia/bonus-eficiente-linha-fotovoltaica-promove-microgeracao-residencial-com-60-de-desconto>



- [8] S. A. Melhem Adas, *EXPEDIÇÕES GEOGRÁFICAS*, 3a ed., MODERNA, São Paulo, 2018.
- [9] H. A. C. EXPOSIÇÃO, “IRRADIÂNCIA SOLAR”, 2013, [Online], URL: <https://i0.wp.com/www.hisour.com/wp-content/uploads/2018/09/Solar-irradiance.jpg?w=960&ssl=1>
- [10] INPE, “ATLAS BRASILEIRO DE ENERGIA SOLAR”, 2017, [Online], URL: <http://mtc-m21b.sid.inpe.br/rep/8JMKD3MGP3W34P/3PERDJE>
- [11] A. R. O. da Rosa, F. P. Gasparin, “PANORAMA DA ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA NO BRASIL”, *Revista brasileira de energia solar*, vol. 7, no. 2, pp. 140–147, 2016.
- [12] INPE, “ATLAS BRASILEIRO DE ENERGIA SOLAR GANHA NOVA EDIÇÃO APÓS DEZ ANOS”, 2017, [Online], URL: <http://www.inpe.br/informativo/08/nota03>
- [13] ANEEL, “GERAÇÃO DISTRIBUÍDA”, 2022, [Online], URL: <https://www.gov.br/aneel/pt-br/assuntos/geracao-distribuida>
- [14] ANEEL, “RESOLUÇÃO NORMATIVA Nº 687, DE 24 DE NOVEMBRO DE 2015”, 2015, [Online], URL: <http://www2.aneel.gov.br/cedoc/ren2015687.pdf>
- [15] ANEEL, “RESOLUÇÃO NORMATIVA Nº 1000, DE 7 DE DEZEMBRO DE 2021”, 2021, [Online], URL: <http://www2.aneel.gov.br/cedoc/ren20211000.pdf>
- [16] ANEEL, “RESOLUÇÃO NORMATIVA Nº 956, DE 7 DE DEZEMBRO DE 2021”, 2021, [Online], URL: <http://www2.aneel.gov.br/cedoc/ren2021956.html>
- [17] ANEEL, “REGRAS E PROCEDIMENTOS DE DISTRIBUIÇÃO (PRODIST)”, 2022, [Online], URL: <https://www.gov.br/aneel/pt-br/centrais-de-conteudos/procedimentos-regulatorios/prodist>
- [18] ANEEL, “MÓDULO 3 - CONEXÃO AO SISTEMA DE DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA”, 2021, [Online], URL: https://www2.aneel.gov.br/cedoc/aren2021956_2.2.pdf
- [19] R. d. J. Bernardino, *ESTUDO DE VIABILIDADE TÉCNICA-FINANCEIRA DE SISTEMAS FOTOVOLTAICOS EM INSTALAÇÕES RESIDENCIAIS*, B.S. thesis, Universidade Federal de Ouro Preto, 2018.
- [20] CEPEL-CRESESB, “MANUAL DE ENGENHARIA PARA SISTEMAS FOTOVOLTAICO”, 2014, [Online], URL: http://www.cresesb.cepel.br/publicacoes/download/Manual_de_Engenharia_FV_2014.pdf
- [21] W. P. d. Oliveira, *ESTUDO DA VIABILIDADE DE INSTALAÇÃO DE ENERGIA FOTOVOLTAICA EM PRÉDIOS PÚBLICOS DE SÃO DOMINGOS DAS DORES - MG*, B.S. thesis, Faculdade Doctum de Caratinga, 2017.
- [22] M. G. Villalva, J. R. Gazoli, *ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA: CONCEITOS E APLICAÇÕES*, 1a ed., Editora Érica, São Paulo, 2012.
- [23] V. Teles Correia, *SISTEMA DE GERENCIAMENTO DE ENERGIA PARA MICRORREDES*, Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Paraná, 2021.
- [24] *ANÁLISE DA VIABILIDADE ECONÔMICO-FINANCEIRA DO USO DO BIOGÁS COMO FONTE DE ENERGIA ELÉTRICA*, author=Lindemeyer, Ricardo Matsukura, type=TCE - Trabalho de Conclusão de Estágio, school=Universidade Federal de Santa Catarina, year=2008, Dissertação de Mestrado.
- [25] A. Souza, A. Clemente, *DECISÕES FINANCEIRAS E ANÁLISE DE INVESTIMENTOS: FUNDAMENTOS, TÉCNICAS E APLICAÇÕES*, vol. 5, Atlas, 2004.
- [26] A. P. Cherobim, A. Lemes, C. Rigo, *ADMINISTRAÇÃO FINANCEIRA: PRINCÍPIOS, FUNDAMENTOS E PRÁTICAS BRASILEIRAS*, 4a ed., Elsevier Brasil, Rio de Janeiro, 2016.
- [27] M. H. Schossler, *ESTUDO DE VIABILIDADE FINANCEIRA PARA IMPLANTAÇÃO DE SISTEMAS DE ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA EM RESIDÊNCIAS E EMPREENDIMENTOS COMERCIAIS DO MUNICÍPIO DE LAJEADO*, B.S. thesis, Universidade do Vale do Taquari, 2018.
- [28] IBGE, “ESTIMATIVAS DA POPULAÇÃO RESIDENTE NO BRASIL”, 2019, [Online], URL: https://ftp.ibge.gov.br/Estimativas_de_Populacao/Estimativas_2019/POP2019_20210331.pdf
- [29] SDE, “SC TEM UM CRESCIMENTO DE 3,8% EM 2019 E O PIB ALCANÇA R\$323,26 BILHÕES”, 2021, [Online], URL: <https://www.sde.sc.gov.br/index.php/noticias/3403-sc-tem-um-crescimento-de-3-8-em-2019-e-o-pib-alcanca-r-323-26-bilhoes#:~:text=Santa%20Catarina%20alcan%C3%A7ou%20um%20Produto,crescimento%20entre%20todos%20os%20estados>
- [30] IBGE, “ECONOMIA JARAGUÁ DO SUL”, 2019, [Online], URL: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/sc/jaragua-do-sul/panorama>
- [31] A. A. C. COMPANY, “ASTRO 5 SEMI - CREATE SUSTAINABLE AND EFFICIENT GREEN ENERGY”, 2021, [Online], URL: <https://energy.chint.com/upload/data/202103-24/164937780472008711.pdf>
- [32] WEG, “SIW - SOLAR INVERTER WEG”, 2022, [Online], URL: <https://static.weg.net/media/s/downloadcenter/h09/h17/WEG-SIW-inversores-string-50105878-pt.pdf>



- [33] CRESESB, “POTENCIAL SOLAR - SUNDATA”, 2018, [Online], URL: <http://www.cresesb.cepel.br/index.php?section=sundata>.
- [34] IBGE, “IPCA - ÍNDICE NACIONAL DE PREÇOS AO CONSUMIDOR AMPLO”, 2022, [Online], URL: https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/precos-e-custos/9256-indice-nacional-de-precos-ao-consumidor-amplo.html?t=series-historicas&utm_source=landing&utm_medium=explika&utm_campaign=inflacao#plano-real-ano.
- [35] ANEEL, “TARIFAS RESIDENCIAIS”, 2022, [Online], URL: <https://app.powerbi.com/view?r=eyJrIjoizDFmMzIzM2QzM2EyNi00YjkyLWlxNDMtYTU4NTI0NWlyNTI5IiwidCI6IjQwZDZmOWI4LWVjYTctNDZhMi05MmQOLWVhNGU5YzAxNzBlMSIsImMiOjR9>.
- [36] BCB, “TAXA SELIC”, 2022, [Online], URL: <https://www.bcb.gov.br/controleinflacao/taxaselic>.
- [37] BCB, “TAXA SELIC”, 2022, [Online], URL: <https://www.bcb.gov.br/estabilidadefinanceira/selcicdadosdiarios>.



APÊNDICE I

[Clique aqui para acessar a tabela completa utilizada para o desenvolvimento deste estudo.](#)

APÊNDICE II

[Clique aqui para acessar ao questionário realizado.](#)

APÊNDICE III

[Clique aqui para acessar a tabela dos dados coletados para a amostragem.](#)

APÊNDICE IV

[Clique aqui para acessar a tabela com as taxas.](#)

APÊNDICE V

TABELA XXI

Tarifas energéticas corrigidas com a inflação

Ano	Consumo até 150 kWh	Consumo excedente à 150 kWh	Energia injetada até 150 kWh	Energia injetada excedente à 150 kWh
1	R\$ 0,66	R\$ 0,77	R\$ 0,62	R\$ 0,68
2	R\$ 0,70	R\$ 0,82	R\$ 0,66	R\$ 0,72
3	R\$ 0,73	R\$ 0,86	R\$ 0,69	R\$ 0,76
4	R\$ 0,77	R\$ 0,91	R\$ 0,73	R\$ 0,80
5	R\$ 0,82	R\$ 0,96	R\$ 0,77	R\$ 0,85
6	R\$ 0,86	R\$ 1,01	R\$ 0,81	R\$ 0,90
7	R\$ 0,91	R\$ 1,07	R\$ 0,86	R\$ 0,95
8	R\$ 0,96	R\$ 1,13	R\$ 0,91	R\$ 1,00
9	R\$ 1,01	R\$ 1,19	R\$ 0,96	R\$ 1,05
10	R\$ 1,07	R\$ 1,26	R\$ 1,01	R\$ 1,11
11	R\$ 1,13	R\$ 1,33	R\$ 1,07	R\$ 1,17
12	R\$ 1,19	R\$ 1,40	R\$ 1,13	R\$ 1,24
13	R\$ 1,26	R\$ 1,48	R\$ 1,19	R\$ 1,31
14	R\$ 1,33	R\$ 1,56	R\$ 1,25	R\$ 1,38
15	R\$ 1,40	R\$ 1,64	R\$ 1,32	R\$ 1,46
16	R\$ 1,48	R\$ 1,73	R\$ 1,40	R\$ 1,54
17	R\$ 1,56	R\$ 1,83	R\$ 1,47	R\$ 1,62
18	R\$ 1,65	R\$ 1,93	R\$ 1,56	R\$ 1,71
19	R\$ 1,74	R\$ 2,04	R\$ 1,64	R\$ 1,81
20	R\$ 1,83	R\$ 2,15	R\$ 1,73	R\$ 1,90
21	R\$ 1,93	R\$ 2,27	R\$ 1,83	R\$ 2,01
22	R\$ 2,04	R\$ 2,40	R\$ 1,93	R\$ 2,12
23	R\$ 2,15	R\$ 2,53	R\$ 2,04	R\$ 2,24
24	R\$ 2,27	R\$ 2,67	R\$ 2,15	R\$ 2,36
25	R\$ 2,40	R\$ 2,82	R\$ 2,27	R\$ 2,49



APÊNDICE VI

TABELA XXII

Demonstração de FCD do Cenário 1

Ano	Custo	Receita	FCD	Retorno Acumulado
0	-R\$ 15.047,18	R\$ 0,00	-R\$ 15.047,18	-R\$ 15.047,18
1	-R\$ 79,80	R\$ 449,00	R\$ 339,72	-R\$ 14.707,46
2	-R\$ 84,65	R\$ 473,86	R\$ 329,52	-R\$ 14.377,94
3	-R\$ 89,79	R\$ 500,08	R\$ 319,64	-R\$ 14.058,30
4	-R\$ 95,24	R\$ 527,76	R\$ 310,05	-R\$ 13.748,26
5	-R\$ 101,02	R\$ 556,98	R\$ 300,74	-R\$ 13.447,52
6	-R\$ 107,15	R\$ 587,80	R\$ 291,71	-R\$ 13.155,81
7	-R\$ 113,66	R\$ 620,34	R\$ 282,95	-R\$ 12.872,86
8	-R\$ 120,56	R\$ 654,67	R\$ 274,45	-R\$ 12.598,41
9	-R\$ 127,88	R\$ 690,91	R\$ 266,20	-R\$ 12.332,20
10	-R\$ 135,64	R\$ 729,15	R\$ 258,20	-R\$ 12.074,00
11	-R\$ 143,88	R\$ 769,51	R\$ 250,44	-R\$ 11.823,56
12	-R\$ 152,61	R\$ 812,10	R\$ 242,91	-R\$ 11.580,64
13	-R\$ 161,88	R\$ 857,05	R\$ 235,61	-R\$ 11.345,03
14	-R\$ 171,70	R\$ 904,49	R\$ 228,52	-R\$ 11.116,51
15	-R\$ 182,13	R\$ 954,56	R\$ 221,65	-R\$ 10.894,87
16	-R\$ 193,18	R\$ 1.007,39	R\$ 214,98	-R\$ 10.679,89
17	-R\$ 204,91	R\$ 1.063,15	R\$ 208,50	-R\$ 10.471,39
18	-R\$ 217,35	R\$ 1.121,99	R\$ 202,23	-R\$ 10.269,16
19	-R\$ 230,55	R\$ 1.184,10	R\$ 196,14	-R\$ 10.073,02
20	-R\$ 244,54	R\$ 1.249,64	R\$ 190,23	-R\$ 9.882,79
21	-R\$ 259,39	R\$ 1.318,80	R\$ 184,50	-R\$ 9.698,30
22	-R\$ 275,14	R\$ 1.391,80	R\$ 178,94	-R\$ 9.519,36
23	-R\$ 291,84	R\$ 1.468,84	R\$ 173,54	-R\$ 9.345,82
24	-R\$ 309,56	R\$ 1.550,14	R\$ 168,31	-R\$ 9.177,51
25	-R\$ 328,35	R\$ 1.635,94	R\$ 163,23	-R\$ 9.014,28



APÊNDICE VII

TABELA XXIII

Demonstração de FCD do Cenário 2

Ano	Custo	Receita	FCD	Retorno Acumulado
0	-R\$ 27.563,76	R\$ 0,00	-R\$ 27.563,76	-R\$ 27.563,76
1	-R\$ 146,19	R\$ 449,00	R\$ 278,63	-R\$ 27.285,13
2	-R\$ 155,06	R\$ 473,86	R\$ 269,91	-R\$ 27.015,22
3	-R\$ 164,47	R\$ 500,08	R\$ 261,45	-R\$ 26.753,76
4	-R\$ 174,46	R\$ 527,76	R\$ 253,26	-R\$ 26.500,50
5	-R\$ 185,05	R\$ 556,98	R\$ 245,31	-R\$ 26.255,19
6	-R\$ 196,29	R\$ 587,80	R\$ 237,61	-R\$ 26.017,58
7	-R\$ 208,20	R\$ 620,34	R\$ 230,15	-R\$ 25.787,42
8	-R\$ 220,84	R\$ 654,67	R\$ 222,92	-R\$ 25.564,50
9	-R\$ 234,25	R\$ 690,91	R\$ 215,91	-R\$ 25.348,59
10	-R\$ 248,47	R\$ 729,15	R\$ 209,12	-R\$ 25.139,47
11	-R\$ 263,56	R\$ 769,51	R\$ 202,54	-R\$ 24.936,94
12	-R\$ 279,56	R\$ 812,10	R\$ 196,16	-R\$ 24.740,78
13	-R\$ 296,53	R\$ 857,05	R\$ 189,97	-R\$ 24.550,81
14	-R\$ 314,53	R\$ 904,49	R\$ 183,98	-R\$ 24.366,83
15	-R\$ 333,62	R\$ 954,56	R\$ 178,17	-R\$ 24.188,65
16	-R\$ 353,88	R\$ 1.007,39	R\$ 172,55	-R\$ 24.016,11
17	-R\$ 375,36	R\$ 1.063,15	R\$ 167,09	-R\$ 23.849,01
18	-R\$ 398,15	R\$ 1.121,99	R\$ 161,81	-R\$ 23.687,20
19	-R\$ 422,32	R\$ 1.184,10	R\$ 156,69	-R\$ 23.530,51
20	-R\$ 447,96	R\$ 1.249,64	R\$ 151,73	-R\$ 23.378,78
21	-R\$ 475,16	R\$ 1.318,80	R\$ 146,92	-R\$ 23.231,86
22	-R\$ 504,01	R\$ 1.391,80	R\$ 142,26	-R\$ 23.089,60
23	-R\$ 534,60	R\$ 1.468,84	R\$ 137,75	-R\$ 22.951,85
24	-R\$ 567,06	R\$ 1.550,14	R\$ 133,37	-R\$ 22.818,48
25	-R\$ 601,49	R\$ 1.635,94	R\$ 129,14	-R\$ 22.689,34



APÊNDICE VIII

TABELA XXIV

Demonstração de FCD do Cenário 3

Ano	Custo	Receita	FCD	Retorno Acumulado
0	-R\$ 44.614,52	R\$ 0,00	-R\$ 44.614,52	-R\$ 44.614,52
1	-R\$ 236,62	R\$ 449,00	R\$ 195,43	-R\$ 44.419,09
2	-R\$ 250,98	R\$ 473,86	R\$ 188,70	-R\$ 44.230,39
3	-R\$ 266,22	R\$ 500,08	R\$ 182,19	-R\$ 44.048,20
4	-R\$ 282,38	R\$ 527,76	R\$ 175,90	-R\$ 43.872,30
5	-R\$ 299,52	R\$ 556,98	R\$ 169,81	-R\$ 43.702,49
6	-R\$ 317,71	R\$ 587,80	R\$ 163,92	-R\$ 43.538,57
7	-R\$ 336,99	R\$ 620,34	R\$ 158,23	-R\$ 43.380,34
8	-R\$ 357,45	R\$ 654,67	R\$ 152,72	-R\$ 43.227,62
9	-R\$ 379,15	R\$ 690,91	R\$ 147,40	-R\$ 43.080,22
10	-R\$ 402,17	R\$ 729,15	R\$ 142,25	-R\$ 42.937,97
11	-R\$ 426,59	R\$ 769,51	R\$ 137,27	-R\$ 42.800,69
12	-R\$ 452,49	R\$ 812,10	R\$ 132,46	-R\$ 42.668,23
13	-R\$ 479,96	R\$ 857,05	R\$ 127,80	-R\$ 42.540,43
14	-R\$ 509,10	R\$ 904,49	R\$ 123,31	-R\$ 42.417,12
15	-R\$ 540,00	R\$ 954,56	R\$ 118,95	-R\$ 42.298,17
16	-R\$ 572,79	R\$ 1.007,39	R\$ 114,75	-R\$ 42.183,42
17	-R\$ 607,56	R\$ 1.063,15	R\$ 110,68	-R\$ 42.072,74
18	-R\$ 644,45	R\$ 1.121,99	R\$ 106,75	-R\$ 41.965,98
19	-R\$ 683,57	R\$ 1.184,10	R\$ 102,95	-R\$ 41.863,03
20	-R\$ 725,07	R\$ 1.249,64	R\$ 99,28	-R\$ 41.763,75
21	-R\$ 769,09	R\$ 1.318,80	R\$ 95,73	-R\$ 41.668,02
22	-R\$ 815,78	R\$ 1.391,80	R\$ 92,30	-R\$ 41.575,71
23	-R\$ 865,31	R\$ 1.468,84	R\$ 88,99	-R\$ 41.486,72
24	-R\$ 917,84	R\$ 1.550,14	R\$ 85,78	-R\$ 41.400,94
25	-R\$ 973,56	R\$ 1.635,94	R\$ 82,69	-R\$ 41.318,25



APÊNDICE IX

TABELA XXV

Demonstração de FCD do Cenário 4

Ano	Custo	Receita	FCD	Retorno Acumulado
0	-R\$ 15.047,18	R\$ 0,00	-R\$ 15.047,18	-R\$ 15.047,18
1	-R\$ 79,80	R\$ 1.167,58	R\$ 1.000,91	-R\$ 14.046,27
2	-R\$ 84,65	R\$ 1.232,21	R\$ 971,59	-R\$ 13.074,68
3	-R\$ 89,79	R\$ 1.300,41	R\$ 943,13	-R\$ 12.131,56
4	-R\$ 95,24	R\$ 1.372,39	R\$ 915,50	-R\$ 11.216,06
5	-R\$ 101,02	R\$ 1.448,35	R\$ 888,67	-R\$ 10.327,39
6	-R\$ 107,15	R\$ 1.528,52	R\$ 862,63	-R\$ 9.464,76
7	-R\$ 113,66	R\$ 1.613,12	R\$ 837,36	-R\$ 8.627,40
8	-R\$ 120,56	R\$ 1.702,41	R\$ 812,82	-R\$ 7.814,59
9	-R\$ 127,88	R\$ 1.796,63	R\$ 789,00	-R\$ 7.025,59
10	-R\$ 135,64	R\$ 1.896,08	R\$ 765,87	-R\$ 6.259,72
11	-R\$ 143,88	R\$ 2.001,03	R\$ 743,42	-R\$ 5.516,30
12	-R\$ 152,61	R\$ 2.111,78	R\$ 721,63	-R\$ 4.794,67
13	-R\$ 161,88	R\$ 2.228,67	R\$ 700,47	-R\$ 4.094,19
14	-R\$ 171,70	R\$ 2.352,03	R\$ 679,94	-R\$ 3.414,26
15	-R\$ 182,13	R\$ 2.482,21	R\$ 660,00	-R\$ 2.754,25
16	-R\$ 193,18	R\$ 2.619,60	R\$ 640,65	-R\$ 2.113,60
17	-R\$ 204,91	R\$ 2.764,60	R\$ 621,86	-R\$ 1.491,74
18	-R\$ 217,35	R\$ 2.917,62	R\$ 603,63	-R\$ 888,11
19	-R\$ 230,55	R\$ 3.079,11	R\$ 585,92	-R\$ 302,19
20	-R\$ 244,54	R\$ 3.249,54	R\$ 568,74	R\$ 266,55
21	-R\$ 259,39	R\$ 3.429,40	R\$ 552,06	R\$ 818,61
22	-R\$ 275,14	R\$ 3.619,22	R\$ 535,86	R\$ 1.354,47
23	-R\$ 291,84	R\$ 3.819,54	R\$ 520,14	R\$ 1.874,61
24	-R\$ 309,56	R\$ 4.030,95	R\$ 504,88	R\$ 2.379,49
25	-R\$ 328,35	R\$ 4.254,06	R\$ 490,07	R\$ 2.869,56



APÊNDICE X

TABELA XXVI

Demonstração de FCD do Cenário 5

Ano	Custo	Receita	FCD	Retorno Acumulado
0	-R\$ 27.563,76	R\$ 0,00	-R\$ 27.563,76	-R\$ 27.563,76
1	-R\$ 146,19	R\$ 1.167,58	R\$ 939,83	-R\$ 26.623,93
2	-R\$ 155,06	R\$ 1.232,21	R\$ 911,97	-R\$ 25.711,96
3	-R\$ 164,47	R\$ 1.300,41	R\$ 884,94	-R\$ 24.827,02
4	-R\$ 174,46	R\$ 1.372,39	R\$ 858,71	-R\$ 23.968,31
5	-R\$ 185,05	R\$ 1.448,35	R\$ 833,25	-R\$ 23.135,06
6	-R\$ 196,29	R\$ 1.528,52	R\$ 808,54	-R\$ 22.326,53
7	-R\$ 208,20	R\$ 1.613,12	R\$ 784,56	-R\$ 21.541,97
8	-R\$ 220,84	R\$ 1.702,41	R\$ 761,29	-R\$ 20.780,68
9	-R\$ 234,25	R\$ 1.796,63	R\$ 738,70	-R\$ 20.041,98
10	-R\$ 248,47	R\$ 1.896,08	R\$ 716,78	-R\$ 19.325,19
11	-R\$ 263,56	R\$ 2.001,03	R\$ 695,51	-R\$ 18.629,68
12	-R\$ 279,56	R\$ 2.111,78	R\$ 674,87	-R\$ 17.954,81
13	-R\$ 296,53	R\$ 2.228,67	R\$ 654,84	-R\$ 17.299,97
14	-R\$ 314,53	R\$ 2.352,03	R\$ 635,40	-R\$ 16.664,57
15	-R\$ 333,62	R\$ 2.482,21	R\$ 616,53	-R\$ 16.048,04
16	-R\$ 353,88	R\$ 2.619,60	R\$ 598,22	-R\$ 15.449,82
17	-R\$ 375,36	R\$ 2.764,60	R\$ 580,45	-R\$ 14.869,36
18	-R\$ 398,15	R\$ 2.917,62	R\$ 563,21	-R\$ 14.306,15
19	-R\$ 422,32	R\$ 3.079,11	R\$ 546,48	-R\$ 13.759,68
20	-R\$ 447,96	R\$ 3.249,54	R\$ 530,24	-R\$ 13.229,44
21	-R\$ 475,16	R\$ 3.429,40	R\$ 514,48	-R\$ 12.714,96
22	-R\$ 504,01	R\$ 3.619,22	R\$ 499,19	-R\$ 12.215,77
23	-R\$ 534,60	R\$ 3.819,54	R\$ 484,35	-R\$ 11.731,42
24	-R\$ 567,06	R\$ 4.030,95	R\$ 469,95	-R\$ 11.261,47
25	-R\$ 601,49	R\$ 4.254,06	R\$ 455,97	-R\$ 10.805,50



APÊNDICE XI

TABELA XXVII

Demonstração de FCD do Cenário 6

Ano	Custo	Receita	FCD	Retorno Acumulado
0	-R\$ 44.614,52	R\$ 0,00	-R\$ 44.614,52	-R\$ 44.614,52
1	-R\$ 236,62	R\$ 1.167,58	R\$ 856,62	-R\$ 43.757,90
2	-R\$ 250,98	R\$ 1.232,21	R\$ 830,76	-R\$ 42.927,14
3	-R\$ 266,22	R\$ 1.300,41	R\$ 805,68	-R\$ 42.121,46
4	-R\$ 282,38	R\$ 1.372,39	R\$ 781,35	-R\$ 41.340,11
5	-R\$ 299,52	R\$ 1.448,35	R\$ 757,74	-R\$ 40.582,37
6	-R\$ 317,71	R\$ 1.528,52	R\$ 734,85	-R\$ 39.847,52
7	-R\$ 336,99	R\$ 1.613,12	R\$ 712,64	-R\$ 39.134,88
8	-R\$ 357,45	R\$ 1.702,41	R\$ 691,09	-R\$ 38.443,79
9	-R\$ 379,15	R\$ 1.796,63	R\$ 670,19	-R\$ 37.773,60
10	-R\$ 402,17	R\$ 1.896,08	R\$ 649,92	-R\$ 37.123,69
11	-R\$ 426,59	R\$ 2.001,03	R\$ 630,25	-R\$ 36.493,43
12	-R\$ 452,49	R\$ 2.111,78	R\$ 611,18	-R\$ 35.882,26
13	-R\$ 479,96	R\$ 2.228,67	R\$ 592,67	-R\$ 35.289,59
14	-R\$ 509,10	R\$ 2.352,03	R\$ 574,72	-R\$ 34.714,87
15	-R\$ 540,00	R\$ 2.482,21	R\$ 557,31	-R\$ 34.157,55
16	-R\$ 572,79	R\$ 2.619,60	R\$ 540,42	-R\$ 33.617,13
17	-R\$ 607,56	R\$ 2.764,60	R\$ 524,04	-R\$ 33.093,09
18	-R\$ 644,45	R\$ 2.917,62	R\$ 508,15	-R\$ 32.584,93
19	-R\$ 683,57	R\$ 3.079,11	R\$ 492,74	-R\$ 32.092,19
20	-R\$ 725,07	R\$ 3.249,54	R\$ 477,79	-R\$ 31.614,40
21	-R\$ 769,09	R\$ 3.429,40	R\$ 463,29	-R\$ 31.151,11
22	-R\$ 815,78	R\$ 3.619,22	R\$ 449,23	-R\$ 30.701,88
23	-R\$ 865,31	R\$ 3.819,54	R\$ 435,59	-R\$ 30.266,29
24	-R\$ 917,84	R\$ 4.030,95	R\$ 422,36	-R\$ 29.843,94
25	-R\$ 973,56	R\$ 4.254,06	R\$ 409,52	-R\$ 29.434,41



APÊNDICE XII

TABELA XXVIII

Demonstração de FCD do Cenário 7

Ano	Custo	Receita	FCD	Retorno Acumulado
0	-R\$ 15.047,18	R\$ 0,00	-R\$ 15.047,18	-R\$ 15.047,18
1	-R\$ 79,80	R\$ 1.973,00	R\$ 1.742,00	-R\$ 13.305,18
2	-R\$ 84,65	R\$ 2.082,20	R\$ 1.691,24	-R\$ 11.613,94
3	-R\$ 89,79	R\$ 2.197,45	R\$ 1.641,96	-R\$ 9.971,98
4	-R\$ 95,24	R\$ 2.319,08	R\$ 1.594,11	-R\$ 8.377,87
5	-R\$ 101,02	R\$ 2.447,44	R\$ 1.547,65	-R\$ 6.830,22
6	-R\$ 107,15	R\$ 2.582,91	R\$ 1.502,55	-R\$ 5.327,67
7	-R\$ 113,66	R\$ 2.725,87	R\$ 1.458,76	-R\$ 3.868,92
8	-R\$ 120,56	R\$ 2.857,84	R\$ 1.406,53	-R\$ 2.462,39
9	-R\$ 127,88	R\$ 2.995,97	R\$ 1.356,04	-R\$ 1.106,35
10	-R\$ 135,64	R\$ 3.140,62	R\$ 1.307,30	R\$ 200,96
11	-R\$ 143,88	R\$ 3.292,12	R\$ 1.260,25	R\$ 1.461,21
12	-R\$ 152,61	R\$ 3.450,76	R\$ 1.214,82	R\$ 2.676,03
13	-R\$ 161,88	R\$ 3.616,87	R\$ 1.170,96	R\$ 3.846,99
14	-R\$ 171,70	R\$ 3.790,81	R\$ 1.128,63	R\$ 4.975,61
15	-R\$ 182,13	R\$ 3.972,92	R\$ 1.087,76	R\$ 6.063,37
16	-R\$ 193,18	R\$ 4.163,57	R\$ 1.048,31	R\$ 7.111,68
17	-R\$ 204,91	R\$ 4.363,16	R\$ 1.010,23	R\$ 8.121,91
18	-R\$ 217,35	R\$ 4.572,08	R\$ 973,47	R\$ 9.095,38
19	-R\$ 230,55	R\$ 4.790,77	R\$ 938,00	R\$ 10.033,38
20	-R\$ 244,54	R\$ 5.019,66	R\$ 903,76	R\$ 10.937,14
21	-R\$ 259,39	R\$ 5.259,21	R\$ 870,72	R\$ 11.807,86
22	-R\$ 275,14	R\$ 5.509,90	R\$ 838,83	R\$ 12.646,69
23	-R\$ 291,84	R\$ 5.772,23	R\$ 808,06	R\$ 13.454,74
24	-R\$ 309,56	R\$ 6.046,72	R\$ 778,36	R\$ 14.233,10
25	-R\$ 328,35	R\$ 6.333,91	R\$ 749,70	R\$ 14.982,81



APÊNDICE XIII

TABELA XXIX

Demonstração de FCD do Cenário 8

Ano	Custo	Receita	FCD	Retorno Acumulado
0	-R\$ 27.563,76	R\$ 0,00	-R\$ 27.563,76	-R\$ 27.563,76
1	-R\$ 146,19	R\$ 1.973,00	R\$ 1.680,92	-R\$ 25.882,84
2	-R\$ 155,06	R\$ 2.082,20	R\$ 1.631,63	-R\$ 24.251,22
3	-R\$ 164,47	R\$ 2.197,45	R\$ 1.583,77	-R\$ 22.667,44
4	-R\$ 174,46	R\$ 2.319,08	R\$ 1.537,32	-R\$ 21.130,12
5	-R\$ 185,05	R\$ 2.447,44	R\$ 1.492,23	-R\$ 19.637,89
6	-R\$ 196,29	R\$ 2.582,91	R\$ 1.448,45	-R\$ 18.189,44
7	-R\$ 208,20	R\$ 2.725,87	R\$ 1.405,96	-R\$ 16.783,48
8	-R\$ 220,84	R\$ 2.876,75	R\$ 1.364,71	-R\$ 15.418,77
9	-R\$ 234,25	R\$ 3.035,98	R\$ 1.324,67	-R\$ 14.094,10
10	-R\$ 248,47	R\$ 3.204,02	R\$ 1.285,80	-R\$ 12.808,30
11	-R\$ 263,56	R\$ 3.381,36	R\$ 1.248,06	-R\$ 11.560,24
12	-R\$ 279,56	R\$ 3.568,52	R\$ 1.211,44	-R\$ 10.348,80
13	-R\$ 296,53	R\$ 3.766,04	R\$ 1.175,88	-R\$ 9.172,92
14	-R\$ 314,53	R\$ 3.974,49	R\$ 1.141,37	-R\$ 8.031,56
15	-R\$ 333,62	R\$ 4.194,47	R\$ 1.107,86	-R\$ 6.923,70
16	-R\$ 353,88	R\$ 4.426,64	R\$ 1.075,34	-R\$ 5.848,36
17	-R\$ 375,36	R\$ 4.671,65	R\$ 1.043,76	-R\$ 4.804,60
18	-R\$ 398,15	R\$ 4.930,23	R\$ 1.013,12	-R\$ 3.791,48
19	-R\$ 422,32	R\$ 5.203,12	R\$ 983,37	-R\$ 2.808,11
20	-R\$ 447,96	R\$ 5.491,11	R\$ 954,49	-R\$ 1.853,62
21	-R\$ 475,16	R\$ 5.795,04	R\$ 926,46	-R\$ 927,16
22	-R\$ 504,01	R\$ 6.115,80	R\$ 899,25	-R\$ 27,92
23	-R\$ 534,60	R\$ 6.454,31	R\$ 872,83	R\$ 844,91
24	-R\$ 567,06	R\$ 6.811,55	R\$ 847,19	R\$ 1.692,10
25	-R\$ 601,49	R\$ 7.188,57	R\$ 822,30	R\$ 2.514,40



APÊNDICE XIV

TABELA XXX
Demonstração de FCD do Cenário 9

Ano	Custo	Receita	FCD	Retorno Acumulado
0	-R\$ 44.614,52	R\$ 0,00	-R\$ 44.614,52	-R\$ 44.614,52
1	-R\$ 236,62	R\$ 1.973,00	R\$ 1.597,71	-R\$ 43.016,81
2	-R\$ 250,98	R\$ 2.082,20	R\$ 1.550,41	-R\$ 41.466,39
3	-R\$ 266,22	R\$ 2.197,45	R\$ 1.504,51	-R\$ 39.961,88
4	-R\$ 282,38	R\$ 2.319,08	R\$ 1.459,96	-R\$ 38.501,92
5	-R\$ 299,52	R\$ 2.447,44	R\$ 1.416,72	-R\$ 37.085,20
6	-R\$ 317,71	R\$ 2.582,91	R\$ 1.374,76	-R\$ 35.710,44
7	-R\$ 336,99	R\$ 2.725,87	R\$ 1.334,04	-R\$ 34.376,40
8	-R\$ 357,45	R\$ 2.876,75	R\$ 1.294,51	-R\$ 33.081,88
9	-R\$ 379,15	R\$ 3.035,98	R\$ 1.256,16	-R\$ 31.825,73
10	-R\$ 402,17	R\$ 3.204,02	R\$ 1.218,93	-R\$ 30.606,80
11	-R\$ 426,59	R\$ 3.381,36	R\$ 1.182,80	-R\$ 29.423,99
12	-R\$ 452,49	R\$ 3.568,52	R\$ 1.147,74	-R\$ 28.276,25
13	-R\$ 479,96	R\$ 3.766,04	R\$ 1.113,71	-R\$ 27.162,54
14	-R\$ 509,10	R\$ 3.974,49	R\$ 1.080,69	-R\$ 26.081,85
15	-R\$ 540,00	R\$ 4.194,47	R\$ 1.048,64	-R\$ 25.033,21
16	-R\$ 572,79	R\$ 4.426,64	R\$ 1.017,54	-R\$ 24.015,67
17	-R\$ 607,56	R\$ 4.671,65	R\$ 987,35	-R\$ 23.028,32
18	-R\$ 644,45	R\$ 4.930,23	R\$ 958,06	-R\$ 22.070,26
19	-R\$ 683,57	R\$ 5.203,12	R\$ 929,63	-R\$ 21.140,63
20	-R\$ 725,07	R\$ 5.491,11	R\$ 902,04	-R\$ 20.238,59
21	-R\$ 769,09	R\$ 5.795,04	R\$ 875,27	-R\$ 19.363,32
22	-R\$ 815,78	R\$ 6.115,80	R\$ 849,29	-R\$ 18.514,03
23	-R\$ 865,31	R\$ 6.454,31	R\$ 824,07	-R\$ 17.689,96
24	-R\$ 917,84	R\$ 6.811,55	R\$ 799,60	-R\$ 16.890,36
25	-R\$ 973,56	R\$ 7.188,57	R\$ 775,85	-R\$ 16.114,51



APÊNDICE XV

TABELA XXXI

Demonstração de FCD do Cenário 10

Ano	Custo	Receita	FCD	Retorno Acumulado
0	-R\$ 15.047,18	R\$ 0,00	-R\$ 15.047,18	-R\$ 15.047,18
1	-R\$ 79,80	R\$ 2.051,28	R\$ 1.814,03	-R\$ 13.233,15
2	-R\$ 84,65	R\$ 2.151,06	R\$ 1.749,54	-R\$ 11.483,61
3	-R\$ 89,79	R\$ 2.255,60	R\$ 1.687,26	-R\$ 9.796,35
4	-R\$ 95,24	R\$ 2.365,13	R\$ 1.627,12	-R\$ 8.169,23
5	-R\$ 101,02	R\$ 2.479,87	R\$ 1.569,04	-R\$ 6.600,19
6	-R\$ 107,15	R\$ 2.600,06	R\$ 1.512,96	-R\$ 5.087,23
7	-R\$ 113,66	R\$ 2.725,97	R\$ 1.458,81	-R\$ 3.628,42
8	-R\$ 120,56	R\$ 2.857,84	R\$ 1.406,53	-R\$ 2.221,89
9	-R\$ 127,88	R\$ 2.995,97	R\$ 1.356,04	-R\$ 865,85
10	-R\$ 135,64	R\$ 3.140,62	R\$ 1.307,30	R\$ 441,46
11	-R\$ 143,88	R\$ 3.292,12	R\$ 1.260,25	R\$ 1.701,70
12	-R\$ 152,61	R\$ 3.450,76	R\$ 1.214,82	R\$ 2.916,52
13	-R\$ 161,88	R\$ 3.616,87	R\$ 1.170,96	R\$ 4.087,49
14	-R\$ 171,70	R\$ 3.790,81	R\$ 1.128,63	R\$ 5.216,11
15	-R\$ 182,13	R\$ 3.972,92	R\$ 1.087,76	R\$ 6.303,87
16	-R\$ 193,18	R\$ 4.163,57	R\$ 1.048,31	R\$ 7.352,18
17	-R\$ 204,91	R\$ 4.363,16	R\$ 1.010,23	R\$ 8.362,40
18	-R\$ 217,35	R\$ 4.572,08	R\$ 973,47	R\$ 9.335,88
19	-R\$ 230,55	R\$ 4.790,77	R\$ 938,00	R\$ 10.273,88
20	-R\$ 244,54	R\$ 5.019,66	R\$ 903,76	R\$ 11.177,64
21	-R\$ 259,39	R\$ 5.259,21	R\$ 870,72	R\$ 12.048,35
22	-R\$ 275,14	R\$ 5.509,90	R\$ 838,83	R\$ 12.887,18
23	-R\$ 291,84	R\$ 5.772,23	R\$ 808,06	R\$ 13.695,24
24	-R\$ 309,56	R\$ 6.046,72	R\$ 778,36	R\$ 14.473,60
25	-R\$ 328,35	R\$ 6.333,91	R\$ 749,70	R\$ 15.223,30



APÊNDICE XVI

TABELA XXXII

Demonstração de FCD do Cenário 11

Ano	Custo	Receita	FCD	Retorno Acumulado
0	-R\$ 27.563,76	R\$ 0,00	-R\$ 27.563,76	-R\$ 27.563,76
1	-R\$ 146,19	R\$ 2.778,41	R\$ 2.422,01	-R\$ 25.141,75
2	-R\$ 155,06	R\$ 2.932,19	R\$ 2.351,28	-R\$ 22.790,47
3	-R\$ 164,47	R\$ 3.094,49	R\$ 2.282,60	-R\$ 20.507,87
4	-R\$ 174,46	R\$ 3.265,77	R\$ 2.215,93	-R\$ 18.291,93
5	-R\$ 185,05	R\$ 3.446,53	R\$ 2.151,21	-R\$ 16.140,73
6	-R\$ 196,29	R\$ 3.637,30	R\$ 2.088,37	-R\$ 14.052,36
7	-R\$ 208,20	R\$ 3.838,62	R\$ 2.027,36	-R\$ 12.025,00
8	-R\$ 220,84	R\$ 4.051,09	R\$ 1.968,13	-R\$ 10.056,86
9	-R\$ 234,25	R\$ 4.275,32	R\$ 1.910,63	-R\$ 8.146,23
10	-R\$ 248,47	R\$ 4.511,96	R\$ 1.854,81	-R\$ 6.291,42
11	-R\$ 263,56	R\$ 4.761,69	R\$ 1.800,62	-R\$ 4.490,80
12	-R\$ 279,56	R\$ 5.025,25	R\$ 1.748,00	-R\$ 2.742,80
13	-R\$ 296,53	R\$ 5.303,40	R\$ 1.696,92	-R\$ 1.045,88
14	-R\$ 314,53	R\$ 5.596,94	R\$ 1.647,33	R\$ 601,46
15	-R\$ 333,62	R\$ 5.906,74	R\$ 1.599,19	R\$ 2.200,65
16	-R\$ 353,88	R\$ 6.233,67	R\$ 1.552,45	R\$ 3.753,10
17	-R\$ 375,36	R\$ 6.578,71	R\$ 1.507,08	R\$ 5.260,17
18	-R\$ 398,15	R\$ 6.942,84	R\$ 1.463,02	R\$ 6.723,20
19	-R\$ 422,32	R\$ 7.327,12	R\$ 1.420,26	R\$ 8.143,45
20	-R\$ 447,96	R\$ 7.732,68	R\$ 1.378,74	R\$ 9.522,19
21	-R\$ 475,16	R\$ 8.160,68	R\$ 1.338,43	R\$ 10.860,63
22	-R\$ 504,01	R\$ 8.612,38	R\$ 1.299,30	R\$ 12.159,93
23	-R\$ 534,60	R\$ 9.089,07	R\$ 1.261,31	R\$ 13.421,24
24	-R\$ 567,06	R\$ 9.592,15	R\$ 1.224,43	R\$ 14.645,68
25	-R\$ 601,49	R\$ 10.123,08	R\$ 1.188,63	R\$ 15.834,31



APÊNDICE XVII

TABELA XXXIII

Demonstração de FCD do Cenário 12

Ano	Custo	Receita	FCD	Retorno Acumulado
0	-R\$ 44.614,52	R\$ 0,00	-R\$ 44.614,52	-R\$ 44.614,52
1	-R\$ 236,62	R\$ 2.778,41	R\$ 2.338,80	-R\$ 42.275,72
2	-R\$ 250,98	R\$ 2.932,19	R\$ 2.270,07	-R\$ 40.005,65
3	-R\$ 266,22	R\$ 3.094,49	R\$ 2.203,34	-R\$ 37.802,31
4	-R\$ 282,38	R\$ 3.265,77	R\$ 2.138,57	-R\$ 35.663,73
5	-R\$ 299,52	R\$ 3.446,53	R\$ 2.075,70	-R\$ 33.588,03
6	-R\$ 317,71	R\$ 3.637,30	R\$ 2.014,68	-R\$ 31.573,35
7	-R\$ 336,99	R\$ 3.838,62	R\$ 1.955,44	-R\$ 29.617,91
8	-R\$ 357,45	R\$ 4.051,09	R\$ 1.897,94	-R\$ 27.719,97
9	-R\$ 379,15	R\$ 4.275,32	R\$ 1.842,12	-R\$ 25.877,85
10	-R\$ 402,17	R\$ 4.511,96	R\$ 1.787,94	-R\$ 24.089,91
11	-R\$ 426,59	R\$ 4.761,69	R\$ 1.735,35	-R\$ 22.354,55
12	-R\$ 452,49	R\$ 5.025,25	R\$ 1.684,31	-R\$ 20.670,25
13	-R\$ 479,96	R\$ 5.303,40	R\$ 1.634,75	-R\$ 19.035,50
14	-R\$ 509,10	R\$ 5.596,94	R\$ 1.586,66	-R\$ 17.448,84
15	-R\$ 540,00	R\$ 5.906,74	R\$ 1.539,97	-R\$ 15.908,87
16	-R\$ 572,79	R\$ 6.233,67	R\$ 1.494,65	-R\$ 14.414,22
17	-R\$ 607,56	R\$ 6.578,71	R\$ 1.450,66	-R\$ 12.963,55
18	-R\$ 644,45	R\$ 6.942,84	R\$ 1.407,97	-R\$ 11.555,59
19	-R\$ 683,57	R\$ 7.327,12	R\$ 1.366,52	-R\$ 10.189,06
20	-R\$ 725,07	R\$ 7.732,68	R\$ 1.326,29	-R\$ 8.862,77
21	-R\$ 769,09	R\$ 8.160,68	R\$ 1.287,25	-R\$ 7.575,53
22	-R\$ 815,78	R\$ 8.612,38	R\$ 1.249,34	-R\$ 6.326,18
23	-R\$ 865,31	R\$ 9.089,07	R\$ 1.212,55	-R\$ 5.113,63
24	-R\$ 917,84	R\$ 9.592,15	R\$ 1.176,84	-R\$ 3.936,79
25	-R\$ 973,56	R\$ 10.123,08	R\$ 1.142,18	-R\$ 2.794,60



APÊNDICE XVIII

TABELA XXXIV

Demonstração de FCD do Cenário 13

Ano	Custo	Receita	FCD	Retorno Acumulado
0	-R\$ 15.047,18	R\$ 0,00	-R\$ 15.047,18	-R\$ 15.047,18
1	-R\$ 79,80	R\$ 2.051,28	R\$ 1.814,03	-R\$ 13.233,15
2	-R\$ 84,65	R\$ 2.151,06	R\$ 1.749,54	-R\$ 11.483,61
3	-R\$ 89,79	R\$ 2.255,60	R\$ 1.687,26	-R\$ 9.796,35
4	-R\$ 95,24	R\$ 2.365,13	R\$ 1.627,12	-R\$ 8.169,23
5	-R\$ 101,02	R\$ 2.479,87	R\$ 1.569,04	-R\$ 6.600,19
6	-R\$ 107,15	R\$ 2.600,06	R\$ 1.512,96	-R\$ 5.087,23
7	-R\$ 113,66	R\$ 2.725,97	R\$ 1.458,81	-R\$ 3.628,42
8	-R\$ 120,56	R\$ 2.857,84	R\$ 1.406,53	-R\$ 2.221,89
9	-R\$ 127,88	R\$ 2.995,97	R\$ 1.356,04	-R\$ 865,85
10	-R\$ 135,64	R\$ 3.140,62	R\$ 1.307,30	R\$ 441,46
11	-R\$ 143,88	R\$ 3.292,12	R\$ 1.260,25	R\$ 1.701,70
12	-R\$ 152,61	R\$ 3.450,76	R\$ 1.214,82	R\$ 2.916,52
13	-R\$ 161,88	R\$ 3.616,87	R\$ 1.170,96	R\$ 4.087,49
14	-R\$ 171,70	R\$ 3.790,81	R\$ 1.128,63	R\$ 5.216,11
15	-R\$ 182,13	R\$ 3.972,92	R\$ 1.087,76	R\$ 6.303,87
16	-R\$ 193,18	R\$ 4.163,57	R\$ 1.048,31	R\$ 7.352,18
17	-R\$ 204,91	R\$ 4.363,16	R\$ 1.010,23	R\$ 8.362,40
18	-R\$ 217,35	R\$ 4.572,08	R\$ 973,47	R\$ 9.335,88
19	-R\$ 230,55	R\$ 4.790,77	R\$ 938,00	R\$ 10.273,88
20	-R\$ 244,54	R\$ 5.019,66	R\$ 903,76	R\$ 11.177,64
21	-R\$ 259,39	R\$ 5.259,21	R\$ 870,72	R\$ 12.048,35
22	-R\$ 275,14	R\$ 5.509,90	R\$ 838,83	R\$ 12.887,18
23	-R\$ 291,84	R\$ 5.772,23	R\$ 808,06	R\$ 13.695,24
24	-R\$ 309,56	R\$ 6.046,72	R\$ 778,36	R\$ 14.473,60
25	-R\$ 328,35	R\$ 6.333,91	R\$ 749,70	R\$ 15.223,30



APÊNDICE XIX

TABELA XXXV

Demonstração de FCD do Cenário 14

Ano	Custo	Receita	FCD	Retorno Acumulado
0	-R\$ 27.563,76	R\$ 0,00	-R\$ 27.563,76	-R\$ 27.563,76
1	-R\$ 146,19	R\$ 3.583,82	R\$ 3.163,10	-R\$ 24.400,66
2	-R\$ 155,06	R\$ 3.782,19	R\$ 3.070,93	-R\$ 21.329,73
3	-R\$ 164,47	R\$ 3.991,53	R\$ 2.981,44	-R\$ 18.348,29
4	-R\$ 174,46	R\$ 4.212,46	R\$ 2.894,55	-R\$ 15.453,74
5	-R\$ 185,05	R\$ 4.445,62	R\$ 2.810,19	-R\$ 12.643,56
6	-R\$ 196,29	R\$ 4.691,69	R\$ 2.728,28	-R\$ 9.915,27
7	-R\$ 208,20	R\$ 4.951,37	R\$ 2.648,76	-R\$ 7.266,51
8	-R\$ 220,84	R\$ 5.225,43	R\$ 2.571,56	-R\$ 4.694,95
9	-R\$ 234,25	R\$ 5.514,66	R\$ 2.496,60	-R\$ 2.198,35
10	-R\$ 248,47	R\$ 5.819,90	R\$ 2.423,82	R\$ 225,47
11	-R\$ 263,56	R\$ 6.142,03	R\$ 2.353,17	R\$ 2.578,64
12	-R\$ 279,56	R\$ 6.481,99	R\$ 2.284,57	R\$ 4.863,21
13	-R\$ 296,53	R\$ 6.840,77	R\$ 2.217,96	R\$ 7.081,17
14	-R\$ 314,53	R\$ 7.219,40	R\$ 2.153,30	R\$ 9.234,47
15	-R\$ 333,62	R\$ 7.619,00	R\$ 2.090,52	R\$ 11.324,99
16	-R\$ 353,88	R\$ 8.040,71	R\$ 2.029,56	R\$ 13.354,55
17	-R\$ 375,36	R\$ 8.485,76	R\$ 1.970,39	R\$ 15.324,94
18	-R\$ 398,15	R\$ 8.955,45	R\$ 1.912,93	R\$ 17.237,87
19	-R\$ 422,32	R\$ 9.451,13	R\$ 1.857,15	R\$ 19.095,02
20	-R\$ 447,96	R\$ 9.974,25	R\$ 1.802,99	R\$ 20.898,01
21	-R\$ 475,16	R\$ 10.526,33	R\$ 1.750,41	R\$ 22.648,42
22	-R\$ 504,01	R\$ 11.108,96	R\$ 1.699,36	R\$ 24.347,78
23	-R\$ 534,60	R\$ 11.723,84	R\$ 1.649,80	R\$ 25.997,58
24	-R\$ 567,06	R\$ 12.372,76	R\$ 1.601,68	R\$ 27.599,25
25	-R\$ 601,49	R\$ 13.057,59	R\$ 1.554,96	R\$ 29.154,21



APÊNDICE XX

TABELA XXXVI

Demonstração de FCD do Cenário 15

Ano	Custo	Receita	FCD	Retorno Acumulado
0	-R\$ 44.614,52	R\$ 0,00	-R\$ 44.614,52	-R\$ 44.614,52
1	-R\$ 236,62	R\$ 3.583,82	R\$ 3.079,90	-R\$ 41.534,62
2	-R\$ 250,98	R\$ 3.782,19	R\$ 2.989,72	-R\$ 38.544,91
3	-R\$ 266,22	R\$ 3.991,53	R\$ 2.902,17	-R\$ 35.642,73
4	-R\$ 282,38	R\$ 4.212,46	R\$ 2.817,19	-R\$ 32.825,54
5	-R\$ 299,52	R\$ 4.445,62	R\$ 2.734,68	-R\$ 30.090,86
6	-R\$ 317,71	R\$ 4.691,69	R\$ 2.654,59	-R\$ 27.436,27
7	-R\$ 336,99	R\$ 4.951,37	R\$ 2.576,84	-R\$ 24.859,43
8	-R\$ 357,45	R\$ 5.225,43	R\$ 2.501,36	-R\$ 22.358,06
9	-R\$ 379,15	R\$ 5.514,66	R\$ 2.428,09	-R\$ 19.929,98
10	-R\$ 402,17	R\$ 5.819,90	R\$ 2.356,96	-R\$ 17.573,02
11	-R\$ 426,59	R\$ 6.142,03	R\$ 2.287,90	-R\$ 15.285,11
12	-R\$ 452,49	R\$ 6.481,99	R\$ 2.220,87	-R\$ 13.064,24
13	-R\$ 479,96	R\$ 6.840,77	R\$ 2.155,80	-R\$ 10.908,45
14	-R\$ 509,10	R\$ 7.219,40	R\$ 2.092,62	-R\$ 8.815,83
15	-R\$ 540,00	R\$ 7.619,00	R\$ 2.031,30	-R\$ 6.784,53
16	-R\$ 572,79	R\$ 8.040,71	R\$ 1.971,77	-R\$ 4.812,76
17	-R\$ 607,56	R\$ 8.485,76	R\$ 1.913,97	-R\$ 2.898,79
18	-R\$ 644,45	R\$ 8.955,45	R\$ 1.857,87	-R\$ 1.040,91
19	-R\$ 683,57	R\$ 9.451,13	R\$ 1.803,41	R\$ 762,50
20	-R\$ 725,07	R\$ 9.974,25	R\$ 1.750,54	R\$ 2.513,04
21	-R\$ 769,09	R\$ 10.526,33	R\$ 1.699,22	R\$ 4.212,27
22	-R\$ 815,78	R\$ 11.108,96	R\$ 1.649,40	R\$ 5.861,67
23	-R\$ 865,31	R\$ 11.723,84	R\$ 1.601,04	R\$ 7.462,70
24	-R\$ 917,84	R\$ 12.372,76	R\$ 1.554,09	R\$ 9.016,79
25	-R\$ 973,56	R\$ 13.057,59	R\$ 1.508,51	R\$ 10.525,30

KLEISON MORAES DOS SANTOS

**ESTUDO DE VIABILIDADE TÉCNICA-FINANCEIRA DE SISTEMAS FOTOVOLTAICOS EM
RESIDÊNCIAS DE JARAGUA DO SUL LEVANDO EM CONSIDERAÇÃO O QUANTITATIVO DE
RESIDENTES.**

Este trabalho foi julgado adequado para obtenção do título em Bacharel em Engenharia Elétrica, pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina, e aprovado na sua forma final pela comissão avaliadora abaixo indicada.

Jaraguá do Sul, 28 de Junho de 2022.

Prof. MSc. Vitor Teles Correia
Orientador
IFSC – Campus Jaraguá do Sul – Rau

Prof. MSc John Jefferson Antunes Saldanha
Instituto Federal de Santa Catarina (IFSC) – Campus Jaraguá do Sul - Rau

Prof. MSc Marcos Eduardo Treter
Instituto Federal Catarinense (IFC) – Campus São Bento do Sul

Prof. MSc. Vitor Teles Correia
Instituto Federal de Santa Catarina (IFSC) – Campus Jaraguá do Sul – Rau



Datas e horários baseados no fuso horário (GMT -3:00) em Brasília, Brasil
Sincronizado com o NTP.br e Observatório Nacional (ON)
Certificado de assinatura gerado em 26/07/2022 às 13:00:42 (GMT -3:00)

TermoDeAprovacao_TCC_EngEletrica_IFSC_JGS_RAU_28062022_KLEISON
MORAES DOS SANTOS

 ID única do documento: #f7010f4a-eaca-4554-a967-6e96afcdfbee

Hash do documento original (SHA256): 46a2f35b2dbf74e143cc16dd44963988a4e0db39cc681bda1191de25639ff79b

Este Log é exclusivo ao documento número #f7010f4a-eaca-4554-a967-6e96afcdfbee e deve ser considerado parte do mesmo, com os efeitos prescritos nos Termos de Uso.

Assinaturas (3)

- ✓ **Vitor Teles (Participante)**
Assinou em 26/07/2022 às 10:01:43 (GMT -3:00)
- ✓ **John Jefferson Antunes Saldanha (Participante)**
Assinou em 26/07/2022 às 10:02:05 (GMT -3:00)
- ✓ **Marcos Eduardo Treter (Participante)**
Assinou em 26/07/2022 às 21:53:03 (GMT -3:00)

Histórico completo

Data e hora

26/07/2022 às 13:02:05
(GMT -3:00)

Evento

John Jefferson Antunes Saldanha (Autenticação: e-mail john.saldanha@ifsc.edu.br; IP: 177.25.244.236) assinou. Autenticidade deste documento poderá ser verificada em <https://verificador.contraktor.com.br>. Assinatura com validade jurídica conforme MP 2.200-2/01, Art. 10º, §2.

26/07/2022 às 13:00:42
(GMT -3:00)

Vitor Teles Correia solicitou as assinaturas.



Data e hora

26/07/2022 às 13:01:43
(GMT -3:00)

Evento

Vitor Teles (Autenticação: e-mail vitor.correia@ifsc.edu.br; IP: 191.36.54.145) assinou. Autenticidade deste documento poderá ser verificada em <https://verificador.contraktor.com.br>. Assinatura com validade jurídica conforme MP 2.200-2/01, Art. 10o, §2.

27/07/2022 às 00:53:03
(GMT -3:00)

Marcos Eduardo Treter (Autenticação: e-mail marcostreter@gmail.com; IP: 200.14.120.17) assinou. Autenticidade deste documento poderá ser verificada em <https://verificador.contraktor.com.br>. Assinatura com validade jurídica conforme MP 2.200-2/01, Art. 10o, §2.