

INSTITUTO FEDERAL DE SANTA CATARINA

JÚLIA PEDRO MATSUNAGA

ANÁLISE DA VIABILIDADE FINANCEIRA E ECONÔMICA DA IMPLANTAÇÃO DE  
GERAÇÃO FOTOVOLTAÍCA PARA SUPRIR O CONSUMO DE ENERGIA  
ELÉTRICA DO IFSC-ITAJAÍ

ITAJAÍ/SC  
SETEMBRO/2024

JÚLIA PEDRO MATSUNAGA

ANÁLISE DA VIABILIDADE FINANCEIRA E ECONÔMICA DA IMPLANTAÇÃO DE  
GERAÇÃO FOTOVOLTAÍCA PARA SUPRIR O CONSUMO DE ENERGIA  
ELÉTRICA DO IFSC-ITAJAÍ

Monografia apresentada ao Engenharia Elétrica do  
IFSC Campus Itajaí do Instituto Federal de Santa  
Catarina para a obtenção do diploma de Bacharel  
em Engenharia Elétrica

Orientador: Saimon Miranda Fagundes

ITAJAÍ/SC  
SETEMBRO/2024

Ficha de Identificação da Obra  
Sistema de Bibliotecas Integradas do IFSC - Campus Itajaí

Matsunaga, Júlia Pedro

M434a Análise da viabilidade financeira e econômica da implantação de geração fotovoltaica para suprir o consumo de energia elétrica do IFSC/Itajaí / Júlia Pedro Matsunaga ; orientador, Saimon Miranda Fagundes -- 2024.  
85 f.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina, Campus Itajaí, Graduação em Engenharia Elétrica, Itajaí, 2024.  
Inclui bibliografia.

1. Engenharia Elétrica. 2. Energia solar. 3. Energia - Consumo. I. Fagundes, Saimon Miranda. II. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina – Graduação em Engenharia Elétrica. III. Título.

CDD 621.47

Elaborada pela Bibliotecária Eliane Pellegrini – CRB 14/1218


SETEMBRO/2024  
JÚLIA PEDRO MATSUNAGA

ANÁLISE DA VIABILIDADE FINANCEIRA E ECONÔMICA DA IMPLANTAÇÃO  
DE GERAÇÃO FOTOVOLTAICA PARA SUPRIR O CONSUMO DE ENERGIA  
ELÉTRICA DO IFSC-ITAJAÍ

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


Itajaí, 11 de setembro de 2024.

Banca Examinadora:

Documento assinado digitalmente  
 MARCELO DOS SANTOS COUTINHO  
Data: 25/11/2024 19:27:31-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>


---

Prof. Me. Marcelo dos Santos Coutinho  
IFSC-Itajaí

Documento assinado digitalmente  
 GUILHERME RANZOLIN PIAZZETTA  
Data: 21/11/2024 14:50:30-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

---

Prof. Me. Guilherme Ranzolin Piazzetta  
IFSC-Itajaí

Documento assinado digitalmente  
 SAIMON MIRANDA FAGUNDES  
Data: 21/11/2024 14:48:18-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

---

Prof. Dr Saimon Miranda Fagundes  
Orientador  
IFSC-Itajaí

“O caminho para o sucesso é o caminho da aprendizagem contínua.” Napoleão Hill, 1937.

## **AGRADECIMENTOS**

Queria agradecer primeiramente a Deus, a minha família, meus pais e meus irmãos por sempre me incentivarem e apoiarem desde o início. Sem eles não seria possível chegar até aqui.

Agradeço também a meu namorado e meus amigos que sempre me acompanharam durante todo esse processo, não somente neste trabalho como em toda minha jornada acadêmica.

Queria também expressar minha gratidão aos colegas e gestores pela troca de conhecimentos, pelo incentivo mútuo e pelas horas de estudo compartilhadas. Obrigada pela disposição de tirar minhas dúvidas e me ensinarem sobre o tema em questão.

Agradeço também ao IFSC e seus profissionais, que disponibilizaram recursos e estrutura durante toda minha jornada acadêmica que serviu de inspiração para esse trabalho e proporcionou o desenvolvimento dele.

Por fim, gostaria de estender meus agradecimentos a todos que, de alguma forma, contribuíram para a realização deste TCC. Seja através de conselhos, sugestões, revisões ou simplesmente palavras de encorajamento, cada um de vocês teve um papel importante neste processo.

Este TCC representa não apenas o meu esforço, mas também a generosidade e o apoio de todos aqueles que mencionei. Obrigado por fazerem parte desta conquista.

“A velocidade só importa quando você está na  
direção correta.” Celso Braga

## RESUMO

Este trabalho de conclusão de curso apresenta uma à investigação de três cenários potenciais para a implantação de sistemas de energia solar fotovoltaica no campus do IFSC-Itajaí. Em um contexto de aumento no consumo de energia elétrica, combinado com o encarecimento constante da eletricidade, surge uma oportunidade de analisar o investimento em energia fotovoltaica. Os cenários analisados têm como foco avaliar a relação da potência instalada e o custo de demanda contratada campus, de forma a demonstrar por qual motivo um cenário se faz mais atrativo do que outro proposto. Para isso, conduziu-se uma análise para avaliar a viabilidade e atratividade de cada um dos cenários propostos, foi conduzida uma análise econômico-financeira abrangente para possibilitar uma comparação criteriosa entre eles.

**Palavras-chave:** Energia Solar Fotovoltaica. Viabilidade de Cenários. Análise Econômica.

## **ABSTRACT**

This study explores three scenarios for implementing photovoltaic solar energy systems at the IFSC-Itajaí campus, aiming to address increasing electricity consumption and rising electricity costs. The analysis focuses on the relationship between installed capacity and the contracted demand cost, comparing scenarios to identify the most advantageous one. The evaluation involved a comprehensive economic and financial analysis to enable a careful and well-founded comparison of the feasibility and attractiveness of each scenario, helping to demonstrate which alternative offers the best return on investment.

**Keywords:** Solar Energy. Photovoltaic. Investments. Scenarios. Contracted Demand. Economic and financial.

## LISTA DE FIGURAS

- Figura 1 - Evolução da Fonte Solar no Brasil
- Figura 2 - Cobranças na tarifa de energia previstas
- Figura 3 - Encargos da tarifa de energia
- Figura 4 - Demonstração do fio a e do fio b
- Figura 5 – Sistema Off-Grid
- Figura 6 - Sistema On-Grid
- Figura 7 - String-Box Momberg
- Figura 8 - Trecho da fatura de energia do IFSC-Itajaí
- Figura 9 - Trecho PEP CELESC do IFSC-Itajaí
- Figura 10 - Áreas de telhado do IFSC-Itajaí*
- Figura 11 - *Cenário 1* do estudo
- Figura 12 - *Cenário 2* do estudo
- Figura 13 - *Cenário 3* do estudo
- Figura 14 - Abrigo de inversores do cenário 1
- Figura 15 - Abrigo do cenário 2

## LISTAS DE TABELAS

Tabela 1 - Consumo de energia elétrica do IFSC-Itajaí no ano de 2019

Tabela 2 - Consumo de energia do IFSC-Itajaí no ano de 2019

Tabela 3 - Análise de Geração Vs. Consumo do cenário 1

*Tabela 4 - Levantamento de gastos fixos do cenário 1*

Tabela 5 - Análise de Geração Vs. Consumo do cenário 2

Tabela 6 - Levantamento de gastos do cenário 2

Tabela 7 - Análise de Geração Vs. Consumo do cenário 3

Tabela 8 - Levantamento de gastos do cenário 3

Tabela 9 - Levantamento dos componentes de acordo com os inversores

Tabela 10 - Custos dos equipamentos CA

### CACA

Tabela 11 - Custos dos equipamentos CC do cenário 1

Tabela 12 - Custos dos equipamentos do cenário 1

Tabela 13 - Levantamento do Payback do Cenário 1

Tabela 14 – Demonstrativo do Payback do Cenário 1

Tabela 15 - Custos dos equipamentos CC do cenário 2

Tabela 16 - Custos equipamentos do cenário 2

Tabela 17 - Levantamento do Payback do cenário 2

Tabela 18 - Análise de Payback do Cenário 2

Tabela 19 - Custos dos equipamentos CC do cenário 3

Tabela 20 - Custos dos equipamentos do cenário 3

Tabela 21 - Levantamento do Payback do Cenário 3

Tabela 22 - Análise do Payback do Cenário 3

Tabela 23 - Análise dos Cenários anteriores

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABCE	Associação Brasileira de Concessionárias de Energia
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ANEEL	Agência Nacional de Energia Elétrica
BNDE	Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico
CA	Corrente Alternada
CC	Corrente Contínua
CELESC	Centrais Elétricas de Santa Catarina
DPS	Dispositivo de Proteção contra Surtos
EPE	Empresa de Pesquisa Energética
GD	Geração Distribuída
IFSC	Instituto Federal de Santa Catarina
MME	Ministério de Minas e Energia
NBR	Normativa Brasileira Regulatória
P&D	Pesquisa e Desenvolvimento
S&P	Standard & Poor's
TCC	Trabalho de Conclusão de Curso
TFSEE	Taxa de Fiscalização de Serviços de Energia Elétrica
TIR	Taxa Interna de Retorno
VPL	Valor Presente Líquido

## SUMÁRIO

### Sumário

1	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	13
1.1	<b>Objetivos</b> .....	14
1.1.1	Objetivo geral .....	14
1.1.2	Objetivo específico .....	14
1.2	<b>Organização</b> .....	14
2	<b>DESENVOLVIMENTO</b> .....	15
2.1	<b>Fontes de energia elétrica no Brasil e no mundo</b> .....	15
2.1.1	<b>Tipos de consumidores de energia elétrica</b> .....	17
2.1.1.1	Consumidores do Grupo B .....	17
2.1.1.2	Consumidores do Grupo A .....	18
2.1.1.3	Geração Distribuída (GD) .....	19
3	<b>METODOLOGIA</b> .....	30
3.1	<b>Análise do consumo de energia elétrica no IFSC-Itajaí</b> .....	30
3.1.1	<b>Possíveis cenário de minigeração fotovoltaica</b> .....	36
3.1.1.1	Cenário 1: minigeração fotovoltaica .....	38
3.1.1.2	Cenário 2: Minigeração Fotovoltaica .....	41
3.1.1.3	Cenário 3: Minigeração Fotovoltaica .....	44
4	<b>ANÁLISE DE VIABILIDADE ECONÔMICA E FINANCEIRA</b> .....	48
4.1	<b>Levantamento de custos</b> .....	49
4.1.1	<b>Custos para o cenário 1</b> .....	52
4.1.2	<b>Custos para o cenário 2</b> .....	56
4.1.3	<b>Custos para o cenário 3</b> .....	59
5	<b>ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS</b> .....	64
6	<b>SUGESTÕES DE TRABALHOS FUTUROS</b> .....	67
7	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	68
7.1	APÊNDICE A .....	73
7.2	APÊNDICE B .....	74
7.3	APÊNDICE C .....	75
7.4	APÊNDICE D .....	80
7.5	APÊNDICE E .....	82

# 1 INTRODUÇÃO

A busca por estratégias que permitam destacar-se no mercado e conquistar novos clientes, por meio de investimentos em energia limpa no setor privado, tem se mostrado uma tendência presente (TUCCI, 2020). Esse tipo de investimento alinha-se tanto à obtenção de ganhos econômicos quanto a benefícios ambientais.

Quando se trata de energias renováveis, é importante destacar a utilização de fontes de energia limpas e inesgotáveis, sustentadas por um contínuo desenvolvimento tecnológico (QUE, 2016). Além disso, no âmbito socioambiental, o investimento em energias renováveis também abrange uma qualidade que deve ser abraçada pelo mundo empresarial como um compromisso ético, conforme afirmado pelo Sebrae (2022).

Vale ressaltar que, por muitos anos, a energia elétrica no Brasil foi predominantemente gerada a partir de fontes hídricas, consideradas limpas e renováveis. No entanto, o crescente consumo de energia elétrica ao longo dos anos evidenciou os impactos ambientais decorrentes da geração hidrelétrica (Bermann, 2008).

Este trabalho vai demonstrar como a energia proveniente da irradiação solar, uma fonte limpa e inesgotável, pode contribuir para o consumo de energia elétrica no Instituto Federal de Santa Catarina (IFSC) campus Itajaí. Será realizada uma análise financeira do impacto que a instalação de uma usina de geração fotovoltaica poderá ter no IFSC-Itajaí.

O interesse nesse estudo surgiu a partir da vivência no mercado profissional no ramo de micro e minigeração fotovoltaica, observando a viabilidade financeira desse setor na região em questão.

Esse trabalho visa trazer uma análise técnica avaliando a cabine de entrada do local e a demanda contratada do IFSC-Itajaí em três diferentes cenários, cada um deles serão depois comparados entre si como o mais atrativo e viável economicamente para a possível implantação. Com a análise de viabilidade econômica e financeira realizada será possível avaliar como o abatimento de energia elétrica afetará na fatura de energia remanescente, bem como o impacto da demanda contratada e custos fixos que seguirão sendo

pagos mensalmente, mesmo com a implantação de uma fonte renovável no local.

## **1.1 Objetivos**

### **1.1.1 Objetivo geral**

Planejar e analisar a viabilidade financeira e econômica da instalação de geração fotovoltaica no IFSC-Itajaí.

### **1.1.2 Objetivo específico**

Analisar o consumo de energia do IFSC-Itajaí.

Traçar cenários de geração fotovoltaica para atender o consumo do IFSC Campus Itajaí.

Analisar a viabilidade financeira dos cenários encontrados.

## **1.2 Organização**

O presente trabalho está organizado da seguinte forma.

Capítulo 2: Fundamentação teórica sobre tipos de consumidores de energia elétrica, sobre geração distribuída (GD) e fontes renováveis de geração e sobre análise financeira que será realizada no capítulo 4.

Capítulo 3: Será abordado a análise feita do consumo de energia elétrica do IFSC-Itajaí, bem como os pontos importantes das normativas vigentes de micro e minigeração.

Capítulo 4: Apresentação dos cenários de minigeração fotovoltaico para suprir essa demanda de energia elétrica analisada e análise da viabilidade financeira dos cenários encontrados.

Capítulo 5: Conclusão e proposição de trabalhos futuros para aperfeiçoamento da análise dos resultados.

## **2 DESENVOLVIMENTO**

O presente capítulo descreve as principais bases de conhecimento para o estudo de geração fotovoltaica, além de explicar melhor sobre a GD. Além disso, será abordada a necessidade de uma análise financeira para avaliar tal investimento.

### **2.1 Fontes de energia elétrica no Brasil e no mundo**

A energia elétrica desempenha um papel fundamental na vida das nações e dos indivíduos, e teve vasta exploração comercial no final do século XIX nos EUA e na Europa, como apontado por Gomes e Vieira (2009).

Dentre as diversas formas de energia que foram desenvolvidas para a geração de energia durante esse período: combustão, utilização da água, do vento, do carvão, o petróleo foi que obteve maior destaque (Cunha, 2008). Por ser uma fonte primária de baixa substitutibilidade, o petróleo se tornou motivo de alta demanda no mercado mundial (Feitosa, 2021).

Por se tratar de uma fonte essencial durante muitos anos, a crise do petróleo na década de 1970 impulsionou a adoção de medidas para tentar minimizar a sobrecarga que os países estavam sofrendo (Torres, 2012).

O Brasil foi um dos países que sofreu com a crise petrolífera, visto que nesse período era um grande importador de petróleo com o aumento substancial no consumo que aconteceu entre os anos de 1942 e 1972 (Doria, 1976). Por conta da crise, o Brasil adotou a postura de investir em fontes hidráulicas e de cana de açúcar, fazendo com que a taxa de crescimento dessas fontes atingisse 6,6% ao ano no período de 1970 a 2005 (Bronzatti; Iarozinski Neto, 2008).

Apesar desse investimento em fontes alternativas para atender a crescente demanda energética, em 2001 o país passou por mais um desafio, dessa vez, especificamente no setor elétrico. Para tentar minimizar o problema, o governo criou programas de racionamento de energia elétrica (Pinheiro, 2020).

Dessa vez, a crise incluía diversos fatores e não somente a escassez de matéria prima, como aponta Pires, Giambiagi e Sales (2002). O modelo estatal vigente e a falta de um modelo regulatório adequado do setor colaboraram para que o abastecimento de energia fosse afetado.

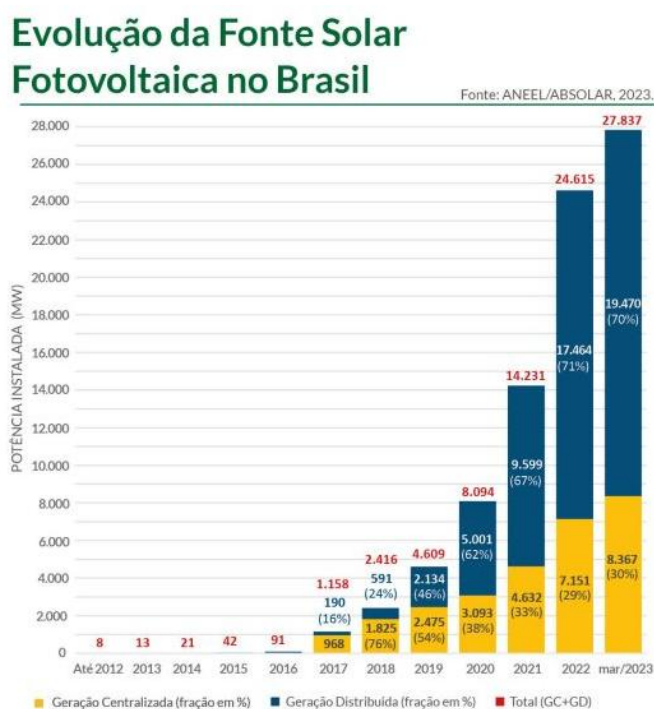
O racionamento de energia, por sua vez foi uma solução momentânea, mas a solução de fato para esse problema seria a expansão de recursos energéticos como opções de fontes de energia atendo com maior preocupação em quesitos como eficiência e conservação de energia (Bezerra, 2016).

Buscando correlacionar eficiência e conservação de energia surgiram diferentes fontes de energia capazes de suprir o consumo do país, essas fontes alinhadas conseguiram trazer segurança a matriz energética, aliando isso a estudos de comportamento, foi possível subsidiar um planejamento energético adequado.

Por meio de estudos anuais estimando como o será o crescimento do consumo de energia no país é possível estimar quais serão os investimentos necessários em infraestrutura e em pesquisa e desenvolvimento analisando como base o ano anterior, como é feito pelo EPE (Empresa de Pesquisa e Energética). Dessa forma é possível correlacionar consumo e oferta de energia por meio de estimações econométricas como aponta Pinheiro (2020).

Dentre as diferentes fontes capazes de suprir o consumo de energia do Brasil, têm-se a GD (geração distribuída) que dentre as fontes de energia que são abrangidas nesse cenário, a fonte solar fotovoltaica se destacou com um crescimento exponencial dos últimos anos (Absolar, 2023).

Figura 1 - Evolução da Fonte Solar no Brasil



A GD foi incentivada por ações regulatórias e viabilizaram não somente uma matriz mais diversificada, mas também compensação da energia excedente diferentes tipos de consumidores (EPE, 2018).

### **2.1.1 Tipos de consumidores de energia elétrica**

Para prosseguir este estudo, se faz necessário compreender alguns termos e conceitos relevantes, inicialmente é essencial entender quais são os diferentes tipos de consumidores existentes.

De acordo com a Teleco (2023), os consumidores de energia são divididos em dois grupos denominados grupo A e grupo B. A diferença entre os dois grupos reside na tensão de fornecimento. Enquanto o grupo A é abastecido em uma tensão igual ou superior a 2,3kV o grupo B é atendido em tensão inferior a 2,3kV, como explica a RES 1000/2021 da ANEEL.

Além da diferença na tensão de atendimento, os grupos A e B também se diferenciam em questão de carga instalada, enquanto o grupo B limita a unidade a uma carga instalada de 75kW, o grupo A inicia com consumidores com uma carga instalada superior a 75kW.

#### **2.1.1.1 Consumidores do Grupo B**

Consumidores que geralmente se enquadram no grupo B são residências, pequenas indústrias e pequenos estabelecimentos comerciais. Esses consumidores possuem uma tarifa monômnia, ou seja, pagam o mesmo valor pela energia utilizada a qualquer horário do dia.

Apesar da tarifa monômnia ser a mais usual para o grupo B, existe a possibilidade da contratação da tarifa branca, que gera cobranças diferentes a partir do horário de utilização: horário de ponta, horário Fora Ponta e horário intermediário.

Na Celesc o horário de ponta é contabilizado das 18h30 às 21h30, o horário intermediário é contabilizado das 17h30 às 18h30 e 21h30 às 22h30, enquanto o horário Fora Ponta contempla as demais 19 horas do dia. Essa aplicação não

se limita apenas aos clientes do grupo B.

#### 2.1.1.2 Consumidores do Grupo A

Os consumidores do grupo A possuem uma tarifa binômia, isto é, pagam valores diferentes pela utilização da energia dependendo do horário que ela está sendo utilizada. As tarifas se dividem em dois tipos: ponta e Fora Ponta, o horário de ponta na Celesc (2021) acontece no período das 18h30 às 21h30, já o horário Fora Ponta é composto pelos demais horários do dia.

Assim como no grupo B, existe a diferença no tipo de tarifa que o consumidor pode contratar, mas dessa vez existem três tipos de tarifas: azul, branca e verde. A tarifa verde consiste na contratação de uma demanda única e no pagamento pela energia elétrica em dois horários distintos: ponta e Fora Ponta.

A tarifa branca, assim como a verde possui uma demanda única, mas a cobrança pela energia varia de acordo com o horário da utilização dela. Com relação ao horário da aplicação da cobrança do horário ponta, Fora Ponta e intermediário é feito da mesma forma que no grupo B.

A tarifa azul, por sua vez, permite o consumidor possui duas demandas: a do horário de ponta e do horário Fora Ponta da mesma forma que acontece na cobrança da energia elétrica.

No contexto das diferentes tarifas pagas pelos consumidores do grupo A, a demanda contratada é um aspecto crucial. A demanda, medida em quilowatts (kW), é registrada pela concessionária a cada período de 15 minutos. Esse valor representa o montante de energia utilizado pela unidade consumidora durante o período de medição.

Para calcular a demanda necessária, realiza-se um estudo detalhado dos equipamentos que serão utilizados no local e do tempo durante o qual permanecerão ligados. Dessa forma, é possível determinar o valor da demanda necessário para atender à unidade consumidora. Caso essa demanda seja ultrapassada, é cobrado um valor dobrado pelo excedente.

A contratação da demanda é feita no período da solicitação de uma ligação nova o consumidor preenche um formulário com as informações

necessárias e a concessionária envia dois documentos para assinatura: o CUSD (Contrato de Uso do Sistema de Distribuição) e o CCER (Contrato de Compra de Energia Regulada).

Já em situações em que será necessário ampliação de equipamentos, mudança do tipo de tarifa ou mesmo a implantação de um sistema de minigeração, o cliente pode solicitar a alteração do CUSD através de aditivos no contrato.

No CUSD é firmado qual a tensão de atendimento, a demanda que será contratada e o tipo de tarifa da unidade consumidora, e no CCER é firmado que a unidade utilizará energia exclusivamente da concessionária que elaborou o documento.

Todos esses conceitos, serão resgatados no decorrer do capítulo 3, durante a análise da fatura de energia elétrica do IFSC-Itajaí. Esses conceitos serão a base para a escolha dos cenários estudados neste trabalho e os conceitos aqui levantados serão cruciais para justificar a viabilidade de cada um deles.

#### 2.1.1.3 Geração Distribuída (GD)

Uma iniciativa que visa contribuir no atendimento da demanda de energia a longo prazo no Brasil é a GD (EPE, 2016). A GD, aliada às hidrelétricas como fontes de energia limpa, tem como principal característica a geração de energia próxima ou junto aos consumidores, conforme afirmado por Focus (2021). Isso contribui para a transmissão de energia elétrica no país, um fator que será abordado posteriormente.

O primeiro grande incentivo à GD foi a Resolução 482/2012 da Aneel, que estabelecia as condições iniciais para microgeração e minigeração (EPE, 2016). De acordo com essa normativa, a microgeração refere-se a usinas de até 75 kW de potência instalada, enquanto a minigeração abrange usinas de 75 kW a 5 MW de potência instalada (sendo 3 MW para fontes hídricas).

Desde a publicação da REN 482/2012, diversas normativas foram escritas. No entanto, somente em dezembro de 2021, a Resolução 1000 da Aneel foi publicada para alinhar e delimitar os pontos relacionados à microgeração e minigeração, revogando 229 artigos da Resolução 414/2010,

que trata das condições gerais de fornecimento de energia, conforme afirmado por Amorim (2021).

Esse fato ocorreu semanas antes da aprovação da Lei 14.300, conhecida como marco legal da GD, publicada em janeiro de 2022 no Diário Oficial da União (2022). Essa lei trará um pequeno ajuste em relação à minigeração, pois, a partir de 7 de janeiro de 2023, usinas com capacidade superior a 3 MW, independentemente de sua origem, não serão mais categorizadas como minigeração distribuída.

Após a publicação desta lei, novos termos foram incluídos no setor como a demanda de geração e a demanda de consumo. A diferença entre a demanda de consumo e a demanda de geração reside nos conceitos e finalidades associadas a cada uma delas.

A demanda de consumo refere-se à quantidade de energia elétrica necessária para suprir as necessidades de um determinado local ou unidade consumidora. É a demanda de energia requerida pelos equipamentos, sistemas e atividades desenvolvidas nesse local. Geralmente, a demanda de consumo é expressa em kilowatts (kW) e está relacionada à potência máxima utilizada durante um período específico.

Por outro lado, a demanda de geração está relacionada à quantidade de energia elétrica produzida por fontes de geração distribuída, como sistemas fotovoltaicos ou eólicos, instalados em uma unidade consumidora. A demanda de geração é expressa em quilowatts (kW) e representa a potência máxima que o sistema de geração distribuída pode fornecer em determinado momento. Essa demanda está diretamente ligada à capacidade de produção de energia do sistema instalado.

Portanto, enquanto a demanda de consumo está relacionada à quantidade de energia elétrica necessária para suprir as demandas de um local, a demanda de geração refere-se à capacidade máxima de produção de energia de um sistema de geração distribuída. É importante ressaltar que a análise e o equilíbrio entre a demanda de consumo e a demanda de geração são fundamentais para garantir o suprimento adequado de energia elétrica, considerando a capacidade de produção e a demanda real do local.

A cobrança da demanda de geração envolve o valor monetário atribuído à potência máxima de geração de energia elétrica de um sistema de geração

distribuída. Essa cobrança é determinada pelas concessionárias de energia elétrica, levando em consideração a capacidade instalada do sistema e a potência máxima demandada pelo consumidor.

De acordo com a Resolução Normativa nº 482/2012 da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), a cobrança da demanda de geração é realizada por meio de tarifas específicas, que consideram tanto a potência contratada pelo consumidor quanto a potência gerada pelo sistema de geração distribuída. Essas tarifas podem variar de acordo com o tipo de conexão (on-grid ou off-grid) e com as regras estabelecidas pelas concessionárias de energia elétrica.

Segundo Faria *et al.* (2020), a cobrança da demanda de geração tem como propósito remunerar a concessionária pela disponibilidade da rede elétrica e pelos serviços prestados, como a medição, o monitoramento e o suporte técnico ao sistema de geração distribuída. Além disso, busca-se estimular a eficiência energética e o equilíbrio entre a demanda e a geração de energia elétrica, promovendo uma utilização mais sustentável e consciente dos recursos energéticos.

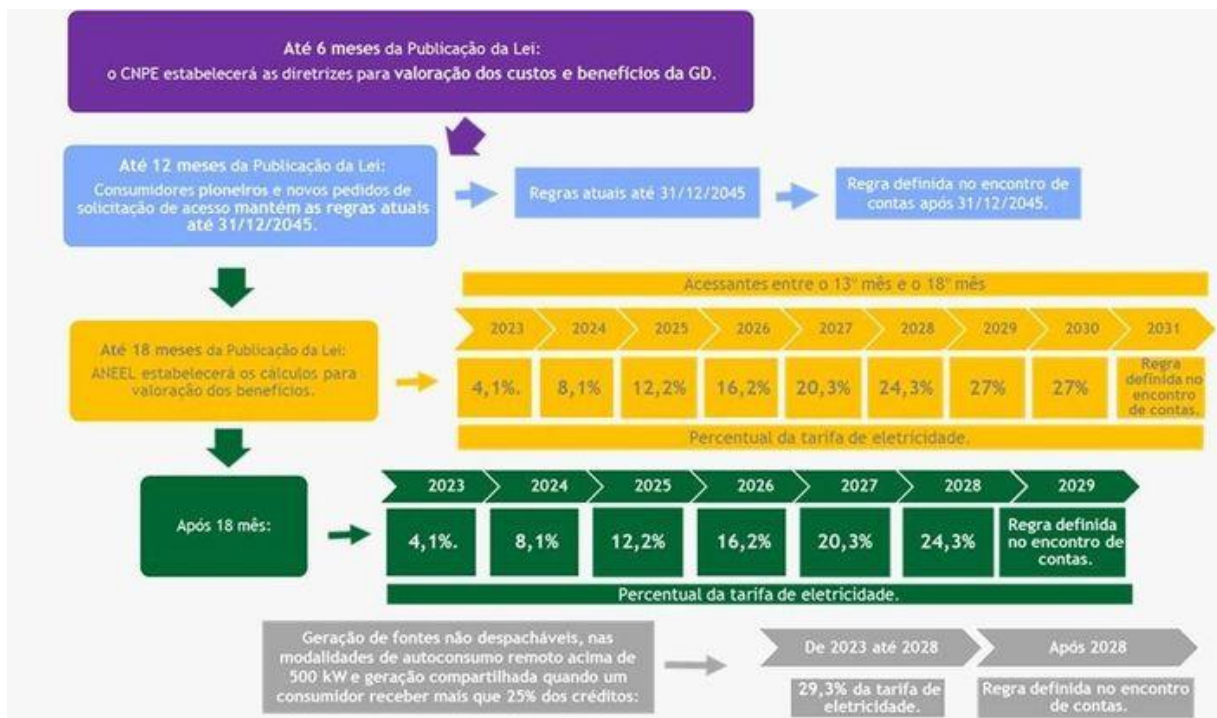
Nesse sentido, é importante destacar a relevância das regras estabelecidas pela ANEEL e das diretrizes específicas de cada concessionária para a definição e aplicação da cobrança da demanda de geração. A compreensão detalhada dessas normas é essencial para o estudo e análise da viabilidade econômica e financeira da implantação de sistemas de geração distribuída em diferentes contextos.

Antes de prosseguir no estudo de novas normativas importantes para o setor, deve-se mencionar os principais marcos trazidos pela lei 14.300 que subdividiu em 3 grandes marcos chamados de GD I, GD II e GD III. A GD I com fim no dia 07/01/2023, um ano após a publicação da lei mantém o consumidor nas regras anteriores à publicação da lei até o dia 31/12/2045.

O segundo grupo, denominado GD II, engloba clientes cuja potência é inferior a 500 kW, conforme estipulado a partir do dia 08/01/2023. Dentro desse grupo, existe um ponto de referência para os projetos protocolados entre o décimo terceiro e décimo oitavo mês, conforme representado na Figura 2 abaixo. Este ponto de referência diz respeito ao conhecimento do percentual cobrado pelo componente fio b até o ano de 2031. Após essa data, o percentual é conhecido até o ano de 2029.

É relevante observar que o percentual apresentado na imagem é de caráter genérico, destinado a oferecer uma média representativa do impacto do componente fio b na fatura de energia.

Figura 2 - Cobranças na tarifa de energia previstas



Fonte: Patrimônio Solar (2022)

O terceiro agrupamento, designado como GD III, abarca projetos com potência igual ou superior a 500 kW, cujos protocolos tenham sido registrados a partir do dia 08/01/2023. Dentro dessa categoria, está prevista a aplicação integral da cobrança do componente fio b, bem como uma cobrança de 40% referente ao componente fio a. Além disso, incidem encargos associados à taxa de fiscalização de serviços de energia elétrica (tfsee) e aos investimentos em pesquisa e desenvolvimento (P&D). Vale ressaltar que todas essas cobranças já estão incorporadas ao valor da tarifa de energia, como mostra a Figura 3 abaixo.

Figura 3 - Encargos da tarifa de energia

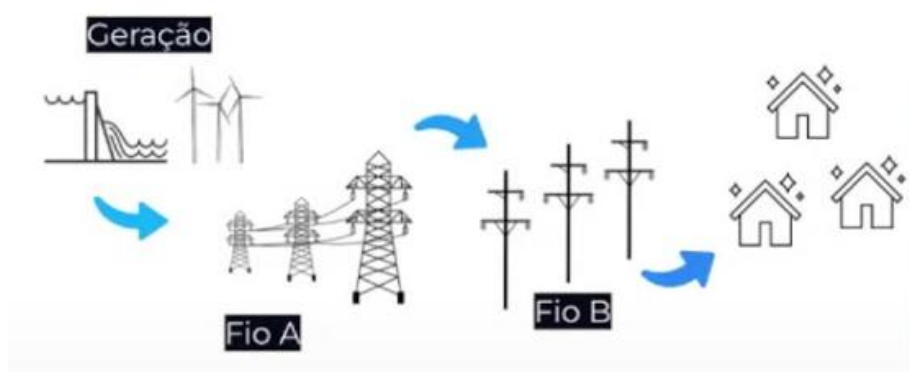


Fonte: Pieta Tech (2023)

Com o intuito de oferecer uma compreensão mais clara sobre os encargos conhecidos como fio a e fio b, a Figura 4 a seguir proporciona uma visualização esclarecedora. Em resumo, os encargos do tipo fio a estão associados à transmissão de energia, enquanto os encargos do tipo fio b correspondem à utilização da rede de energia elétrica.

A distinção e a aplicação diferenciada desses encargos entre a GD II e a GD III foram concebidas com base na consideração das potências envolvidas, pois as perturbações causadas pelas gerações distribuídas variam de acordo com a magnitude de suas potências.

Figura 4 - Demonstração do fio a e do fio b



Fonte: Pieta Tech (2023)

Um outro marco significativo para o setor foi a publicação da Resolução Normativa 1059 em 7 de fevereiro de 2023, que complementou e aprimorou alguns aspectos da Resolução 1000, lançada em 2021. Destaca-se o Artigo 73 dessa normativa, que estabelece a obrigatoriedade de a concessionária realizar estudos para a possibilidade de inversão do fluxo de potência.

Esse dispositivo traz avanços importantes ao permitir que a concessionária avalie e implemente medidas para otimizar a utilização da energia elétrica e promover um melhor equilíbrio na rede de distribuição, considerando a geração distribuída e os novos perfis de consumo. Essa regulamentação reforça o compromisso do setor em acompanhar as transformações tecnológicas e garantir a eficiência energética e a qualidade do fornecimento elétrico.

Além disso, é válido ressaltar que a geração distribuída por meio de fontes como solar, eólica, biomassa, hídrica e cogeração qualificada desempenha um papel crucial na busca por soluções energéticas mais sustentáveis. De acordo com o relatório da Bluesol (2020) e do estudo realizado pela Focus (2021), o investimento nessas fontes de energia apresenta uma série de vantagens em comum.

Em primeiro lugar, a utilização de energia limpa contribui para a redução das emissões de gases de efeito estufa e para a preservação do meio ambiente. Além disso, o melhor aproveitamento dos recursos naturais, como a radiação solar e a força dos ventos, permite uma maior eficiência na produção de energia, diminuindo a dependência de fontes não renováveis.

Outro aspecto importante é o potencial para a geração de empregos, tanto na instalação e manutenção dos sistemas de geração distribuída quanto na cadeia de suprimentos relacionada.

Por fim, a diversificação da matriz energética, por meio da incorporação dessas fontes renováveis, aumenta a segurança e a resiliência do sistema elétrico, reduzindo a dependência de fontes de energia tradicionais e vulneráveis a crises e oscilações de preço. Portanto, a promoção da geração distribuída e o incentivo ao uso dessas fontes renováveis são essenciais para o desenvolvimento sustentável do setor energético e para a construção de um futuro mais resiliente e ecologicamente equilibrado.

## 2.4 Geração *On-Grid* e *Off-Grid*

A geração de energia em micro e minigeração é dividida em dois modos de funcionamento: *On-Grid* e *Off-Grid*. A escolha entre esses modos de operação do sistema tem um impacto direto no custo (SANTOS, 1997). A principal diferença entre eles está na necessidade ou não de utilizar a rede da concessionária ou permissionária de energia elétrica para armazenamento de energia.

### 2.4.1 Geração *Off-Grid*

O sistema de geração *Off-Grid*, também conhecido como sistema isolado, refere-se a um sistema que não está conectado à rede de distribuição pública. Nesse tipo de sistema, é necessário utilizar um sistema de armazenamento para garantir o fornecimento de energia quando não há geração disponível.

Para o armazenamento de energia, são empregadas baterias estacionárias, juntamente com um controlador de carga e um inversor CC-CA (Corrente Contínua - Corrente Alternada) para alimentar as cargas que necessitam de corrente alternada para funcionar. A Figura 5, apresentada abaixo, ilustra de forma simplificada o funcionamento desse sistema isolado.

A energia gerada pelos painéis solares fotovoltaicos ou por outras fontes renováveis é convertida em corrente contínua e armazenada nas baterias por meio do controlador de carga. O inversor CC-CA é responsável por converter a corrente contínua armazenada nas baterias em corrente alternada, possibilitando o suprimento de energia para as cargas conectadas ao sistema.

Esse tipo de sistema é comumente utilizado em áreas remotas, onde não há acesso à rede elétrica convencional, ou em aplicações especiais, como em sistemas de telecomunicações, iluminação de estradas e fazendas isoladas. A autonomia energética é garantida pelo armazenamento das baterias, que fornecem energia durante períodos de baixa geração ou à noite.

A escolha de um sistema *Off-Grid* deve levar em consideração diversos fatores, como a demanda energética, a disponibilidade de radiação solar ou outras fontes renováveis, a capacidade de armazenamento das baterias e a eficiência dos componentes do sistema.

Figura 5 – Sistema Off-Grid



Fonte: Minha Casa Solar (2019)

O sistema de geração *Off-Grid*, que não depende de uma fonte de alimentação externa, é recomendado para locais onde não há acesso à rede elétrica da concessionária ou onde a interrupção de energia não é permitida, como estações de monitoramento, sistemas de telecomunicações, entre outros. Embora apresente vantagens em termos de autonomia e independência energética, é importante considerar o custo envolvido nesse tipo de tecnologia. Estudos têm demonstrado que os sistemas *Off-Grid* são cerca de 59% mais caros em comparação com sistemas conectados à rede (Boso, 2015). No entanto, uma vez instalado, o sistema *Off-Grid* permite que os usuários residenciais não tenham custo com a energia elétrica fornecida pelas concessionárias ao longo da vida útil do sistema, que pode variar em torno de 25 anos.

Essa redução significativa nos custos de eletricidade a longo prazo é um fator atraente para aqueles que optam por investir em sistemas *Off-Grid*. Além disso, o uso dessa tecnologia contribui para a sustentabilidade ambiental, já que a geração de energia é proveniente de fontes renováveis, como a solar ou eólica, reduzindo a dependência de combustíveis fósseis.

Portanto, embora o investimento inicial seja mais elevado, a utilização de sistemas *Off-Grid* oferece benefícios a longo prazo, como a independência

energética e a redução dos custos com energia elétrica. É importante considerar a viabilidade econômica e técnica desse tipo de sistema com base nas necessidades específicas de cada local ou residência.

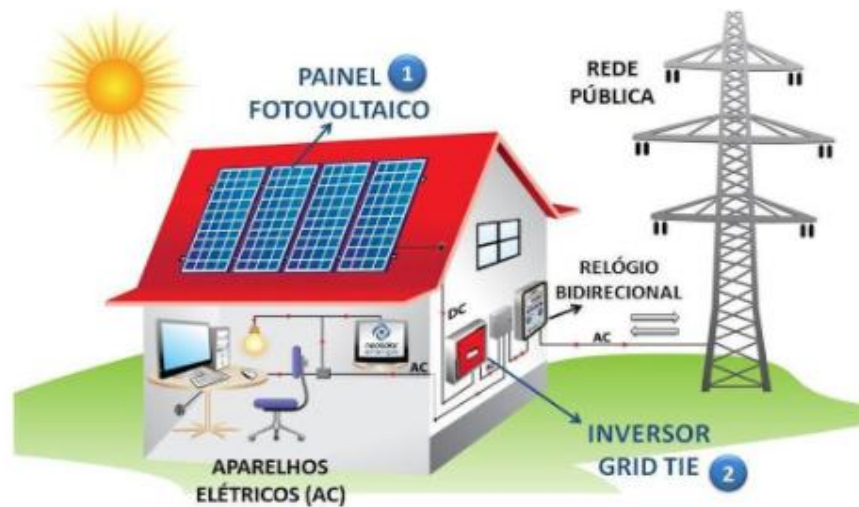
#### 2.4.2 Geração *On-Grid*

A geração de energia *On-Grid*, também conhecida como *Grid-Tie*, refere-se aos sistemas conectados à rede de energia elétrica da concessionária. Diferentemente do sistema *Off-Grid*, não requer um sistema de armazenamento de energia, pois a energia gerada em excedente é injetada na rede de concessionária como crédito de energia e pode ser utilizada em até 60 meses, como prevê a RES 1000/2021 da ANEEL.

Uma das principais diferenças em relação ao sistema *Off-Grid* é que o sistema *On-Grid* não requer a utilização de um controlador de carga nem de baterias estacionárias. Em vez disso, é utilizado apenas um inversor CC-CA (corrente contínua - corrente alternada). Esse inversor tem a função de converter a corrente contínua gerada pelos painéis solares em corrente alternada, que é utilizada para alimentar os equipamentos do local. Caso a geração de energia seja maior que o consumo, o excedente é automaticamente enviado para a rede pública e abastece a demanda de outros consumidores próximos.

A Figura 6 abaixo ilustra de forma simplificada o fluxo de energia no sistema *On-Grid*, mostrando como a energia é convertida e utilizada localmente, além de ser enviada para a rede elétrica.

Figura 6 - Sistema On-Grid



Fonte: Minha casa Solar (2019)

É importante ressaltar que o sistema *On-Grid* oferece vantagens significativas, como a utilização da rede da concessionária como fonte de energia complementar e a possibilidade de compensação do excedente na fatura de energia. Além disso, a conexão com a rede elétrica permite a utilização de energia elétrica mesmo em momentos de baixa geração solar, garantindo um abastecimento contínuo.

Na geração *On-Grid*, são adicionados componentes adicionais que desempenham funções específicas. Um deles é o medidor bidirecional, fornecido pela concessionária de energia. Esse medidor é responsável por realizar a leitura da energia consumida pelo consumidor e da energia injetada na rede da concessionária. Esses dados são de extrema importância, pois permitem o abatimento financeiro na fatura de energia elétrica do consumidor mês a mês, com base na quantidade de energia que ele gera e injeta na rede.

Outro componente importante é a *String-Box*, que desempenha um papel de segurança e proteção no sistema. De acordo com a norma ABNT NBR 16149 (2014), a *String-Box* é um item que possui dispositivos de proteção, como chave seccionadora de corrente contínua, disjuntor de corrente contínua e DPS. Ela tem a função de desligar o sistema em casos de manutenção técnica da concessionária e evitar a injeção de energia na rede durante esse período.

Vale ressaltar que, na maioria dos modelos de inversores a proteção de

corrente contínua é interna de forma a necessitar apenas de um quadro com a proteção em corrente alternada após o inversor.

*Figura 7 - String-Box Momberg*



*Fonte: Momberg, 2022*

Em suma, os principais componentes em um sistema de geração distribuída *On-Grid* incluem o inversor CC-CA, o medidor bidirecional e a proteção do sistema, sendo essenciais para a conversão da energia, o monitoramento do consumo e a proteção do sistema. Esses componentes trabalham em conjunto para garantir a eficiência, segurança e integração do sistema de geração distribuída na rede elétrica convencional.

A GD *On-Grid* tem se destacado como uma solução promissora para a diversificação da matriz energética, a redução de impactos ambientais e a promoção da sustentabilidade. Através dela, o sistema permite a conexão de fontes renováveis, como a energia solar, à rede elétrica convencional.

Essa modalidade de geração distribuída contribui para a transição para uma matriz energética mais limpa e sustentável, fortalecendo a segurança do fornecimento de energia e impulsionando o crescimento do setor de energia renovável no país, e será utilizada para estudo neste trabalho.

### **3 METODOLOGIA**

A metodologia adotada neste trabalho consistiu em realizar uma revisão bibliográfica abrangente para traçar diferentes cenários de geração de energia a partir de fontes renováveis. O objetivo foi analisar a viabilidade financeira e econômica de cada cenário. Inicialmente, foram apresentados os conceitos relevantes para compreender o consumo de energia elétrica no contexto do IFSC-Itajaí.

Em seguida, serão mapeados os possíveis cenários de geração de energia fotovoltaica que poderão suprir o consumo de energia elétrica a partir da geração de energia limpa e de fonte inesgotável.

Por fim, realizou-se uma análise criteriosa dos aspectos econômicos e financeiros de cada cenário, visando identificar a opção mais atrativa e viável para a instituição. Dessa forma, esse estudo contribui para a tomada de decisões embasadas em dados e informações concretas, promovendo a transição para um modelo energético mais sustentável e eficiente.

#### **3.1 Análise do consumo de energia elétrica no IFSC-Itajaí**

A análise da fatura de energia elétrica é um processo fundamental para compreender e monitorar o consumo de energia de uma unidade consumidora. A fatura de energia contém informações importantes, como o valor cobrado pelo consumo, as tarifas aplicadas, os impostos, as bandeiras tarifárias, entre outros detalhes relevantes.

Através dessa análise, é possível identificar padrões de consumo, avaliar a eficiência energética, identificar desperdícios, comparar o consumo ao longo do tempo e tomar medidas para reduzir os custos e otimizar o uso de energia. Além disso, a análise da fatura também pode auxiliar na identificação de eventuais erros ou inconsistências nos valores cobrados. Portanto, a compreensão da fatura de energia elétrica é essencial para um uso consciente e eficiente da energia.

Essa análise envolve a consideração de postos-chave que fornecem informações relevantes para embasar a viabilidade técnica e econômica do

projeto. Primeiramente, é essencial examinar o histórico de consumo de energia, a fim de identificar o perfil de demanda e os períodos de maior consumo.

Para este trabalho, foram utilizadas uma memória de consumo da unidade consumidora do ano de 2019, esse registro foi feito em uma planilha do Excel durante o período de janeiro de 2017 a fevereiro de 2020. Foi escolhido o ano de 2019 como base, por conta de ser o último ano com registro completo do consumo de energia do IFSC-Itajaí.

*Tabela 1 - Consumo de energia elétrica do IFSC-Itajaí no ano de 2019*

Mês	Consumo Ponta (kWh)	Consumo Fora Ponta (kWh)
Janeiro	1.280	16.684
Fevereiro	3.356	22.801
Março	3.565	23.382
Abril	2.745	19.418
Maio	2.338	15.220
Junho	1.779	12.305
Julho	1.764	14.145
Agosto	2.250	16.537
Setembro	2.613	17.270
Outubro	3.271	22.035
Novembro	2.777	20.116
Dezembro	1.953	16.508
<b>TOTAL</b>	<b>29.691</b>	<b>216.421</b>

Fonte: Elaborado pelo autor, 2023

Entretanto antes do andamento de qualquer análise dos dados, foi consultado o engenheiro responsável do campus, a fim de se obter uma previsão de aumento de consumo, proveniente de qualquer expansão por parte do campus. Foi retornado que de acordo com o planejamento interno, o consumo tende a aumentar em torno de 10% do valor atual, considerando isso os cálculos apresentados foram realizados buscando atender também essa previsão de aumento.

*Tabela 2 - Consumo de energia do IFSC-Itajaí no ano de 2019*

Mês	Consumo Ponta (kWh)	Consumo Fora Ponta (kWh)
Janeiro	1.408	18.353
Fevereiro	3.692	25.082
Março	3.922	25.721
Abril	3.020	21.360
Maio	2.572	16.742
Junho	1.957	13.536

Julho	1.940	15.560
Agosto	2.475	18.191
Setembro	2.874	18.997
Outubro	3.598	24.239
Novembro	3.055	22.128
Dezembro	2.148	18.159
<b>TOTAL</b>	<b>32.660</b>	<b>238.068</b>

---

*Fonte: Elaborado pelo autor, 2023.*

É importante analisar as tarifas aplicadas na fatura, incluindo a tarifa de energia ativa, a tarifa de demanda contratada e outros encargos tarifários, para estimar os custos e benefícios da minigeração distribuída.

Esta análise se faz necessária inicialmente para encontrar o fator de ajuste, e para realizar a análise da viabilidade financeira e economia que a GD pode trazer ao IFSC-Itajaí.

O fator de ajuste é um parâmetro utilizado na análise da energia gerada no horário fora de ponta em relação à energia utilizada no horário de ponta em sistemas de geração distribuída. Ele tem como objetivo equilibrar a diferença de tarifação entre esses dois períodos e permitir uma compensação justa entre a energia produzida e a energia consumida.

No horário de ponta, geralmente considerado um período de alta demanda e custo mais elevado, a tarifa elétrica é mais cara, enquanto no horário fora de ponta, o custo é reduzido. Com a geração distribuída, é possível produzir energia no horário fora de ponta e injetá-la na rede elétrica, obtendo créditos energéticos para compensar o consumo no horário de ponta.

O fator de ajuste é utilizado para quantificar a relação entre a energia gerada no horário fora de ponta e a energia consumida no horário de ponta. Ele é determinado levando em consideração as tarifas de energia aplicáveis em cada período e as regras estabelecidas pelas concessionárias de energia.

Ao analisar a energia gerada no horário fora de ponta com o intuito de compensar a energia utilizada no horário de ponta, é essencial considerar o fator de ajuste como parte do cálculo. Dessa forma, é possível estimar de forma mais precisa a quantidade de energia necessária para compensar o consumo no horário de ponta e avaliar a viabilidade econômica da geração distribuída.

Para esta etapa, foi utilizada uma fatura do IFSC-Itajaí do mês de dezembro de 2020, como mostra um trecho da mesma na Figura 8 abaixo.

Figura 8 - Trecho da fatura de energia do IFSC-Itajaí

<b>Nº DA UNIDADE CONSUMIDORA</b>	<b>VENCIMENTO 25/12/2020</b>		
	<b>CONSUMO TOTAL FATURADO 10.217 kWh</b>		
<b>ATENDIMENTO AO CLIENTE LIGUE 0800 048 0120</b>	<b>VALOR ATÉ O VENCIMENTO R\$ 8.558,85</b>		
<b>Dados do Faturamento</b>	<b>Faturado</b>	<b>Tarifa (R\$)</b>	<b>Valor (R\$)</b>
Consumo Ponta	976	1,845420	1.801,13
Consumo Fora Ponta	9.241	0,479444	4.430,54
Demanda	120	21,115417	2.533,85
Inf (1,20%)	1,20000%		-105,18
Pis (0,65%)	0,65000%		-56,97
Cofins (3,00%)	3,00000%		-262,96
Coll (1,00%)	1,00000%		-87,67
<b>Subtotal (R\$)</b>			<b>8.252,74</b>
<b>Lançamentos e Serviços</b>			
Cosip			306,11
<b>Subtotal (R\$)</b>			<b>306,11</b>

Fonte: Celesc, 2020

Os valores mostrados são: R\$1,848420/kWh para consumo Ponta e R\$0,479444/kWh para tarifa Fora Ponta. Para calcular a quantidade de energia necessária para suprir o consumo de energia do IFSC-Itajaí, considerando a diferença entre o horário de ponta e o horário fora de ponta, utiliza-se o fator de ajuste. Esse fator representa a relação entre a quantidade de energia gerada no horário fora de ponta e a quantidade de energia consumida no horário de ponta, como mostra a equação abaixo.

$$Fatura\ de\ ajuste = \frac{Tarifa\ Ponta\ (R\$)}{Tarifa\ Fora\ Ponta\ (R\$)}$$

$$Fator\ de\ ajuste = \frac{R\$1,848420}{R\$0,479444} = 3,86$$

O fator de ajuste é de 3,86 kWh/kWh, significa que para compensar 1 kWh utilizado no horário de ponta, deve ser gerado 3,86 kWh no horário fora de ponta. Esse valor é obtido através do cálculo da razão entre a tarifa do horário de ponta e a tarifa do horário fora de ponta.

Com base nesse fator de ajuste, é possível determinar a quantidade de energia que precisa ser gerada no horário fora de ponta para suprir o consumo de energia no horário de ponta. E desta forma dimensionar cenários de geração de energia capazes de suprir este consumo da forma economicamente mais viável ao IFSC-Itajaí.

$$\text{Consumo total} = 238.068 + (32.660 * 3,86)$$

$$\text{Consumo total} = 364.136 \text{ kWh}$$

Além disso, a avaliação da demanda contratada atual e sua relação com o consumo real permite identificar possíveis ajustes na contratação de energia. Também é relevante analisar a potência instalada atual e verificar se ela é adequada para atender à demanda da unidade consumidora, considerando a possibilidade de suprir demanda adicional por meio da minigeração distribuída.

O valor da demanda também é demonstrado na fatura de energia elétrica do IFSC-Itajaí, como mostra a Figura 9 abaixo. Esta informação é muito importante para saber se será necessário realizar o aumento de demanda contratada de acordo com escolha da potência do inversor para utilizar na geração de energia dos cenários que serão traçados na sequência.

*Figura 9 - Trecho PEP CELESC do IFSC-Itajaí*

Valor Corrente DJ Entrada (A)	750	Demanda Contratada (kW)	120
Código Transformador	77033	Potencia Nominal do Transformador (kVA)	500
		Total de Fases do Transformador	3
		Código Alimentador	IIA06

*Fonte: PEP CELESC (2024)*

Para delimitar a máxima demanda que pode ser contratada pelo consumidor com base na potência do transformador, é necessário considerar a capacidade do transformador em atender à carga solicitada pelo consumidor. A potência do transformador indica a sua capacidade máxima de fornecer energia elétrica.

Em uma consulta realizada pelo sistema PEP da Celesc, que é a plataforma de comunicação de técnicos e engenheiros que fornecem serviços de projetos elétricos junto à concessionária, foi verificado que o transformador de entrada do IFSC-Itajaí é de 500kVA.

Com base na análise da fatura de energia elétrica do IFSC-Itajaí, foi constatado que a demanda contratada atual é de 120 kW. No entanto, ao

considerar a capacidade do transformador de entrada, que é de 500 kVA, verifica-se que ainda há uma margem significativa para um possível aumento na demanda contratada.

Essa informação é relevante para o estudo da implantação de uma minigeração distribuída no local, pois indica a capacidade do transformador em atender a uma demanda adicional de energia. Com base nesse dado, é possível avaliar a viabilidade de aumentar a demanda contratada e, conseqüentemente, a possibilidade de instalar sistemas de geração de energia renovável, como a geração fotovoltaica, visando a redução de custos e a promoção da sustentabilidade.

Vale ressaltar, no entanto, que não foi feito um estudo de inversão de fluxo de potência para analisar a necessidade ou não de melhoria de rede para atender uma minigeração no local. Afinal, esta análise é feita pela concessionária e deve analisar não só o consumidor IFSC-Itajaí, mas sim todos os demais consumidores que compartilham a mesma rede de distribuição.

Por fim, é fundamental avaliar os custos e benefícios associados ao projeto, incluindo investimento inicial, manutenção e impacto ambiental, com o intuito de embasar a decisão de implantação da minigeração distribuída. Este ponto será tratado no próximo capítulo quando serão abordadas as análises financeiras de cada um dos cenários traçados.

Com base em todos os dados coletados e analisados ao longo deste estudo, serão estabelecidos diferentes cenários com o objetivo de propor soluções para suprir o consumo de energia elétrica do IFSC. Esses cenários serão desenvolvidos considerando a implementação de fontes de geração distribuída, como a energia solar fotovoltaica, e levando em conta as características do local, a capacidade do transformador e a demanda atual. O intuito é avaliar a viabilidade técnica, econômica e sustentável de cada cenário, visando encontrar a melhor alternativa para atender às necessidades energéticas da instituição.

Essa abordagem permitirá uma análise mais aprofundada das possibilidades de suprimento de energia elétrica do IFSC, considerando não apenas a demanda atual, mas também o potencial de geração a partir de fontes renováveis e os aspectos técnicos envolvidos. A partir desses cenários, será possível tomar decisões embasadas e estratégicas para alcançar uma maior

eficiência energética, reduzir custos e promover a sustentabilidade no âmbito institucional.

Dessa forma, o estudo contribuirá para a busca de soluções energéticas mais adequadas e eficientes para o IFSC, alinhadas aos princípios da geração distribuída e da utilização de fontes renováveis, que são fundamentais para a transição para um modelo energético mais sustentável.

### **3.1.1 Possíveis cenários de minigeração fotovoltaica**

Antes de seguir com a explicação de cada um dos cenários, é necessário entender um pouco mais sobre os equipamentos e marcas escolhidos para este estudo.

Os inversores *SolarEdge* destacam-se pela sua capacidade de conversão de energia centralizada, mas com a necessidade de utilizar otimizadores de potência da mesma marca para operar. Essa configuração evita as perdas por sombreamento comumente encontradas em inversores convencionais. Além disso, o software fornecido pela *SolarEdge* permite rastrear a geração de cada módulo individualmente, o que facilita a manutenção corretiva e melhora o monitoramento do sistema. Esses aspectos de segurança e desempenho levaram à escolha dessa marca para as simulações realizadas neste estudo.

Quanto aos módulos fotovoltaicos, optou-se pelos modelos monofaciais da Longi, com potência de 550W. Esses módulos apresentam um tamanho adequado para a instalação em telhados e são reconhecidos pela sua tecnologia AAA, que certifica a qualidade da marca. Essa certificação é concedida pela *Standard & Poor's* (S&P), uma renomada agência de avaliação de risco, que analisa a saúde da empresa e sua expectativa de desempenho no mercado nos próximos anos.

Levando em consideração esses aspectos, ambas as marcas escolhidas possuem credibilidade e são capazes de atender às demandas de garantia ao longo do período de 12 anos para os módulos e 20 anos para os inversores.

Para a criação dos diferentes cenários de geração fotovoltaica, utilizou-se o software *Designer SolarEdge*, desenvolvido pela empresa *SolarEdge*. Através desse software, foi possível fazer a alocação geográfica do estudo, considerando o IFSC-Itajaí como localização específica, e desenhar as áreas disponíveis nos

telhados para a instalação da usina fotovoltaica. Em seguida, foram inseridos os módulos da *Longi* de 550W, configurando assim os cenários de análise.

Nos tópicos a seguir serão apresentados de forma mais detalhada cada um dos cenários comentados a fim de melhor visualizar cada um deles. Mas antes, será abordado cada uma das áreas de telhado que foram analisadas para este estudo.

*Figura 10 - Áreas de telhado do IFSC-Itajaí*



*Fonte: Elaborada pela Autora, 2023*

A área “A” é o auditório do campus, a área “B” é a guarita de entrada, a área “C” é o hall entrada e a biblioteca, as áreas “D” e “G” são as áreas de salas de aulas e laboratórios, a área “F” interliga os blocos de salas de aula, a área “H” é a fábrica de mecânica e a área “I” são mais algumas salas e laboratórios.

Existe mais um telhado ao lado de “H”, porém este é o do refeitório, que por ser terceirizado, conta energia separado do resto do campus. Por este

motivo, o consumo da cantina não foi contabilizado e seu espaço físico de telhado não foi utilizado.

Com todas as áreas já nomeadas, os materiais a serem utilizados já escolhidos, serão mapeados cada um dos cenários pensados nos próximos tópicos.

Foram elaborados diferentes cenários com o objetivo de suprir o consumo de energia do IFSC-Itajaí de acordo com suas demandas específicas. No

primeiro cenário, a prioridade foi atender a demanda contratada de 120kW. Já no segundo cenário, o foco foi direcionado ao consumo de energia fora do horário de ponta. Por fim, o terceiro cenário foi projetado utilizando toda a área de telhado disponível para suprir o consumo de energia, levando em consideração o fator de ajuste necessário para alcançar essa geração.

Ao analisar esses cenários, é possível avaliar a viabilidade e a eficácia da implementação de um sistema de geração fotovoltaica para suprir as necessidades energéticas do IFSC-Itajaí. É importante destacar que cada cenário apresenta vantagens e desafios específicos, como a maximização do aproveitamento de energia renovável, a redução de custos com demanda contratada e a contribuição para a sustentabilidade ambiental.

#### **3.1.1.1** Cenário 1: minigeração fotovoltaica

Este cenário foi pensado para ter a potência instalada em inversor o mais próximo possível da demanda contratada de 120kW. Partindo desse ponto, foram selecionados os seguintes equipamentos para este cenário:

- 380 módulos da *Longi* de 550Wp (LR5-72HPH-550M)
- inversores da *SolarEdge* de 31,7kW (SE33.3K)
- 190 otimizadores de potência 1.200W (S1200)

Com esses componentes devidamente instalados nas áreas de telhado “C”, “D” e “G”, como mostra a Figura 18 abaixo, foi simulado a energia gerada pelo sistema.

Figura 11 - Cenário 1 do estudo



Fonte: Elaborado pela Autora no SolarEdge Designer, 2023

- Potência instalada em inversores (CA): 126,8 kW
- Potência instalada de módulos (CC): 209 kWp
- Geração de energia anual: 267.470 kWh

Nota-se que há uma diferença entre a potência dos módulos e a potência dos inversores, essa diferença conhecida é nomeada pela *SolarEdge* de *oversizing*. Como afirma o próprio fabricante dos inversores em sua nota técnica, para que um sistema opere de forma saudável o *oversizing* máximo permitido é de 73% para inversores trifásicos, como é o caso dos inversores selecionados para o caso este estudo. Para realizar esse cálculo é necessário dividir a potência dos módulos (CC) pela potência dos inversores (CA).

Para avaliar o desempenho desse cenário versus o consumo do IFSC-Itajaí, vale antes trazer os valores do consumo Fora Ponta e do consumo ponta corrigidos. Seguindo os critérios da RES 1000/2021 da ANEEL, inicialmente abastecendo o mesmo posto tarifário da geração (horário Fora Ponta) e após, abastecendo os demais postos tarifários com as devidas correções.

Essa correção se faz necessária por conta da tarifa dos postos tarifários serem diferentes, no entanto na fatura de energia, a correção é feita diminuindo as sobras após o abastecimento do horário Fora Ponta, ou seja, dividindo o consumo ponta pelo fator de ajuste.

*Tabela 3 - Análise de Geração Vs. Consumo do cenário 1*

Posto tarifário	Valor (kWh)	Sobra abastecendo Fora Ponta	Sobra abastecendo Ponta
Geração Fora Ponta	267.470 kWh	29.402 kWh	0 kWh
Consumo Fora Ponta	238.068 kWh	0 kWh	0 kWh
Consumo Ponta (corrigido)	126.068 kWh	126.068 kWh	96.666 kWh

Fonte: Elaborado pela Autora, 2023.

Como explicado anteriormente, existe a necessidade de retirar o fator de ajuste para saber o quanto de energia o IFSC-Itajaí ainda irá pagar em sua fatura mesmo com a implantação deste cenário.

$$Sobra na Fatura = \frac{Sobra consumo Ponta}{Fator de ajuste}$$

$$Sobra na Fatura = \frac{96.666kWh}{3,86} = 25.043kWh$$

Nota-se que nem todo o consumo é abastecido, logo, analisando o consumo apenas, neste cenário o IFSC-Itajaí seguirá pagando energia elétrica ao longo do ano, convertendo esse consumo em reais com a tarifa mantendo-se em R\$1,848420, o custo anual será de R\$46.289,98.

Embora a geração atual não seja suficiente para atender plenamente o consumo de energia do IFSC e mesmo a potência instalada do inversor está adequada à demanda de carga contratada de 120 kW, será necessário contratar uma demanda de geração de 127 kW.

Trazendo esse custo anual com demanda, será possível analisar com mais clareza o impacto desse cenário perante os demais.

Tabela 4 - Levantamento de gastos fixos do cenário 1

	Valor (kWh/kW)	Custo por unidade	Custo anual
Gasto com consumo	25.043 kWh	R\$1,85/kWh	R\$46.289,98
Demanda de carga	120 kW	R\$ 19,63/kW	R\$28.267,20
Demanda de geração	127 kW	R\$3,86/kW	R\$5.882,64
<b>TOTAL</b>			<b>R\$80.439,82</b>

Fonte: Elaborado pela Autora, 2023.

É fundamental destacar que, para alcançar a autossuficiência energética e suprir o consumo em ambos os horários, será necessário considerar a implementação de um sistema de geração fotovoltaica com potência e capacidade adequadas. Esse investimento permitirá que o IFSC reduza sua dependência da rede elétrica convencional, aproveite os benefícios da energia renovável e reduza seus custos com eletricidade.

### 3.1.1.2 Cenário 2: Minigeração Fotovoltaica

Neste cenário, foi realizado um aumento da potência instalada a fim de verificar como esse aumento parcial da demanda irá auxiliar na economia do IFSC-Itajaí. A ideia principal deste cenário é verificar se esse aumento do custo com demanda se justifica como favorável.

Como pontuado em um dos itens anteriores, conforme as mudanças trazidas pela lei 14.300/2022, esse aumento de demanda que supostamente será realizado é devido ao montante de potência instalada de minigeração, ou seja, e terá um custo inferior ao da demanda de consumo já paga.

Para este cenário, foram escolhidos os seguintes componentes:

- 480 módulos da *Longi* de 550Wp (LR5-72HPH-550M)
- inversores da *SolarEdge* de 95,3 kW (SE100K)
- 1 inversor de 31,7 (SE33.3K)
- 244 otimizadores de potência 1.200 Wp (S1200)

*Figura 12 - Cenário 2 do estudo*



*Fonte: Elaborado pela Autora no SolarEdge Designer, 2023*

Com esses componentes devidamente instalados nas áreas de telhado “A”, “C”, “D”, “G” e “H”, como mostra a Figura 12 abaixo, foi simulado a energia gerada pelo sistema.

- Potência instalada em inversores (CA): 203,25 kW
- Potência instalada de módulos (CC): 264 kWp
- Geração de energia anual: 345.810 kWh

Utilizando como base os conceitos explicados no tópico anterior, foi feita a mesma análise de como a geração anual de 345.810 kWh irá abater o consumo ponta e Fora Ponta, como mostra a Tabela 5 - Análise de Geração Vs. Consumo do cenário.

*Tabela 5 - Análise de Geração Vs. Consumo do cenário 2*

*Tabela 5 - Análise de Geração Vs. Consumo do cenário 2*

Posto tarifário	Valor (kWh)	Sobra abastecendo Fora Ponta	Sobra abastecendo Ponta
Geração Fora Ponta	345.810 kWh	107.742 kWh	0 kWh
Consumo Fora Ponta	238.068 kWh	0 kWh	0 kWh
Consumo Ponta (corrigido)	126.068 kWh	126.068 kWh	18.326 kWh

*Fonte: O autor (2024)*

Como explicado anteriormente, existe a necessidade de retirar o fator de ajuste para saber o quanto de energia o IFSC-Itajaí ainda irá pagar em sua fatura mesmo com a implantação deste cenário.

$$\text{Sobra na Fatura} = \frac{\text{Sobra consumo Ponta}}{3,86}$$

$$\text{Sobra na Fatura} = \frac{18.326kWh}{3,86} = 4.748kWh$$

Nota-se que nem todo consumo é abastecido, logo, analisando o consumo apenas neste cenário, o IFSC seguirá pagando energia elétrica ao longo do ano, porém o custo será menor do que no cenário anterior. Convertendo esse consumo em reais com a tarifa mantendo-se em R\$1,848420, o custo será de R\$8.776,30.

Convergindo um pouco do cenário anterior, além do custo de consumo, terá um aumento na demanda a ser paga, afinal, além da demanda de 120 kW de carga, será necessário pagar 204 kW de demanda de geração. Para mostrar o impacto desse cenário no custo anual, está a Tabela 6 abaixo.

*Tabela 6 - Levantamento de gastos do cenário 2*

	Valor (kWh/kW)	Custo por unidade	Custo anual
Gasto com consumo	4.748 kWh	R\$1,85/kWh	R\$8.776,30
Demanda de carga	120 kW	R\$ 19,63/kW	R\$28.267,20
Demanda de geração	204 kW	R\$3,86/kW	R\$9.449,28
<b>TOTAL</b>			<b>R\$46.492,78</b>

*Fonte: Elaborado pela Autora, 2023.*

Esses resultados evidenciam a viabilidade e o potencial de implementação de uma minigeração distribuída no IFSC-Itajaí, como uma solução para suprir parte do consumo de energia e promover a eficiência energética. Através desse cenário, é possível reduzir a dependência da rede elétrica convencional, utilizar recursos renováveis e contribuir para a sustentabilidade ambiental.

### **3.1.1.3 Cenário 3: Minigeração Fotovoltaica**

Neste cenário, foi pensado para utilizar toda área de telhado disponível. desta forma foi limitada a potência a ser instalada no local. O cenário aborda novamente um aumento de demanda contratada, que por sua vez será tratada como demanda de consumo, e o custo dela será inferior ao custo com a demanda de consumo existente.

Para este cenário, foram escolhidos os seguintes componentes:

- 624 módulos da Longi de 550 Wp (LR5-72HPH-550M)
- inversores da SolarEdge de 75 kW (SE75K)
- inversores da SolarEdge de 31,7 kW (SE33.3K)
- 322 otimizadores de potência 1.200 W (S1200)

Com esses componentes devidamente instalados nas áreas de telhado “A”, “C”, “D”, “E”, “F”, “G”, “H” e “I”, como mostra a Figura 13 abaixo, foi simulado a energia gerada pelo sistema.

*Figura 13 - Cenário 3 do estudo*



*Fonte: Elaborado pela Autora no SolarEdge Designer, 2023*

- Potência instalada em inversores (CA): 282,85 kW
- Potência instalada de módulos (CC): 343,20 kWp
- Geração de energia anual: 422.400 kWh

Assim como nos tópicos anteriores, será analisada como essa geração anual impacta no consumo de energia elétrica do IFSC.

*Tabela 7 - Análise de Geração Vs. Consumo do cenário 3*

<b>Posto tarifário</b>	<b>Valor (kWh)</b>	<b>Sobra abastecendo Fora Ponta</b>	<b>Sobra abastecendo Ponta</b>	<b>Crédito acumulado (kWh)</b>
Geração Fora Ponta	422.400 kWh	184.322 kWh	0 kWh	58.264 kWh
Consumo Fora Ponta	238.068 kWh	0 kWh	0 kWh	-
Consumo Ponta (corrigido)	126.068 kWh	126.068 kWh	0 kWh	-

Fonte: Elaborado pela Autora, 2023.

Uma novidade deste cenário é que sobram créditos para um possível aumento de consumo anual, dessa forma o custo com energia elétrica anual será igual a R\$0, fazendo com que os gastos sejam apenas com a demanda de carga e de geração.

*Tabela 8 - Levantamento de gastos do cenário 3*

	<b>Valor (kWh/kW)</b>	<b>Custo por unidade</b>	<b>Custo anual</b>
Gasto com consumo	0 kWh	R\$1,85/kWh	R\$0
Demanda de carga	120 kW	R\$ 19,63/kW	R\$28.267,20
Demanda de geração	283 kW	R\$3,86/kW	R\$13.108,56
<b>TOTAL</b>			<b>R\$ 41.375,76</b>

Fonte: Elaborado pela Autora, 2023.

Inicialmente, como demonstrado na tabela acima, este se faz, inicialmente o cenário mais atrativo do estudo, pois o custo anual, mesmo pagando duas demandas anualmente é inferior aos cenários anteriores. Mas para uma análise mais detalhada do custo de implantação, serão abordadas as análises financeiras referentes à implantação da minigeração distribuída no IFSC-Itajaí. Após avaliar os aspectos técnicos e energéticos do sistema proposto, é fundamental analisar a viabilidade econômica do projeto.

Serão considerados diversos aspectos, como o investimento inicial, os custos de operação e manutenção, a estimativa de retorno financeiro e os impactos nos gastos com energia elétrica ao longo do tempo. Essa análise financeira permitirá avaliar a atratividade econômica do sistema de minigeração distribuída, bem como fornecer *insights* valiosos para a tomada de decisão.

Será apresentada no capítulo a seguir uma análise detalhada dos indicadores financeiros e dos fluxos de caixa projetados, buscando embasar a viabilidade econômica do projeto e demonstrar os benefícios financeiros que podem ser alcançados com a implantação da minigeração distribuída no IFSC-Itajaí.

## 4 ANÁLISE DE VIABILIDADE ECONÔMICA E FINANCEIRA

As análises financeiras desempenham um papel fundamental na avaliação de viabilidade e no planejamento estratégico de projetos, incluindo aqueles relacionados à implantação de sistemas de minigeração distribuída. Essas análises permitem uma avaliação criteriosa dos aspectos econômicos e financeiros envolvidos, proporcionando uma visão clara dos custos, benefícios e retorno sobre o investimento.

No contexto da geração de energia elétrica, as análises financeiras são essenciais para determinar a rentabilidade do projeto, a viabilidade econômica e a tomada de decisões informadas. Essas análises incluem uma variedade de métricas e indicadores financeiros que fornecem *insights* valiosos sobre a eficiência do investimento, os fluxos de caixa esperados, o período de retorno e a taxa de retorno interna.

Para embasar essas análises, são utilizadas diversas ferramentas e técnicas financeiras, como o cálculo do Valor Presente Líquido (VPL), a Taxa Interna de Retorno (TIR), o *Payback Period*, a Análise de Sensibilidade, entre outras. Essas ferramentas permitem uma análise detalhada dos fluxos de caixa projetados ao longo do tempo, levando em consideração os custos e benefícios associados ao sistema de minigeração distribuída.

Neste trabalho, será utilizado o método do *Payback Period* para analisar a viabilidade de três cenários distintos, permitindo identificar qual deles proporcionará o retorno do investimento em menor tempo. Primeiramente, será realizado um levantamento detalhado dos custos de instalação de cada equipamento. Em seguida, será avaliado em quantos anos esses custos serão recuperados, proporcionando uma visão clara e objetiva do tempo necessário para que cada investimento se torne lucrativo.

Ao final deste estudo, espera-se que os resultados obtidos contribuam para uma compreensão aprofundada das implicações financeiras dos diferentes cenários de minigeração distribuída. A aplicação do método do *Payback Period* fornecerá uma base sólida para decisões estratégicas, auxiliando na escolha da opção mais vantajosa em termos de retorno sobre o investimento.

## 4.1 Levantamento de custos

Independente dos cenários considerados, está planejada a construção de um pequeno abrigo próximo à subestação de entrada do IFSC-Itajaí para abrigar os inversores. Essa disposição permitirá que toda a energia gerada seja transportada em corrente contínua (CC) pelo telhado, e os cabos descerão em um único ponto e conduzidos de forma subterrânea até o abrigo.

Com esses aspectos de localização definidos, é necessário agora determinar os cabos a serem utilizados em cada uma das etapas. Para essa seleção, foi realizado uma análise dos *datasheets* de cada um dos inversores mencionados no capítulo anterior, levando em consideração as especificações e recomendações do fabricante de acordo com a corrente nominal dos equipamentos.

Não será considerada queda de tensão nos cabos CA devido ao método de instalação escolhido. Com a construção do abrigo de inversores os cabos serão utilizados em seu interior, a proteção dos inversores será em um quadro geral (QG) interno a esse mesmo abrigo.

*Tabela 9 - Levantamento dos componentes de acordo com os inversores*

Inversor	Corrente Nominal	Disjuntor	Seção do cabo
33.3kW	48,25 A	63 A	16 (16) mm <sup>2</sup>
75 kW	120 A	150 A	70 (35) mm <sup>2</sup>
100 kW	145 A	200 A	95 (50) mm <sup>2</sup>

Fonte: Elaborado pela Autora, 2023.

Na seleção do disjuntor e do cabo adequados, foi adotado o fator de 1,25 como fator de proteção. Esse fator representa uma proteção para uma sobrecorrente 25% maior do que a corrente nominal esperada. Essa margem de segurança é importante para garantir a proteção eficiente do sistema e lidar com possíveis variações e picos de corrente.

A aplicação desse fator de segurança assegura que o disjuntor e o cabo selecionados sejam capazes de suportar correntes momentâneas mais elevadas, evitando o desarme indevido do disjuntor e possíveis danos aos componentes. Dessa forma, garante-se um funcionamento confiável e seguro do sistema de geração fotovoltaica.

A seguir, é de suma importância conduzir um levantamento minucioso dos custos associados à aquisição de todos os componentes necessários. Para obter esses dados, realizamos consultas junto ao distribuidor Dynamis Importadora para cada um dos cenários em questão. Para esse fim, elaboramos três orçamentos distintos, abrangendo os custos dos componentes fotovoltaicos e dos cabos CC necessários para cada cenário.

Será elaborado um orçamento individualizado para os custos relacionados aos cabos de corrente alternada (CA) em cada um dos cenários, com o objetivo de detalhar os gastos com os componentes necessários para a implantação. Estes valores desempenham um papel crucial no cálculo global dos custos do projeto de minigeração distribuída, levando em consideração as diversas situações e as quantidades correspondentes de componentes necessários. Esta análise financeira possibilitará uma avaliação precisa dos investimentos necessários e dos potenciais economias proporcionadas pelo sistema fotovoltaico.

Com base nos valores já apresentados, é importante considerar o custo da instalação do sistema fotovoltaico. Nesse sentido, foi estabelecido o valor de R\$120,00 por módulo, levando em conta a média cobrada por instaladores na região. Esse custo é relevante para o cálculo do investimento total necessário para a implementação do projeto de minigeração distribuída.

Ao considerar tanto os custos dos componentes como os custos de instalação, será possível realizar uma análise financeira abrangente, contemplando os diferentes cenários de geração fotovoltaica. Essa análise permitirá avaliar o retorno do investimento, os custos de operação e manutenção, bem como as possíveis economias geradas ao longo do tempo.

Dos valores necessários para que cada um dos cenários é necessário incluir os custos dos componentes CA: disjuntores e cabos e os custos com engenharia para homologação do projeto junto à concessionária, além do custo de um transformador capaz de elevar a tensão gerada de 380V para 13,8kV e assim permitir que a energia gerada seja injetada na rede da concessionária.

Esses elementos são fundamentais para garantir a segurança e a conformidade do sistema fotovoltaico com as normas e regulamentações vigentes. Além dos custos diretos dos componentes, também é importante considerar os custos indiretos, como a contratação de profissionais

especializados para realizar o projeto e a documentação necessária para obter a autorização junto à concessionária.

Dos custos com projetos, será utilizado como base o valor de R\$5.000,00 visto que o projeto se limita a minigeração apenas, a cabine de energia do local já está finalizada e em pleno funcionamento. Em caso da concessionária acusar inversão de fluxo de potência na instalação de uma minigeração no local, e a tensão de atendimento for diferente da atual de 13,8kV, deverão ser incluídos mais itens a esse estudo.

Além desses custos, será incluído o valor de R\$30.000,00 para a elaboração de um novo estudo de proteção e seletividade e parametrização do relé de proteção. Essa parametrização será realizada por um prestador de serviço especialista no trabalho e o mesmo deverá acompanhar os testes no dia da vistoria da Celesc.

Quanto aos custos com os componentes CA será preciso analisar separadamente o custo global em cada um dos cenários, portanto, nessa primeira etapa será demonstrada apenas o custo dos componentes individualmente.

*Tabela 10 - Custos dos equipamentos CA*

Equipamento	Valor
Cabo CC 6mm	R\$ 8,33
Cabo CA 16mm	R\$ 22,80
Cabo CA 35mm	R\$ 31,70
Cabo CA 50mm	R\$ 67,29
Cabo CA 70mm	R\$ 61,77
Cabo CA 95mm	R\$ 52,35
Cabo CA 150mm	R\$ 94,90
Cabo CA 120mm	R\$ 108,40
Disjuntor 63 A	R\$ 25,25
Disjuntor 150 A	R\$ 337,67
Disjuntor 200 A	R\$ 207,25
Disjuntor 250A	R\$ 292,15
Disjuntor 500 A	R\$1.194,85
Disjuntor 700 A	R\$ 1.477,78
DPS 45kA	R\$ 31,77
QG para proteção 600x800mm	R\$ 12.300,00
Relé de proteção PEXTRON 6000	R\$12.187,50

*Fonte: Elaborado pelo autor, 2023.*

Com base nos custos levantados e considerando as especificidades de cada um dos cenários, torna-se necessário realizar uma análise detalhada para determinar qual dos cenários apresenta maior atratividade do ponto de vista financeiro.

#### **4.1.1 Custos para o cenário 1**

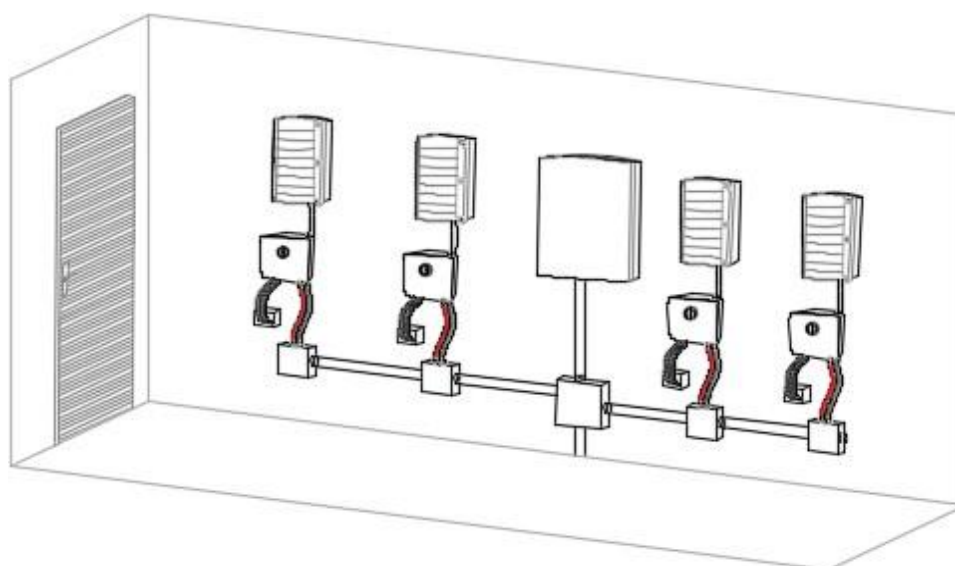
Antes de avançarmos para a apresentação dos custos, é fundamental relembrar os componentes que serão utilizados neste cenário específico. Esse cenário foi projetado com o objetivo de atender de forma próxima à demanda contratada atual do IFSC-Itajaí, que é de 120 kW.

Por se tratar de uma potência inferior à do transformador já instalado de 500kVA, a ideia conectar o sistema no transformador existente onde as tensões primárias e secundárias atendem aos requisitos do projeto. A conexão do disjuntor geral do sistema de minigeração fará parte do circuito já existente de proteção do transformador.

A montagem do abrigo dos inversores deste cenário foi cuidadosamente planejada para otimizar o posicionamento dos equipamentos. A Figura 14 desenvolvida no software *AutoCAD* apresenta a disposição dos inversores no abrigo, bem como a alocação estratégica do quadro geral para facilitar o cálculo dos cabos necessários.

Essa análise detalhada permite determinar com precisão os comprimentos dos cabos CA que conectarão os inversores ao quadro geral e, posteriormente, ao transformador da minigeração. A disposição estruturada dos componentes no abrigo garante maior eficiência e redução de perdas elétricas, tornando o sistema fotovoltaico mais eficiente e confiável para atender à demanda do IFSC-Itajaí.

Figura 14 - Abrigo de inversores do cenário 1



Fonte: Elaborado pela Autora, 2023

Tabela 11 - Custos dos equipamentos CC do cenário 1

Equipamento	Unidade	Valor
Modulo fotovoltaico 550Wp Longi	380	
Inversor SolarEdge 33,3kW	4	
Otimizador SolarEdge S1200	191	
Estrutura Solar Fibro-metal 2P	95	
Trilho 2,4m - 2P	95	
Antena para wifi	4	
Cabo fotovoltaico 6mm (1,8kV) 500m preto	3	
Cabo fotovoltaico 6mm (1,8kV) 500m vermelho	3	
Par de conectores fotovoltaico - Longi	32	
Frete	1	
<b>TOTAL</b>		<b>R\$ 444.627,00</b>

Fonte: Elaborado pelo autor, 2023

Tabela 12 - Custos dos equipamentos do cenário 1

Qtd.	Equipamento	Custo unitário	Custo total
4	Disjuntor 63A	R\$ 25,25	R\$101,00
1	Disjuntor 250A	R\$ 292,15	R\$ 292,15
4	DPS 45kA	R\$ 31,77	R\$ 127,08
200m	Cabo CA 16mm	R\$ 22,80	R\$ 456,00
10m	Cabo CA 120mm	R\$ 108,40	R\$ 1.084,00
10m	Cabo CA 70mm	R\$ 61,77	R\$ 617,70
1	Quadro Geral	R\$ 12.300,00	R\$12.300,00
1	Instalação do abrigo	R\$ 80.000,00	R\$ 100.000,00
1	Relé PEXTRON 6000	R\$12.187,60	R\$12.187,60
1	Projeto para homologação	R\$ 5.000,00	R\$5.000,00
1	Estudo de Proteção e Parametrização do Relé	R\$30.000,00	R\$30.000,00
344	Instalação (custo por módulo)	R\$120,00	R\$41.280,00
<b>TOTAL</b>			<b>R\$ 203.445,53</b>

Fonte: Elaborado pelo autor, 2023.

Com os custos já levantados, torna-se imprescindível realizar uma análise financeira abrangente para avaliar o impacto econômico da implantação desse cenário no IFSC-Itajaí. Para isso, é necessário calcular a economia gerada ao longo dos próximos 30 anos, levando em consideração um ajuste anual de 2% no valor da energia elétrica, conforme a tendência observada.

*Tabela 13 - Levantamento do Payback do Cenário 1*

<b>Ano</b>	<b>Custo</b>	<b>Geração anual</b>	<b>Economia Anual</b>	<b>Valor acumulado</b>
Ano 1	R\$ 0,51	267.470 kWh	R\$ 136.088,74	R\$ 136.088,74
Ano 2	R\$ 0,52	262.121 kWh	R\$ 136.034,30	R\$ 272.123,04
Ano 3	R\$ 0,53	260.679 kWh	R\$ 137.991,83	R\$ 410.114,87
Ano 4	R\$ 0,54	259.245 kWh	R\$ 139.977,54	R\$ 550.092,41
Ano 5	R\$ 0,55	257.819 kWh	R\$ 141.991,81	R\$ 692.084,22
Ano 6	R\$ 0,56	256.401 kWh	R\$ 144.035,08	R\$ 836.119,30
Ano 7	R\$ 0,57	254.991 kWh	R\$ 146.107,74	R\$ 982.227,04
Ano 8	R\$ 0,58	253.589 kWh	R\$ 148.210,23	R\$ 1.130.437,27
Ano 9	R\$ 0,60	252.194 kWh	R\$ 150.342,98	R\$ 1.280.780,24
Ano 10	R\$ 0,61	250.807 kWh	R\$ 152.506,41	R\$ 1.433.286,65
Ano 11	R\$ 0,62	249.427 kWh	R\$ 154.700,98	R\$ 1.587.987,63
Ano 12	R\$ 0,63	248.056 kWh	R\$ 156.927,13	R\$ 1.744.914,76
Ano 13	R\$ 0,65	246.691 kWh	R\$ 159.185,31	R\$ 1.904.100,07
Ano 14	R\$ 0,66	245.334 kWh	R\$ 161.475,98	R\$ 2.065.576,05
Ano 15	R\$ 0,67	243.985 kWh	R\$ 163.799,62	R\$ 2.229.375,67
Ano 16	R\$ 0,68	242.643 kWh	R\$ 166.156,70	R\$ 2.395.532,37
Ano 17	R\$ 0,70	241.309 kWh	R\$ 168.547,69	R\$ 2.564.080,07
Ano 18	R\$ 0,71	239.981 kWh	R\$ 170.973,10	R\$ 2.735.053,16
Ano 19	R\$ 0,73	238.662 kWh	R\$ 173.433,40	R\$ 2.908.486,56
Ano 20	R\$ 0,74	237.349 kWh	R\$ 175.929,11	R\$ 3.084.415,67
Ano 21	R\$ 0,76	236.044 kWh	R\$ 178.460,73	R\$ 3.262.876,39
Ano 22	R\$ 0,77	234.745 kWh	R\$ 181.028,77	R\$ 3.443.905,17
Ano 23	R\$ 0,79	233.454 kWh	R\$ 183.633,78	R\$ 3.627.538,94
Ano 24	R\$ 0,80	232.170 kWh	R\$ 186.276,27	R\$ 3.813.815,21
Ano 25	R\$ 0,82	230.893 kWh	R\$ 188.956,78	R\$ 4.002.772,00

*Fonte: Elaborado pelo autor, 2023*

A próxima etapa é avaliar em quanto tempo o custo com a implantação desse cenário, juntando os valores demonstrados nas tabelas 11 e 12, tem-se que o custo para a implantação é de R\$ 482.972,53. Esse valor, de acordo com a análise do valor acumulado do retorno acontece entre o 3º e o 4º ano, ou seja, o *Payback* é atingido no quarto ano, e a partir desse marco o investimento começa a ser lucrativo para o IFSC-Itajaí.

*Tabela 14 – Demonstrativo do Payback do Cenário 1*

<b>Ano</b>	<b>Custo</b>	<b>Geração anual</b>	<b>Economia Anual</b>	<b>Valor acumulado</b>
Ano 1	R\$ 0,51	267.470 kWh	R\$ 136.088,74	R\$ 136.088,74
Ano 2	R\$ 0,52	262.121 kWh	R\$ 136.034,30	R\$ 272.123,04
Ano 3	R\$ 0,53	260.679 kWh	R\$ 137.991,83	R\$ 410.114,87
<b>Ano 4</b>	<b>R\$ 0,54</b>	<b>259.245 kWh</b>	<b>R\$ 139.977,54</b>	<b>R\$ 550.092,41</b>
Ano 5	R\$ 0,55	257.819 kWh	R\$ 141.991,81	R\$ 692.084,22
Ano 6	R\$ 0,56	256.401 kWh	R\$ 144.035,08	R\$ 836.119,30
Ano 7	R\$ 0,57	254.991 kWh	R\$ 146.107,74	R\$ 982.227,04
Ano 8	R\$ 0,58	253.589 kWh	R\$ 148.210,23	R\$ 1.130.437,27
Ano 9	R\$ 0,60	252.194 kWh	R\$ 150.342,98	R\$ 1.280.780,24
Ano 10	R\$ 0,61	250.807 kWh	R\$ 152.506,41	R\$ 1.433.286,65
Ano 11	R\$ 0,62	249.427 kWh	R\$ 154.700,98	R\$ 1.587.987,63
Ano 12	R\$ 0,63	248.056 kWh	R\$ 156.927,13	R\$ 1.744.914,76
Ano 13	R\$ 0,65	246.691 kWh	R\$ 159.185,31	R\$ 1.904.100,07
Ano 14	R\$ 0,66	245.334 kWh	R\$ 161.475,98	R\$ 2.065.576,05
Ano 15	R\$ 0,67	243.985 kWh	R\$ 163.799,62	R\$ 2.229.375,67
Ano 16	R\$ 0,68	242.643 kWh	R\$ 166.156,70	R\$ 2.395.532,37
Ano 17	R\$ 0,70	241.309 kWh	R\$ 168.547,69	R\$ 2.564.080,07
Ano 18	R\$ 0,71	239.981 kWh	R\$ 170.973,10	R\$ 2.735.053,16
Ano 19	R\$ 0,73	238.662 kWh	R\$ 173.433,40	R\$ 2.908.486,56
Ano 20	R\$ 0,74	237.349 kWh	R\$ 175.929,11	R\$ 3.084.415,67
Ano 21	R\$ 0,76	236.044 kWh	R\$ 178.460,73	R\$ 3.262.876,39
Ano 22	R\$ 0,77	234.745 kWh	R\$ 181.028,77	R\$ 3.443.905,17
Ano 23	R\$ 0,79	233.454 kWh	R\$ 183.633,78	R\$ 3.627.538,94
Ano 24	R\$ 0,80	232.170 kWh	R\$ 186.276,27	R\$ 3.813.815,21
Ano 25	R\$ 0,82	230.893 kWh	R\$ 188.956,78	R\$ 4.002.772,00

*Fonte: Elaborado pelo autor, 2023*

#### **4.1.2 Custos para o cenário 2**

Assim como foram detalhados os custos relacionados à implementação da geração fotovoltaica no cenário anterior, este cenário também será abordado da mesma forma. Serão apresentados os custos referentes à aquisição dos componentes necessários, bem como os gastos relacionados à instalação e à construção da estrutura para abrigar os inversores, como mostra a Tabela 15 a seguir.

*Tabela 15 - Custos dos equipamentos CC do cenário 2*

Equipamento	Unidade	Valor
Modulo fotovoltaico 550Wp <i>Longi</i>	480	
Inversor <i>SolarEdge</i> 33,3kW	1	
Inversor <i>SolarEdge</i> 100kW	2	
Otimizador <i>SolarEdge</i> S1200	243	
Estrutura Solar Fibro-metal 2P	120	
Trilho 2,4m - 2P	120	
Antena para <i>wifi</i>	3	
Adaptador de antena <i>wifi</i>	2	
Cabo fotovoltaico 6mm (1,8kV) 1000m preto	2 bobinas	
Cabo fotovoltaico 6mm (1,8kV) 200m preto	1 bobina	
Cabo fotovoltaico 6mm (1,8kV) 1000m vermelho	2 bobinas	
Cabo fotovoltaico 6mm (1,8kV) 200m vermelho	1 bobina	
Par de conectores fotovoltaico - <i>Longi</i>	56	
Frete	1	
		R\$570.228,51

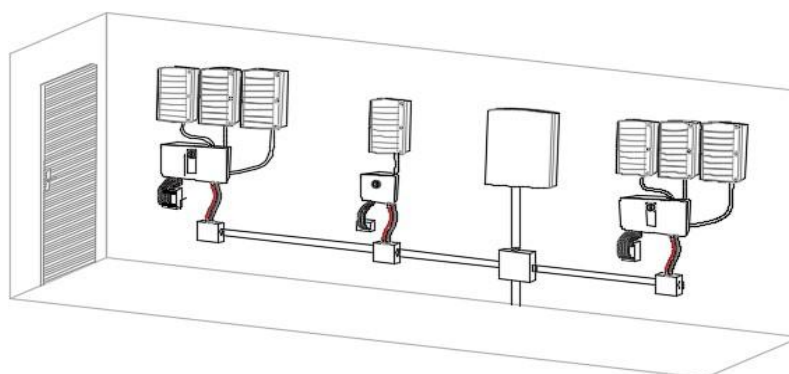
*Fonte: Elaborado pelo autor, 2023*

*Tabela 16 - Custos equipamentos do cenário 2*

Qtd.	Equipamento	Custo unitário	Custo total
1	Disjuntor 63A	R\$ 25,25	R\$25,25
2	Disjuntor 200A	R\$ 207,25	R\$ 414,50
1	Disjuntor 500A	R\$ 1.194,85	R\$ 1.194,85
4	DPS 45 kA	R\$ 31,77	R\$ 127,08
200m	Cabo CA 16mm	R\$ 22,80	R\$ 6.354,00
10m	Cabo CA 50mm	R\$ 67,29	R\$ 672,90
10m	Cabo CA 95mm	R\$ 52,35	R\$ 523,50
1	Quadro Geral	R\$ 12.300,00	R\$ 12.300,00
1	Instalação do abrigo	R\$ 300.000,00	R\$ 100.000,00
1	Projeto para homologação	R\$ 5.000,00	R\$5.000,00
1	Estudo de Proteção e Parametrização do Relé	R\$30.000,00	R\$30.000,00
480	Instalação (custo por módulo)	R\$120,00	R\$ 57.600,00
1	Relé PEXTRON 6000	R\$ 12.187,60	R\$ 12.187,60
<b>TOTAL</b>			<b>R\$ 226.399,68</b>

*Fonte: Elaborado pelo autor, 2023*

*Figura 15 - Abrigo do cenário 2*



*Fonte: Elaborado pela Autora, 2023*

Assim como no cenário anterior foi avaliado a economia gerada anualmente com a implantação desse cenário, utilizando o mesmo reajuste de 2% ao ano, como mostra a Tabela 17 abaixo.

*Tabela 17 - Levantamento do Payback do cenário 2*

<b>Ano</b>	<b>Custo</b>	<b>Geração anual</b>	<b>Economia Anual</b>	<b>Valor acumulado</b>
Ano 1	R\$ 0,51	345.810 kWh	R\$ 175.948,13	R\$ 175.948,13
Ano 2	R\$ 0,52	338.894 kWh	R\$ 175.877,75	R\$ 351.825,88
Ano 3	R\$ 0,53	337.030 kWh	R\$ 178.408,63	R\$ 530.234,51
Ano 4	R\$ 0,54	335.176 kWh	R\$ 180.975,93	R\$ 711.210,44
Ano 5	R\$ 0,55	333.333 kWh	R\$ 183.580,17	R\$ 894.790,61
Ano 6	R\$ 0,56	331.499 kWh	R\$ 186.221,89	R\$ 1.081.012,50
Ano 7	R\$ 0,57	329.676 kWh	R\$ 188.901,63	R\$ 1.269.914,13
Ano 8	R\$ 0,58	327.863 kWh	R\$ 191.619,92	R\$ 1.461.534,05
Ano 9	R\$ 0,60	326.060 kWh	R\$ 194.377,33	R\$ 1.655.911,38
Ano 10	R\$ 0,61	324.266 kWh	R\$ 197.174,42	R\$ 1.853.085,80
Ano 11	R\$ 0,62	322.483 kWh	R\$ 200.011,76	R\$ 2.053.097,56
Ano 12	R\$ 0,63	320.709 kWh	R\$ 202.889,93	R\$ 2.255.987,48
Ano 13	R\$ 0,65	318.945 kWh	R\$ 205.809,52	R\$ 2.461.797,00
Ano 14	R\$ 0,66	317.191 kWh	R\$ 208.771,11	R\$ 2.670.568,11
Ano 15	R\$ 0,67	315.447 kWh	R\$ 211.775,33	R\$ 2.882.343,44
Ano 16	R\$ 0,68	313.712 kWh	R\$ 214.822,78	R\$ 3.097.166,22
Ano 17	R\$ 0,70	311.986 kWh	R\$ 217.914,08	R\$ 3.315.080,30
Ano 18	R\$ 0,71	310.270 kWh	R\$ 221.049,86	R\$ 3.536.130,16
Ano 19	R\$ 0,73	308.564 kWh	R\$ 224.230,77	R\$ 3.760.360,93
Ano 20	R\$ 0,74	306.867 kWh	R\$ 227.457,45	R\$ 3.987.818,38
Ano 21	R\$ 0,76	305.179 kWh	R\$ 230.730,56	R\$ 4.218.548,94
Ano 22	R\$ 0,77	303.500 kWh	R\$ 234.050,77	R\$ 4.452.599,71
Ano 23	R\$ 0,79	301.831 kWh	R\$ 237.418,77	R\$ 4.690.018,48
Ano 24	R\$ 0,80	300.171 kWh	R\$ 240.835,22	R\$ 4.930.853,70
Ano 25	R\$ 0,82	298.520 kWh	R\$ 244.300,84	R\$ 5.175.154,54

*Fonte: O autor (2024)*

Levantando os custos demonstrados nas tabelas 16 e 17 acima, tem-se o investimento necessário de R\$796.568,19 para a implantação desse cenário no IFSC-Itajaí. Avaliando então, a Tabela 17 é possível verificar que esse valor é atingido entre o 4º e o 5º ano, logo o Payback desse investimento acontece no 5º ano, como mostra a Tabela 18.

Tabela 18 - Análise de Payback do Cenário 2

Ano	Custo	Geração anual	Economia Anual	Valor acumulado
Ano 1	R\$ 0,51	345.810 kWh	R\$ 175.948,13	R\$ 175.948,13
Ano 2	R\$ 0,52	338.894 kWh	R\$ 175.877,75	R\$ 351.825,88
Ano 3	R\$ 0,53	337.030 kWh	R\$ 178.408,63	R\$ 530.234,51
Ano 4	R\$ 0,54	335.176 kWh	R\$ 180.975,93	R\$ 711.210,44
Ano 5	R\$ 0,55	333.333 kWh	R\$ 183.580,17	R\$ 894.790,61
Ano 6	R\$ 0,56	331.499 kWh	R\$ 186.221,89	R\$ 1.081.012,50
Ano 7	R\$ 0,57	329.676 kWh	R\$ 188.901,63	R\$ 1.269.914,13
Ano 8	R\$ 0,58	327.863 kWh	R\$ 191.619,92	R\$ 1.461.534,05
Ano 9	R\$ 0,60	326.060 kWh	R\$ 194.377,33	R\$ 1.655.911,38
Ano 10	R\$ 0,61	324.266 kWh	R\$ 197.174,42	R\$ 1.853.085,80
Ano 11	R\$ 0,62	322.483 kWh	R\$ 200.011,76	R\$ 2.053.097,56
Ano 12	R\$ 0,63	320.709 kWh	R\$ 202.889,93	R\$ 2.255.987,48
Ano 13	R\$ 0,65	318.945 kWh	R\$ 205.809,52	R\$ 2.461.797,00
Ano 14	R\$ 0,66	317.191 kWh	R\$ 208.771,11	R\$ 2.670.568,11
Ano 15	R\$ 0,67	315.447 kWh	R\$ 211.775,33	R\$ 2.882.343,44
Ano 16	R\$ 0,68	313.712 kWh	R\$ 214.822,78	R\$ 3.097.166,22
Ano 17	R\$ 0,70	311.986 kWh	R\$ 217.914,08	R\$ 3.315.080,30
Ano 18	R\$ 0,71	310.270 kWh	R\$ 221.049,86	R\$ 3.536.130,16
Ano 19	R\$ 0,73	308.564 kWh	R\$ 224.230,77	R\$ 3.760.360,93
Ano 20	R\$ 0,74	306.867 kWh	R\$ 227.457,45	R\$ 3.987.818,38
Ano 21	R\$ 0,76	305.179 kWh	R\$ 230.730,56	R\$ 4.218.548,94
Ano 22	R\$ 0,77	303.500 kWh	R\$ 234.050,77	R\$ 4.452.599,71
Ano 23	R\$ 0,79	301.831 kWh	R\$ 237.418,77	R\$ 4.690.018,48
Ano 24	R\$ 0,80	300.171 kWh	R\$ 240.835,22	R\$ 4.930.853,70
Ano 25	R\$ 0,82	298.520 kWh	R\$ 244.300,84	R\$ 5.175.154,54

Fonte: O autor (2024)

#### 4.1.3 Custos para o cenário 3

Da mesma forma que nos cenários anteriores, nesta etapa serão abordados os custos associados à implementação deste cenário específico. Serão mostrados os detalhes dos custos relativos à aquisição dos equipamentos, bem como os gastos relacionados à instalação do sistema. Para uma compreensão mais clara, esses custos estão resumidos nas Tabela 19 e Tabela 20 abaixo:

*Tabela 19 - Custos dos equipamentos CC do cenário 3*

Equipamento	Unidade	Valor
Modulo fotovoltaico 550Wp Longi	624	
Inversor SolarEdge 100kW	3	
Otimizador SolarEdge S1200	322	
Estrutura Solar Fibro-metal 2P	156	
Trilho 2,4m - 2P	156	
Antena para wifi	3	
Adaptador de antena wifi	3	
Cabo fotovoltaico 6mm (1,8kV) 1000m preto	3	
Cabo fotovoltaico 6mm (1,8kV) 500m preto	1	
Cabo fotovoltaico 6mm (1,8kV) 1000m vermelho	3	
Cabo fotovoltaico 6mm (1,8kV) 500m vermelho	1	
Par de conectores fotovoltaico - Longi	72	
Frete	1	
<b>TOTAL</b>		<b>R\$736.050,97</b>

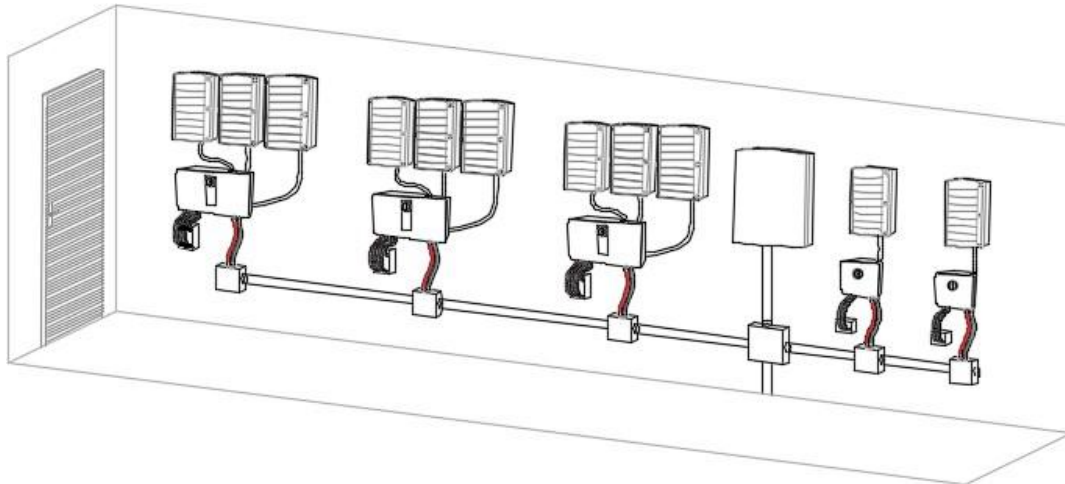
Fonte: Elaborado pelo autor, 2023.

*Tabela 20 - Custos dos equipamentos do cenário 3*

Qtd.	Equipamento	Custo unitário	Custo total
2	Disjuntor 63A	R\$ 25,25	R\$ 50,50
3	Disjuntor 150A	R\$ 207,25	R\$ 414,50
1	Disjuntor 800A	R\$ 1.477,78	R\$ 1.477,78
4	DPS 45 kA	R\$ 31,77	R\$ 127,08
200m	Cabo CA 16mm	R\$ 22,80	R\$ 4.560,00
10m	Cabo CA 35mm	R\$ 67,29	R\$ 672,90
10m	Cabo CA 70mm	R\$ 52,35	R\$ 523,50
1	Quadro Geral	R\$ 1.230,00	R\$ 1.230,00
1	Instalação do abrigo	R\$ 300.000,00	R\$ 100.000,00
1	Transformador 300kVA	R\$ 48.619,15	R\$ 48.619,15
1	Projeto para homologação	R\$ 5.000,00	R\$ 5.000,00
624	Instalação (custo por módulo)	R\$120,00	R\$ 74.880,00
1	Estudo de Proteção e Parametrização do Relé	R\$30.000,00	R\$30.000,00
1	Relé PEXTRON 6000	R\$ 12.187,60	R\$ 12.187,60
	<b>TOTAL</b>		<b>R\$ 279.743,01</b>

Fonte: Elaborado pelo autor, 2023.

Figura 16 – Abrigo de inversores do cenário 3



Fonte: Elaborado pela Autora, 2023

De maneira similar ao cenário anterior, foi analisada a economia anual gerada pela implantação deste cenário, aplicando o mesmo reajuste de 2% ao ano, conforme ilustrado na Tabela 21 a seguir.

*Tabela 21 - Levantamento do Payback do Cenário 3*

<b>Ano</b>	<b>Custo</b>	<b>Geração anual</b>	<b>Economia Anual</b>	<b>Valor acumulado</b>
Ano 1	R\$ 0,51	422.400 kWh	R\$ 214.668,17	R\$ 214.668,17
Ano 2	R\$ 0,52	413.952 kWh	R\$ 214.582,31	R\$ 429.250,48
Ano 3	R\$ 0,53	411.675 kWh	R\$ 217.670,15	R\$ 646.920,63
Ano 4	R\$ 0,54	409.411 kWh	R\$ 220.802,42	R\$ 867.723,05
Ano 5	R\$ 0,55	407.159 kWh	R\$ 223.979,77	R\$ 1.091.702,81
Ano 6	R\$ 0,56	404.920 kWh	R\$ 227.202,84	R\$ 1.318.905,65
Ano 7	R\$ 0,57	402.693 kWh	R\$ 230.472,28	R\$ 1.549.377,93
Ano 8	R\$ 0,58	400.478 kWh	R\$ 233.788,78	R\$ 1.783.166,71
Ano 9	R\$ 0,60	398.275 kWh	R\$ 237.153,00	R\$ 2.020.319,72
Ano 10	R\$ 0,61	396.085 kWh	R\$ 240.565,63	R\$ 2.260.885,35
Ano 11	R\$ 0,62	393.906 kWh	R\$ 244.027,37	R\$ 2.504.912,72
Ano 12	R\$ 0,63	391.740 kWh	R\$ 247.538,93	R\$ 2.752.451,65
Ano 13	R\$ 0,64	389.585 kWh	R\$ 251.101,01	R\$ 3.003.552,66
Ano 14	R\$ 0,66	387.443 kWh	R\$ 254.714,35	R\$ 3.258.267,01
Ano 15	R\$ 0,67	385.312 kWh	R\$ 258.379,69	R\$ 3.516.646,71
Ano 16	R\$ 0,68	383.193 kWh	R\$ 262.097,78	R\$ 3.778.744,49
Ano 17	R\$ 0,70	381.085 kWh	R\$ 265.869,37	R\$ 4.044.613,85
Ano 18	R\$ 0,71	378.989 kWh	R\$ 269.695,23	R\$ 4.314.309,08
Ano 19	R\$ 0,73	376.905 kWh	R\$ 273.576,14	R\$ 4.587.885,22
Ano 20	R\$ 0,74	374.832 kWh	R\$ 277.512,90	R\$ 4.865.398,12
Ano 21	R\$ 0,76	372.770 kWh	R\$ 281.506,31	R\$ 5.146.904,43
Ano 22	R\$ 0,77	370.720 kWh	R\$ 285.557,19	R\$ 5.432.461,61
Ano 23	R\$ 0,79	368.681 kWh	R\$ 289.666,35	R\$ 5.722.127,97
Ano 24	R\$ 0,80	366.653 kWh	R\$ 293.834,65	R\$ 6.015.962,62
Ano 25	R\$ 0,82	364.636 kWh	R\$ 298.062,93	R\$ 6.314.025,56

Fonte: O autor (2024)

De acordo com os custos apresentados nas Tabelas 20 e 21, o investimento necessário para a implementação deste cenário no IFSC-Itajaí é de R\$1.015.793,98. Ao analisar a Tabela 222, verifica-se que esse valor é recuperado entre o 4º e o 5º ano. Portanto, o Payback deste investimento ocorre no 5º ano, conforme demonstrado na Tabela 22.

Tabela 22 - Análise do Payback do Cenário 3

Ano	Custo	Geração anual	Economia Anual	Valor acumulado
Ano 1	R\$ 0,51	422.400 kWh	R\$ 214.668,17	R\$ 214.668,17
Ano 2	R\$ 0,52	413.952 kWh	R\$ 214.582,31	R\$ 429.250,48
Ano 3	R\$ 0,53	411.675 kWh	R\$ 217.670,15	R\$ 646.920,63
Ano 4	R\$ 0,54	409.411 kWh	R\$ 220.802,42	R\$ 867.723,05
Ano 5	R\$ 0,55	407.159 kWh	R\$ 223.979,77	R\$ 1.091.702,81
Ano 6	R\$ 0,56	404.920 kWh	R\$ 227.202,84	R\$ 1.318.905,65
Ano 7	R\$ 0,57	402.693 kWh	R\$ 230.472,28	R\$ 1.549.377,93
Ano 8	R\$ 0,58	400.478 kWh	R\$ 233.788,78	R\$ 1.783.166,71
Ano 9	R\$ 0,60	398.275 kWh	R\$ 237.153,00	R\$ 2.020.319,72
Ano 10	R\$ 0,61	396.085 kWh	R\$ 240.565,63	R\$ 2.260.885,35
Ano 11	R\$ 0,62	393.906 kWh	R\$ 244.027,37	R\$ 2.504.912,72
Ano 12	R\$ 0,63	391.740 kWh	R\$ 247.538,93	R\$ 2.752.451,65
Ano 13	R\$ 0,64	389.585 kWh	R\$ 251.101,01	R\$ 3.003.552,66
Ano 14	R\$ 0,66	387.443 kWh	R\$ 254.714,35	R\$ 3.258.267,01
Ano 15	R\$ 0,67	385.312 kWh	R\$ 258.379,69	R\$ 3.516.646,71
Ano 16	R\$ 0,68	383.193 kWh	R\$ 262.097,78	R\$ 3.778.744,49
Ano 17	R\$ 0,70	381.085 kWh	R\$ 265.869,37	R\$ 4.044.613,85
Ano 18	R\$ 0,71	378.989 kWh	R\$ 269.695,23	R\$ 4.314.309,08
Ano 19	R\$ 0,73	376.905 kWh	R\$ 273.576,14	R\$ 4.587.885,22
Ano 20	R\$ 0,74	374.832 kWh	R\$ 277.512,90	R\$ 4.865.398,12
Ano 21	R\$ 0,76	372.770 kWh	R\$ 281.506,31	R\$ 5.146.904,43
Ano 22	R\$ 0,77	370.720 kWh	R\$ 285.557,19	R\$ 5.432.461,61
Ano 23	R\$ 0,79	368.681 kWh	R\$ 289.666,35	R\$ 5.722.127,97
Ano 24	R\$ 0,80	366.653 kWh	R\$ 293.834,65	R\$ 6.015.962,62
Ano 25	R\$ 0,82	364.636 kWh	R\$ 298.062,93	R\$ 6.314.025,56

Fonte: O autor (2024)

## 5 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Neste trabalho, foram abordados detalhadamente todos os cálculos e custos associados à instalação de uma usina de minigeração no IFSC-Itajaí. Além de examinar os custos de cada projeto individualmente, também foi analisado o período de retorno do investimento para cada cenário considerado.

Foi notável que, apesar das diferenças nas proporções entre geração e consumo, os tempos de retorno para cada um dos cenários apresentaram semelhanças. Além disso, foi realizado uma avaliação dos custos anuais que permanecerão inalterados, mesmo após a incorporação de uma fonte de energia renovável no IFSC-Itajaí.

Vale ressaltar que a energia solar fotovoltaica, quando gerada, é primeiramente utilizada para suprir o consumo local. Somente quando a geração excede o consumo é que o excedente é injetado na rede de distribuição da CELESC. Essa energia não registrada pelo medidor é conhecida como "autoconsumo" e é calculada pela diferença entre a energia gerada, conforme monitorada do(s) inversor(es), e a energia registrada no medidor bidirecional instalado no local.

Para uma análise mais precisa e abrangente dos custos pós-instalação, é fundamental um período mínimo de 12 meses de geração para tomarmos decisões informadas. Isso inclui a possibilidade de ajustar a demanda contratada, o que pode resultar em reduções adicionais nos custos de energia elétrica.

Devido à restrição mencionada anteriormente, que impossibilita a confirmação do que será classificado como "autoconsumo" ou energia proveniente da concessionária de energia, não foi viável incluir os custos e encargos associados ao pagamento do componente "fio b", discutidos nos capítulos anteriores.

Este estudo concentrou-se primordialmente na análise financeira e econômica. No entanto, é essencial destacar que investimentos dessa natureza oferecem benefícios de grande relevância no âmbito ecológico e sustentável. A implementação dessas medidas desempenha um papel significativo na redução da pegada de carbono associada às operações do IFSC-Itajaí, uma acumulação que remonta ao início de suas atividades.

Vale ressaltar que o tema dos créditos de carbono tem ganhado considerável destaque no cenário político e deverá ser objeto de estudos sobre a geração de certificações que comprovem esse impacto ambiental positivo. O IFSC-Itajaí, sendo uma influente instituição, poderá se tornar um ponto de referência na abordagem desse assunto perante a sociedade.

Além disso, é importante observar que neste estudo optou-se por não utilizar inversores convencionais, conhecidos como inversores de *string*. A preferência recaiu sobre o inversor *SolarEdge*, que oferece diversas vantagens, incluindo a centralização dos custos com cabos CC, que são mais acessíveis em comparação com cabos CA. O inversor *SolarEdge* também apresenta recursos de proteção contra incêndio, embora ainda não sejam obrigatórios no Brasil, são comuns nos Estados Unidos e na Europa.

Adicionalmente, a empresa proporciona vantagens significativas na aquisição de equipamentos de 75 kW e 100 kW, os quais, ao serem cadastrados no programa *AdvantEdge*, garantem ao cliente o ressarcimento de quaisquer custos relacionados à substituição de equipamentos ou à geração abaixo do previsto durante o primeiro ano, o que é revertido em benefício financeiro para o cliente.

Para trazer melhor visualização dos valores obtidos nos cenários tanto com relação a tempo de *Payback*, quanto ao levantamento dos custos remanescentes, tem-se a Tabela 23 abaixo.

*Tabela 23 - Análise dos Cenários anteriores*

Cenário	Tempo de Payback	Custo Remanescente
Cenário 1	4 anos	R\$80.439,82
Cenário 2	5 anos	R\$46.492,78
Cenário 3	5 anos	R\$41.375,76

Fonte: Elaborado pelo autor, 2023.

Com base apenas no Payback analisado, o cenário 1 é o mais atrativo por ofertar um retorno do investimento em um menor tempo do que nos demais. No entanto, com base nas informações e cálculos obtidos nesta análise, o cenário 3 se mostrou a opção mais favorável e rentável a ser implementada. Isso resultará em um custo anual de energia elétrica mais baixo para o campus por possuir a melhor viabilidade financeira.

Portanto, diante das informações e análises realizadas, o cenário 3 emerge como a escolha preferencial em termos de viabilidade financeira. A implementação deste cenário não apenas proporcionará um custo anual de energia elétrica mais econômico para o campus, mas também ressalta a eficácia da estratégia adotada, consolidando-o como a alternativa mais promissora para atender às demandas energéticas do IFSC-Itajaí.

## **6 SUGESTÕES DE TRABALHOS FUTUROS**

Como sugestão para trabalhos futuros, propõe-se expandir a análise para incluir a comparação entre diferentes tecnologias fotovoltaicas e outros sistemas de otimização de energia, além dos MLPE. Ou ainda realizar um estudo detalhado das medições climáticas do local, como a radiação solar, temperatura e padrões de vento, poderia aprimorar a precisão das simulações e previsões de geração de energia.

Outra vertente seria a investigação de estratégias de armazenamento de energia e a integração com microgrids, visando otimizar a gestão do excedente energético gerado, assim como a avaliação de políticas de incentivo governamental para a adoção dessas tecnologias em instituições públicas.

## 7 REFERÊNCIAS

ABNT **NBR 16149**. São Paulo, 01 mar. 2014. Disponível em: <https://www.normas.com.br/autorizar/visualizacao-nbr/32852/identificar/visitante>.> Acesso em: 09 set. 2022.

ABSOLAR (Associação Brasileira de Energia Solar Fotovoltaica). **Energia Solar Fotovoltaica no Brasil Infográfico Absolar**. 2023. Disponível em: <https://www.absolar.org.br/mercado/infografico/> . Acesso em: 09 ago. 2024.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA (ANEEL). **Resolução Normativa nº 414, de 9 de setembro de 2010**. Estabelece as condições gerais de fornecimento de energia elétrica de forma atualizada. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, 15 set. 2010.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA (ANEEL). **Resolução Normativa nº 482, de 17 de dezembro de 2021**. Estabelece as condições gerais para o acesso de microgeração e minigeração distribuída aos sistemas de distribuição de energia elétrica. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, 20 dez. 2021.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA (ANEEL). **Resolução Normativa nº 1000, de 7 de dezembro de 2021**. Estabelece as regras e condições gerais de fornecimento de energia elétrica atualizando e consolidando as normas anteriores. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, 8 dez. 2021.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA (ANEEL). **Resolução Normativa nº 1059, de 18 de abril de 2023**. Estabelece disposições sobre procedimentos e condições gerais para a prestação do serviço público de distribuição de energia elétrica. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, 19 abr. 2023.

AMORIM, J. (2021). **Análise da Resolução Normativa 1000/2021 e seus impactos na geração distribuída de energia elétrica no Brasil**. Dissertação de mestrado, Universidade Federal de Santa Catarina, Brasil.

BERMANN, Célio. **CRISE AMBIENTAL E AS ENERGIAS RENOVÁVEIS**. 2008. Disponível em: [http://cienciaecultura.bvs.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0009-67252008000300010](http://cienciaecultura.bvs.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0009-67252008000300010). Acesso em: 14 mar. 2024.

BEZERRA, Filomena Nádia Rodrigues. **SUSTENTABILIDADE DA MATRIZ ENERGÉTICA BRASILEIRA**. 2016. Disponível em: [https://repositorio.ufc.br/bitstream/riufc/19359/1/2016\\_dis\\_fnrbezerra.pdf](https://repositorio.ufc.br/bitstream/riufc/19359/1/2016_dis_fnrbezerra.pdf). Acesso em: 05 maio 2024.

EPE, Empresa de Pesquisa Energética - **Relatório Síntese | ano base 2017**]. Disponível em: <https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-303/topico-397/Relat%C3%B3rio%20S%C3%ADntese%202018-ab%202017vff.pdf>. Acesso em: 15 maio 2024.

BRASIL. Lei nº 14.300, de 6 de janeiro de 2022. **Institui o marco legal da microgeração e minigeração distribuída e estabelece o sistema de compensação de energia elétrica**. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, 7 jan. 2022.

BRONZATTI, Fabricio Luiz; IAROZINSKI NETO, Alfredo. **MATRIZES ENERGÉTICAS NO BRASIL: CENÁRIO 2010-2030**. 2008. Disponível em: [https://www.fans.edu.br/wp-content/uploads/2015/06/texto\\_matrizes\\_energeticas\\_brasil\\_cenario\\_201](https://www.fans.edu.br/wp-content/uploads/2015/06/texto_matrizes_energeticas_brasil_cenario_201)

[0.203\\_0.pdf](#). Acesso em: 15 abr. 2024.

CELESC. **Informativo Celesc Edição especial | Atualizada em agosto de 2021** Disponível em: [https://www.celesc.com.br/arquivos/central-ajuda/tarifa-branca\\_2021.pdf](https://www.celesc.com.br/arquivos/central-ajuda/tarifa-branca_2021.pdf). Acesso em: 10 nov. 2023.

DORIA, Pedro Ricardo. **Energia no Brasil e Dilemas do desenvolvimento – A crise mundial e o futuro**. 1. ed. São Paulo: Editora Vozes, 1976

FARIA, C. *et al.* **Estudo comparativo de tarifas de energia elétrica para geração distribuída: proposta de uma nova abordagem**. In: Anais do XVIII ERIAC - Encontro Regional Ibérico e Ibero-Americano de Ciências da Computação. 2020.

FEITOSA, Gustavo Borges. **RELAÇÃO ENTRE OS PREÇOS DO PETRÓLEO E DA ENERGIA ELÉTRICA NO BRASIL**. Disponível em: <https://repositorio.usp.br/directbitstream/167173d4-af5e-4884-9bd5-ea325852a4b9/Gustavo%20Borges%20Feitosa%20PMI21.pdf>. Acesso em: 05 abr. 2024.

GOMES, João Paulo Pombeiro; VIEIRA, Marcelo Milano Falcão. **O campo da energia elétrica no Brasil de 1880 a 2002**. Revista de Administração Pública, v. 43, p. 295-321, 2009.

LIMA, Gabriel Inácio Pereira; HORTÊNCIO, Lindolfo Carlos; NOSE, Ênio Tadashi. **Importância da Geração Distribuída Fotovoltaica na diversificação da matriz energética brasileira**. 2023. Disponível em: <https://fatecbarueri.edu.br/revista/index.php/ingetec/article/view/75/7> Acesso em 02. mar. 2024

MARCOLINO, Rodrigo Teixeira. **Vantagens Competitiva no Mercado de Geração Distribuída de Energia Solar Fotovoltaica**. 2016. Disponível em: [https://gvpesquisa.fgv.br/sites/gvpesquisa.fgv.br/files/rodrigo\\_teixeira\\_marcolino.pdf](https://gvpesquisa.fgv.br/sites/gvpesquisa.fgv.br/files/rodrigo_teixeira_marcolino.pdf). Acesso em 03. mar. 2024

Ministério de Minas e Energia Secretaria de Planejamento e Desenvolvimento Energético. **PNE 2050: plano nacional de energia. Plano Nacional de Energia**. 2016. Disponível em: <https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-227/topico-563/Relatorio%20Final%20do%20PNE%202050.pdf>. Acesso em: 20 ago. 2023.

PINHEIRO, Maria Beatriz Cunha. **PREVISÃO DA PRODUÇÃO DE FONTES RENOVÁVEIS E NÃO RENOVÁVEIS SELECIONADAS DA MATRIZ ENERGÉTICA BRASILEIRA**.2020. Disponível em: [https://repositorio.ufc.br/bitstream/riufc/51098/7/2020\\_dis\\_mbcpinheiro.pdf](https://repositorio.ufc.br/bitstream/riufc/51098/7/2020_dis_mbcpinheiro.pdf). Acesso em: 07 maio 2024.

PIRES, José Claudio Linhares; GIAMBIAGI, Fábio; SALES, André Franco. **As Perspectivas do Setor Elétrico após o Racionamento**. 2002. Disponível em: [https://web.bndes.gov.br/bib/jspui/bitstream/1408/9474/2/RB%2018%20As%20Perspectivas%20do%20Setor%20El%C3%A9trico%20ap%C3%B3s%20o%20Racionamento\\_P\\_BD.pdf](https://web.bndes.gov.br/bib/jspui/bitstream/1408/9474/2/RB%2018%20As%20Perspectivas%20do%20Setor%20El%C3%A9trico%20ap%C3%B3s%20o%20Racionamento_P_BD.pdf). Acesso em: 20 abr. 2024.

QUE, HIDRELÉTRICAS E. O. BRILHO BRASILEIRO; **EQUILIBRADO, CONSOME O. AMBIENTE ECOLOGICAMENTE. ENERGIA LIMPA E INESGOTÁVEL**. Direitos fundamentais: proteção doméstica e internacional, p. 164, 2016.

SANTOS, C. B. dos. **Análise de Sistemas Fotovoltaicos para Geração de Energia Solar. Dissertação (Mestrado)** — Universidade Federal de Santa Catarina, set. 1997.

SEBRAE. **Por que investir em energia solar no seu negócio em 2022.** Disponível em: <https://www.sebrae-sc.com.br/blog/por-que-investir-em-energia-solar-no-seu-negocio-em-2022> Acesso em 06 mai. de 2023.

TELECO (Inteligência em Telecomunicações). **Tutoriais Infraestrutura: data center i: consumo energético. Data Center I: Consumo energético.2023.** Disponível em: [https://www.teleco.com.br/tutoriais/tutorialdatacenter1/pagina\\_5.asp#:~:text=No%20grupo%20A%2C%20subdividido%20em,\(aplic%C3%A1vel%20apenas%20ao%20consumo\)](https://www.teleco.com.br/tutoriais/tutorialdatacenter1/pagina_5.asp#:~:text=No%20grupo%20A%2C%20subdividido%20em,(aplic%C3%A1vel%20apenas%20ao%20consumo)). Acesso em: 05 nov. 2023.

TORRES, Regina Célia. **Energia solar fotovoltaica como fonte alternativa de geração de energia elétrica em edificações residenciais.** 2012. Disponível em: [https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/18/18147/tde-18032013-091511/publico/dissertacao\\_final\\_rct.pdf](https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/18/18147/tde-18032013-091511/publico/dissertacao_final_rct.pdf). Acesso em 16 nov. 2023.

TUCCI, Henrricco Nieves Pujol *et al.* **Aplicação de práticas de produção mais limpa para reduzir o consumo de energia elétrica—uma avaliação econômica e ambiental.** Revista Valore, v. 5, p. 17-26, 2020.

UNHA, Michele Espinosa da. **Caracterização de biodiesel produzido com misturas binárias de sebo bovino, óleo de frango e óleo de soja.** Disponível em: <https://lume.ufrgs.br/handle/10183/15644>. Acesso em: 02 abr. 2024.

## 7.1 APÊNDICE A

Fatura da Celesc (IFSC-Itajaí)



## Datasheet inversor SolarEdge 33,3kW



### Projetado especialmente para trabalhar com otimizadores de potência

- / Inversor com tensão fixa para eficiência superior (98,3%) e strings mais longas
- / Comissionamento rápido e fácil do inversor diretamente do celular utilizando o SolarEdge SetApp
- / Pequeno, o mais leve da categoria e de fácil instalação
- / DPS classe II (opcional) para RS485, CC e CA: melhor proteção contra surtos elétricos
- / Sobredimensionamento de até 175%
- / Monitoramento a nível de módulo integrado, com ethernet ou comunicação sem fio para visibilidade completa do sistema
- / Recursos de segurança avançados proteção de arco elétrico integrada e rápido desligamento opcional
- / IP65 — Instalação externa e interna
- / Caixa de Conexão CC integrada (opcional) — eliminando a necessidade de uma caixa de junção externa

[solaredge.com](http://solaredge.com)

**solar**edge

## 7.3 APÊNDICE C

## Datasheet inversor SolarEdge 75kW e 100kW

# Inversor Trifásico com Tecnologia Synergy

Para redes 220/127 Vca, 380/220 Vca e 480/277 Vca para o Brasil

SE75K / SE100K / SE120K



# INVERSORES

### Integrado com processo único de pré-comissionamento para uma rápida instalação do sistema

- / Função de pré-comissionamento para validação automática dos componentes do sistema e cabamentos durante o processo de instalação do sistema antes da conexão com a rede elétrica
- / Fácil instalação com 2 pessoas, com design leve e modular (cada inversor consiste em 3 unidades Synergy e um gerenciador)
- / Operação independente de cada unidade Synergy, permitindo maior período de operação e fácil manutenção
- / Integrado com sensores térmicos para detecção de falha de cabamentos garantindo proteção e segurança aprimorada
- / Proteção contra arco integrada
- / Mitigação de PID integrada para maximizar a performance do sistema
- / Dispositivo de proteção de surto monitorado\* e substituível, para uma maior proteção contra surtos causados por descargas ou outros eventos: Integrado com DPS tipo 2, RS485 e CC (opcional DPS CA tipo 2)
- / Chave seccionadora CC integrada opcional, eliminando a necessidade de string box externa
- / Monitoramento a nível de módulo integrado com Ethernet ou comunicação celular para uma total visibilidade do sistema

\* Aplicável apenas para DPS CC e CA

[solaredge.com](http://solaredge.com)

**solar**edge

# / Inversor Trifásico com Tecnologia Synergy

SE75K / SE100K / SE120K

Aplicável a inversores com part number	SExxK-xxx0lxxxx		SExxK-xxx8lxxxx	
	SE75K para redes 220/127V e 380/220V	SE100K para redes 380/220V	SE120K para redes 480/277V	
<b>SAÍDA CA</b>				
Potência Nominal <sup>(1)</sup>	55150 @ 220/127v 75000 @ 380/220v	95300	120000	W
Potência Máxima <sup>(1)</sup>	55150 @ 220/127v 75000 @ 380/220v	95300	120000	VA
Tensão Nominal (FF/FN)	380 / 220; 220 / 127	380 / 220	480 / 277	Vca
Faixa de tensão (FF/FN)	304 - 437 / 176 - 253; 176 - 253 / 102 - 146	304 - 437 / 176 - 253	432 - 529 / 249 - 305	Vca
Frequência Nominal	60 ± 5%			Hz
Máxima Corrente injetada (por fase)	145 @ 220/127v 120 @ 380/220v	145		Aca
Redes Trifásicas Compatíveis	3W + PE, 4W + PE			
Redes suportadas	WYE: TN-C, TN-S, TN-C-S, TT, IT; Delta: IT			
Máxima Corrente Residual Injetada <sup>(2)</sup>	300			mA
Monitoramento de Rede, Proteção Anti-Ilhamento, Fator de Potência Configurável, Limites Configuráveis por País	Sim			
Distorção Harmônica Total (THD)	≤ 3			%
Fator de Potência	+/- 0.8 to 1			
<b>ENTRADA CC</b>				
Máxima Potência-Pico (STC): Conjunto/Unidade	82725 / 27575 @ 220/127v 112500 / 37500 @ 380/220v	142950 / 47650	180000 / 60000	W
Transformer-less, Não aterrado	Sim			
Faixa de Tensão de Operação	400 - 600 @ 220/127v 680 - 1000 @ 380/220v ; 480/277v			Vcc
Máxima Corrente de Entrada	3 x 48,25 @ 220/127v 3 x 40 @ 380/220v	3 x 48,25		Acc
Proteção Contra Inversão de Polaridade	Sim			
Deteção de Falha de Isolamento à Terra	167kΩ Sensibilidade por unidade Synergy <sup>(3)</sup>			
Máxima Eficiência do Inversor	98.3		98.1	%
Eficiência Euro (média)	98			%
Consumo Noturno	< 8	< 12		W
<b>CARACTERÍSTICAS ADICIONAIS</b>				
Interfaces de Comunicação Compatíveis <sup>(4)</sup>	2 x RS485, Ethernet, Wi-Fi (opcional), Celular (opcional)			
Gerenciamento Smart Energy	Limitação de Exportação			
Comissionamento do Inversor	Com o aplicativo de celular SetApp usando o ponto de acesso Wi-Fi integrado para conexão local			
Proteção Contra Falha de Arco	Integrado, configurável pelo usuário (de acordo com UL1699B)			
Retificador de PID	Noturno, Integrado			
Proteção de surto (DPS) RS485 (portas 1+2)	Tipo II, substituível em campo, integrado			
Proteção de Surto (DPS) CC	Tipo II, substituível em campo, integrado			
Proteção de Surto (DPS) CA	Tipo II, substituível em campo, opcional			
Fusíveis CC (unipolar)	25A, opcional			
Chave seccionadora CC	Opcional			
<b>CONFORMIDADE ÀS NORMAS</b>				
Segurança	IEC-62109-1, IEC-62109-2			
Padrões de Conexão à Rede <sup>(5)</sup>	VDE-AR-N-4105, AS-4777, EN 50549-1, EN 50549-2, CEI-021, VDE 0126-1-1, CEI-016			
Emissões	IEC61000-6-2, IEC61000-6-3 Class A, IEC61000-3-11, IEC61000-3-12			
RoHS	Sim			

(1) Potência para temperatura até 50°C, para informações sobre 'de-rating', acesse <https://www.solaredge.com/sites/default/files/se-temperature-derating-note.pdf>

(2) Se um dispositivo DR externo for necessário, o valor de ativação deverá ser >= 300mA

(3) Em locais cujas normas permitirem

(4) Para especificações das comunicações opcionais, visite <https://www.solaredge.com/products/communication> ou na página da Biblioteca de Recursos: <https://www.solaredge.com/resource-library>, para baixar as especificações relevantes do produto

(5) Para download de documentos e certificações, acesse a categoria de Certificados na página da Biblioteca de Recursos: <https://solaredge.com/resource-library>

# / Inversor trifásico para o Brasil

SE20.1K / SE27.6K / SE33.3K / SE40K

Aplicável a inversores com part number	SEXK-BRX0XXXX				
	SE20.1K	SE27.6K	SE33.3K	SE40K	
<b>SAÍDA CA</b>					
Potência Nominal	11.600 @ 220/127 20.100 @ 380/220	15.200 @ 220/127 26.400 @ 380/220	18.400 @ 220/127 31.750 @ 380/220	40.000 @ 277/480	W
Potência Máxima	11.600 @ 220/127 20.100 @ 380/220	15.200 @ 220/127 26.400 @ 380/220	18.400 @ 220/127 31.750 @ 380/220	40.000 @ 277/480	
Tensão Nominal (FF/FN)	380 / 220 / 220 / 127			480 / 277	Vca
Faixa de Tensão (FF/FN)	323 - 437 / 187 - 253; 187 - 253 / 108 - 146			422.5 - 529 / 244 - 305	Vca
Frequência Nominal	60 ± 5%				Hz
Máxima Corrente Injetada (por Fase)	30,45	40		48,25	Acca
Redes trifásicas compatíveis	3 W + PE, 4 W + PE				
Monitoramento de Rede, Proteção Anti-Ilhamento, Fator de Potência Configurável, Limites Configuráveis por País	Sim				
Distorção harmônica total	≤ 3				%
Faixa de fator de potência	+/- de 0,8 a 1				
Máxima Corrente Residual Injetada <sup>(1)</sup>	100				mA
<b>ENTRADA CC</b>					
Máxima Potência-Pico (STC)	20.300 @ 220 / 127 35.175 @ 380 / 220	26.600 @ 220 / 127 46.200 @ 380 / 220	32.200 @ 220 / 127 55.500 @ 380 / 220	70.000 @ 277/480	W
Transformer-less, Não aterrado	Sim				
Máxima Tensão de Entrada		600 @ 220/127 900 @ 380/220		1000 @ 277/480	Vcc
Tensão Nominal de Entrada		400 @ 220/127 750 @ 380/220		850 @ 277/480	Vcc
Máxima Corrente de Entrada	30,45	40		48,25	Acc
Proteção Contra Inversão de Polaridade	Sim				
Deteção de Falha de Isolamento à Terra	Sensibilidade de 167 kΩ <sup>(2)</sup>				
Máxima Eficiência do inversor	98,3			98,1	%
Eficiência Europeia (média)	98				%
Consumo de energia noturno	< 4				W
<b>CARACTERÍSTICAS ADICIONAIS</b>					
Interfaces de comunicação suportadas <sup>(3)</sup>	2 x RS485, Wi-Fi (opcional), Celular (opcional)				
Gerenciamento Smart Energy	Limitação de exportação				
Comissionamento do inversor	Com o aplicativo de celular SetApp usando o ponto de acesso Wi-Fi integrado para conexão local				
Proteção de arco elétrico	Integrada, configurável pelo usuário (de acordo com UL 1699B)				
Rápido Desligamento	Opcional <sup>(4)</sup> (Automático pela desconexão da Rede CA)				
Proteção contra Surtos (DPS) RS485 Plug-in	Opcional				
Proteção contra Surtos (DPS) CA, CC	Tipo II, substituível em campo, opcional				
<b>UNIDADE SAFETY DC (OPCIONAL)</b>					
Seccionadora CC - 2 Polos	1000 V / 48,25 A				
Fusíveis CC - 1 Polo	Opcional, 25 A				
Conformidade à Norma	UTE-C15-712-1				
<b>CONFORMIDADE ÀS NORMAS</b>					
Segurança	IEC-62109, AS3100				
Padrões de conexão à Rede <sup>(5)</sup>	VDE-AR-N-4105, AS-4777, CEI-021VDE 0126-1-1, CEI-016, BDEW, EN 50549-1				
Emissões	IEC61000-6-2, IEC61000-6-3 Class A, IEC61000-3-TL, IEC61000-3-12				
RchS	Sim				
<b>ESPECIFICAÇÕES DA INSTALAÇÃO</b>					
Diâmetro do prensa-cabo de saída CA / seção do cabo / seção do cabo PE	Diâmetro do cabo: de 19 a 28 mm / de 4 a 16 mm <sup>2</sup> / de 4 a 16 mm <sup>2</sup>				
Entrada CC <sup>(6)</sup>	4 pares MC4				
Entrada CC com unidade Safety DC <sup>(7)</sup>	4 strings: Prensa-Cabo: Cabo com diâmetro 5 - 10 mm / Seção do cabo 2,5 - 16 mm <sup>2</sup>				
Dimensões (AxLxP)	550 x 317 x 273				mm
Dimensões com a unidade Safety DC (AxLxP)	840 x 328 x 300				mm
Peso	32				kg
Peso com a unidade Safety DC	36,5				kg
Faixa de temperatura de operação	de -40 a +60 <sup>(8)</sup>				°C
Resfriamento	Ventilador (substituível pelo usuário)				
Nível de ruído	< 62				dBA
Grau de Proteção	IP65 - ambientes externos e internos				
Montagem	Suporte fornecido				

(1) Se for necessário um DR externo, seu valor de atuação deverá ser maior ou igual a 100 mA por unidade.

(2) Quando permitido pelos regulamentos locais.

(3) A conectividade de Wi-Fi requer uma conexão com um componente de Wi-Fi adicional, vendido separadamente. Para mais detalhes, fale com seu revendedor da SolarEdge ou acesse: <https://www.solaredge.com/products/communication>.

(4) Inverters with rapid shutdown part number: SE20K-10XXXXXX.

(5) Consulte todos os padrões na categoria Certifications (Certificações) em: <http://www.solaredge.com/groups/support/downloads>.

(6) A Entrada CC está disponível com conectores MC4 ou Prensa-Cabo identificado pelos part number dos inversores. Para maiores informações, consulte a SolarEdge.

(7) Somente conectores MC4 fabricados pela Stäubli são aprovados para uso.

(8) Para informações sobre "de-rating", consulte: <https://www.solaredge.com/sites/default/files/de-temperature-derating-note.pdf>.

# / Inversor Trifásico com Tecnologia Synergy

SE75K / SE100K / SE120K

Aplicável a inversores com part number	SExxK-xxx01xxxx		SExxK-xxx81xxxx
	SE75K para redes 220/127V e 380/220V	SE100K para redes 380/220V	SE120K para redes 480/277V
<b>ESPECIFICAÇÕES DA INSTALAÇÃO</b>			
Número de Unidades Synergy por Inversor	3		
Seção transversal cabo CA e Diâmetro de saída Fase/PE (alumínio ou cobre)	Seção transversal até 120 / 70mm <sup>2</sup> ; diâmetro saída 30-50 / 12-20mm		
Entrada CC. Inversor / Unidade Synergy <sup>(1)</sup>	12 / 4 pares de MC4		
	Prensa Cabo, 3 pares / 1 par, seção transversal de até 50mm <sup>2</sup> , cabo alumínio ou cobre com diâmetro externo de 12-20mm		
Dimensões (A x L x P)	Unidade Synergy: 558 x 328 x 273 Synergy Manager: 360 x 560 x 295		mm
Peso	Unidade Synergy: 32 Synergy Manager: 18		kg
Faixa de Temperatura de Operação	-40 a +60		
Resfriamento	Ventilador (substituível pelo usuário)		
Ruído	< 67		
Grau de Proteção	IP65 — Ambientes externos e internos		
Montagem	Suporte fornecido		

(1) Entradas CC estão disponíveis com MC4 ou prensa cabo, de acordo com o part-number do produto. Para mais informações contate a SolarEdge

(2) São aprovados para uso, apenas conectores MCA fabricados pela Staubli

## 7.4 APÊNDICE D

### Datasheet módulos Longi 550W

# Hi-MO 5m

## LR5-72HPH 525~550M

- Based on M10-182mm wafer, best choice for ultra-large power plants
- Advanced module technology delivers superior module efficiency
  - M10 Gallium-doped Wafer • Smart Soldering • 9-busbar Half-cut Cell
- Excellent outdoor power generation performance
- High module quality ensures long-term reliability

**12** 12-year Warranty for Materials and Processing

**25** 25-year Warranty for Extra Linear Power Output

#### Complete System and Product Certifications

IEC 61215, IEC 61730, UL 61730

ISO 9001:2008: ISO Quality Management System

ISO 14001:2004: ISO Environment Management System

TS62941: Guideline for module design qualification and type approval

OHSAS 18001: 2007 Occupational Health and Safety

# LONGI

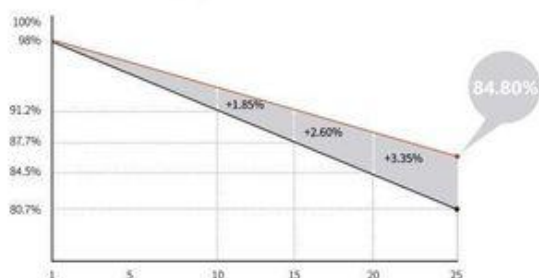


**Hi-MO 5m****LR5-72HPH 525~550M****21.5%**MAX MODULE  
EFFICIENCY**0~+5W**POWER  
TOLERANCE**<2%**FIRST YEAR  
POWER DEGRADATION**0.55%**YEAR 2-25  
POWER DEGRADATION**HALF-CELL**

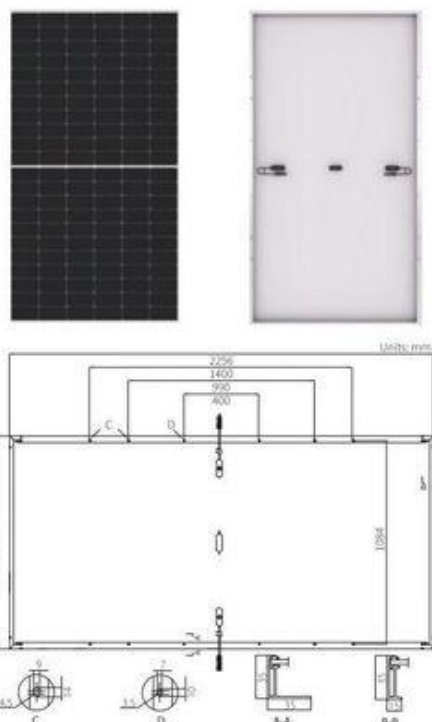
Lower operating temperature

**Additional Value**

## 25-Year Power Warranty

**Mechanical Parameters**

Cell Orientation	144 (6×24)
Junction Box	IP68, three diodes
Output Cable	4mm <sup>2</sup> , positive 400 / negative 200mm length can be customized
Glass	Single glass, 3.2mm coated tempered glass
Frame	Anodized aluminum alloy frame
Weight	27.2kg
Dimension	2256×1133×35mm
Packaging	31pcs per pallet / 155pcs per 20' GP / 620pcs per 40' HC

**Electrical Characteristics** STC: AM1.5 1000W/m<sup>2</sup> 25°C Test uncertainty for Pmax: ±3%

Power Class	525	530	535	540	545	550
Maximum Power (Pmax/W)	525	530	535	540	545	550
Open Circuit Voltage (Voc/V)	49.05	49.20	49.35	49.50	49.65	49.80
Short Circuit Current (Isc/A)	13.65	13.71	13.78	13.85	13.92	13.98
Voltage at Maximum Power (Vmp/V)	41.20	41.35	41.50	41.65	41.80	41.95
Current at Maximum Power (Imp/A)	12.75	12.82	12.90	12.97	13.04	13.12
Module Efficiency(%)	20.5	20.7	20.9	21.1	21.3	21.5

**Operating Parameters**

Operational Temperature	-40°C ~ +85°C
Power Output Tolerance	0 ~ +5 W
Voc and Isc Tolerance	±3%
Maximum System Voltage	DC1500V (IEC/UL)
Maximum Series Fuse Rating	25A
Nominal Operating Cell Temperature	45±2°C
Protection Class	Class II
Fire Rating	UL type 1 or 2

**Mechanical Loading**

Front Side Maximum Static Loading	5400Pa
Rear Side Maximum Static Loading	2400Pa
Hailstone Test	25mm Hailstone at the speed of 23m/s

**Temperature Ratings (STC)**

Temperature Coefficient of Isc	+0.048%/°C
Temperature Coefficient of Voc	-0.270%/°C
Temperature Coefficient of Pmax	-0.350%/°C

**LONGI**

Floor 19, Lujiazui Financial Plaza, Century Avenue  
826, Pudong Shanghai, China  
Tel: +86-21-80162606  
Web: en.longi-solar.com

Specifications included in this datasheet  
are subject to change without notice.  
LONGI reserves the right of final  
interpretation. (20201231V12)

## 7.5 APÊNDICE E

Datasheet otimizador SolarEdge S1200

# Otimizador de potência

Para o Brasil

S1000 / S1200



POWER OPTIMIZER

O otimizador de potência mais avançado e com melhor custo-benefício da SolarEdge para instalações comerciais e de larga escala

#### Maior geração de energia

- Alta eficiência (99,5%), com MPPT a nível d3 módulo, para maximizar a produção de energia e a receita do sistema e acelerar o ROI do projeto
- Compatível com módulos FV bifaciais de alta potência e com alta corrente para uma maior potência por string

#### Máxima proteção com segurança integrada

- Projetado para reduzir automaticamente a alta tensão CC a níveis seguros ao toque, mediante desligamento da rede ou inversor, com SafeDC™
- Inclui SolarEdge Sense Connect, permitindo monitoramento contínuo para detectar sobreaquecimento devido a problemas de instalação ou desgaste do conector

#### Menores custos de BoS

- O projeto flexível do sistema permite a utilização ideal do espaço e strings com comprimentos até duas vezes maiores, além de 50% menos cabos, fusíveis e caixas de conexão
- Permite a conexão de dois módulos FV em série, com gestão simples dos cabos e instalação rápida

#### O&M simplificado

- Monitoramento do sistema a nível de módulo, permitindo a detecção precisa de falhas e a solução ágil e remota de problemas

# / Otimizador de potência

## S1000 / S1200

	S1000	S1200	Unidades
<b>ENTRADA</b>			
Classificação de potência CC de entrada <sup>(1)</sup>	1000	1200	W
Máxima Tensão Absoluta de Entrada (Voc. temperatura mínima)		125	Vcc
Faixa de operação do MPPT		12,5 - 105	Vcc
Máxima corrente de curto-circuito (Isc) do módulo FV conectado		15	Acc
Eficiência máxima		99,5	%
Eficiência Média		98,8	%
Categoria de Sobretenção (OVC)		II	
<b>SAÍDA DURANTE A OPERAÇÃO</b>			
Corrente máxima de saída	18	20	Acc
Tensão máxima de saída		80	Vcc
<b>SAÍDA DURANTE STANDBY (OTIMIZADOR DE POTÊNCIA DESCONECTADO DO INVERSOR OU INVERSOR DESLIGADO)</b>			
Tensão de saída de segurança por otimizador de potência		1	Vcc
<b>CONFORMIDADE COM AS NORMAS</b>			
EMC	FCC Part 15, IEC 61000-6-2 e IEC 61000-6-3 – Class B, EN 55011		
Segurança	IEC62109-1 (segurança de Classe II)		
Material	UL94 V-0, resistente a UV		
RoHS	Yes		
Segurança contra incêndio	VDE-AR-E 2100-712:2013-05		
<b>ESPECIFICAÇÕES DA INSTALAÇÃO</b>			
Tensão máxima do sistema		1000	Vcc
Dimensões (L x P x A)	129 x 165 x 52	129 x 165 x 59	mm
Peso (incluindo cabos)	1064	1106	g
Conector de entrada	MC4 <sup>(2)</sup>		
Comprimento do cabo de entrada	Entrada curta: 0,1 Entrada longa 1,3 <sup>(3)</sup>	Entrada curta: 0,1 Entrada longa 1,6 <sup>(3)</sup>	m
Conector de saída	MC4		
Comprimento do cabo de saída <sup>(4)</sup>	Opção 1 (+) 4,7 (-) 0,10 Opção 2 (+) 2,7 (-) 0,10	Opção 1 (+) 5,3 (-) 0,10 Opção 2 (+) 2,7 (-) 0,10	m
Faixa de temperatura da operação <sup>(5)</sup>	-40 a +85		
Grau de Proteção	IP68/NEMA6P		
Umidade relativa	0 a 100		

(1) A classificação de potência do módulo em STC não deverá exceder a classificação de potência CC de entrada do otimizador de potência. São permitidos módulos com máxima tolerância de potência de até +5%.

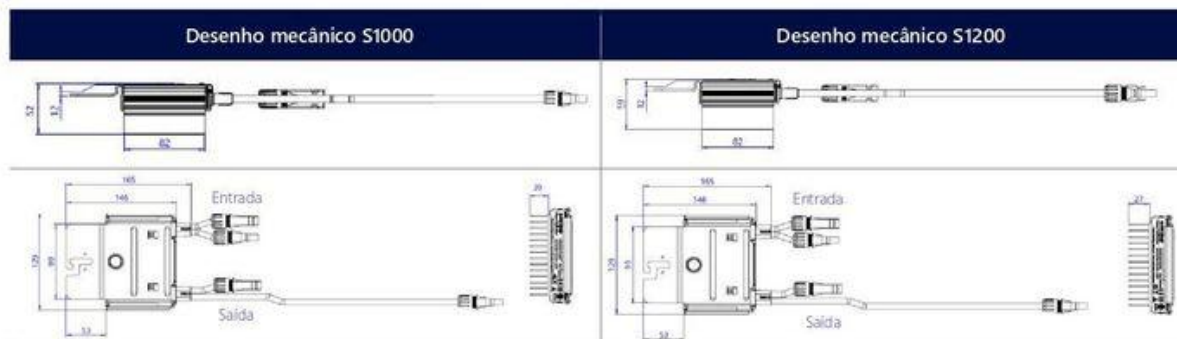
(2) Para outros tipos de conectores, entre em contato com a SolarEdge.

(3) Para modelos da série S com cabos de entrada longo (1,3m / 4,26 pés ou 1,6m / 5,24 pés), o recurso Sense Connect fica habilitado apenas nos conectores do cabo de saída.

(4) A opção 1 é mais adequada quando os módulos são posicionados na horizontal, em modo paisagem, ou na vertical, em modo retrato, com os otimizadores de potência conectados no método ligação Isagprog.

A opção 2 é mais adequada quando os módulos são posicionados na vertical, em modo retrato.

(5) Para temperaturas ambiente acima de +65°C é aplicada a redução de potência.



\* Ao instalar os otimizadores de potência SolarEdge é exigido manter distanciamento mínimo. Consulte a Nota de aplicação sobre distanciamento do otimizador de potência para mais detalhes.

# / Otimizador de potência

## S1000

Projeto de sistema fotovoltaico usando um inversor SolarEdge <sup>(1)</sup> S1000		Rede 220/127V SE20.1K	Rede 220/127V SE25K*, SE27.6K SE33K*	Rede 380/220V SE20.1K, SE25K*	Rede 380/220V SE27.6K	Rede 380/220V SE33.3K*	Rede 480/277V SE40K*	Unid.
Otimizadores de potência compatíveis		S1000						
Comprimento mínimo da string	Otimizadores de potência	8	8	14	14	14	15	
	Módulos Fotovoltaicos	15	15	27	27	27	29	
Comprimento máximo da string	Otimizadores de potência	30	30	30	30	30	30	
	Módulos Fotovoltaicos	60	60	60	60	60	60	
Potência contínua máxima por string [W]		7.200	7.200	13.500	13.950	13.500	15.300	
Potência conectada máxima permitida por string <sup>(2)</sup>		1 string – 8.400	2 strings ou menos 8.400	1 string – 15.750	1 string – 16.200	2 strings ou menos 15.750	2 strings ou menos 17.550	W
		2 strings ou mais 9.800	3 strings ou mais 9.800	2 strings ou mais 18.500	2 strings ou mais 18.950	3 strings ou mais 18.500	3 strings ou mais - 20.300	
Ligação em paralelo de String com Diferentes Comprimentos ou Orientações/Inclinações		Sim						
Diferença máxima em número de otimizadores de potência permitida entre a string mais curta e a mais longa conectada à mesma unidade do inversor		5 Otimizadores de potência						

\*As mesmas regras se aplicam às unidades Synergy que tenham classificações de potência equivalentes e que são parte modular do inversor de tecnologia Synergy.

(1) A S1000 não pode ser misturada com a S1200 na mesma string. Para compatibilidade da série P, consulte a [Nota Técnica de Intercompatibilidade do Otimizador de Potência SolarEdge](#).

(2) Para cada string, um otimizador de potência pode estar conectado a um único módulo FV, se:

1) Cada Otimizador de potência estiver conectado a um único módulo FV (a string toda deverá ter uma configuração 1:1).

2) For o único Otimizador de potência da string conectado a um único módulo FV.

(3) Para SE20.1K e superior, a potência conectada CC STC mínima deve ser de 11 kW.

(4) Para verificar se potências maiores (STC) por string podem ser instaladas, elabore seu projeto usando o [SolarEdge Designer](#).

## S1200

Projeto de sistema fotovoltaico usando um inversor SolarEdge <sup>(1)</sup> S1200		Rede 220/127V SE20.1K, SE27.6K	Rede 220/127V SE25K*, SE33K	Rede 380/220V SE20.1K, SE25K*	Rede 380/220V SE27.6K	Rede 380/220V SE33.3K* <sup>(6)</sup>	Rede 480/277V SE40K*	Unid.
Otimizadores de potência compatíveis		S1200						
Comprimento mínimo da string	Otimizadores de potência	8	8	14	14	15	15	
	Módulos Fotovoltaicos	15	15	27	27	29	29	
Comprimento máximo da string	Otimizadores de potência	30	30	30	30	30	30	
	Módulos Fotovoltaicos	60	60	60	60	60	60	
Potência contínua máxima por string [W]		8.000	8.000	15.000	15.500	17.000	17.000	
Potência conectada máxima permitida por string <sup>(2)</sup>		1 string – 9.200	2 strings ou menos 9.200	1 string – 17.250	1 string – 17.750	1 string 19.250	2 strings ou menos 19.250	W
		2 strings ou mais 9.800	3 strings ou mais 9.800	2 strings ou mais 20.000	2 strings ou mais 20.500	2 strings ou mais 23.000	3 strings ou mais - 23.000	
Ligação em paralelo de String com Diferentes Comprimentos ou Orientações/Inclinações		Sim						
Diferença máxima em número de otimizadores de potência permitida entre a string mais curta e a mais longa conectada à mesma unidade do inversor		5 Otimizadores de potência						

\*As mesmas regras se aplicam às unidades Synergy que tenham classificações de potência equivalentes e que são parte modular do inversor de tecnologia Synergy.

(5) A S1200 não pode ser misturada com nenhum otimizador de potência na mesma string.

(6) Para cada string, um otimizador de potência pode estar conectado a um único módulo FV, se:

1) Cada Otimizador de potência estiver conectado a um único módulo FV (a string toda deverá ter uma configuração 1:1).

2) For o único Otimizador de potência conectado a um único módulo FV.

(7) Para SE20.1K e superior, a potência conectada CC STC mínima deve ser de 11 kW.

(8) Para conectar mais potência STC por string, elabore seu projeto usando o [SolarEdge Designer](#).

(9) Para conectar um otimizador de potência S1200 com um inversor SE33K ou SE100K em rede 380/220V, você deve alternar a tensão fixa da string de 750Vcc para 650Vcc pelo SetApp, da SolarEdge. Para detalhes, consulte [esta nota de aplicação](#).

A SolarEdge é líder global em tecnologia de energia inteligente. Ao usar recursos de engenharia de nível internacional, com foco incansável em inovação, a SolarEdge cria soluções de energia inteligente que alimentam nossas vidas e impulsionam o progresso futuro.

A SolarEdge desenvolveu uma solução de inversor inteligente que mudou a maneira que a energia é explorada e gerenciada em sistemas fotovoltaico (FV). O inversor CC otimizado da SolarEdge maximiza a geração de energia e reduz o custo da energia produzida pelo sistema FV.


Ao continuar com a evolução da energia inteligente, a SolarEdge atua em um amplo gama de segmentos do mercado de energia por meio das soluções FV, armazenamento, carregamento VE, UPS e serviços de rede.

 SolarEdge

 @SolarEdgePV

 @SolarEdgePV

 SolarEdgeFV

 SolarEdge

 [www.solaredge.com/corporate/contact](http://www.solaredge.com/corporate/contact)

**[solaredge.com](http://solaredge.com)**

© SolarEdge Technologies, Ltd. Todos os direitos reservados.

SOLAREEDGE, o logotipo da SolarEdge, OPTIMIZED BY SOLAREEDGE são marcas comerciais ou marcas comerciais registradas da SolarEdge Technologies, Inc. Todas as outras marcas comerciais mencionadas aqui são marcas comerciais de seus respectivos proprietários. Data: 28 de fevereiro de 2023, DS-000122-ROW sujeito a alterações sem aviso prévio.

Nota de alerta em relação a dados de mercado e previsões do segmento: este livreto pode conter dados de mercado e previsões do segmento de algumas fontes de terceiros. Essas informações são baseadas em pesquisas do setor e na experiência do autor, e não é possível assegurar que os dados de mercado sejam precisos ou que as previsões sejam concretizadas.

Embora não tenhamos verificado a precisão dos dados de mercado e das previsões do setor de forma independente, acreditamos que os dados de mercado são confiáveis e que as previsões do setor são razoáveis.

 **RoHS**

**solar**edge