

Bernardo Santana Locks

**ANÁLISE DE VIABILIDADE ECONÔMICA ENTRE A LEI 14.300 E A
RESOLUÇÃO NORMATIVA 482 PARA UM SISTEMA FOTOVOLTAICO
RESIDENCIAL.**

Trabalho Conclusão do Curso de Graduação em
Engenharia Civil do Centro Tecnológico da
Universidade Federal de Santa Catarina como
requisito para a obtenção do Título de Bacharel em
Engenharia Civil
Orientador: Prof. Dr. Ricardo Ruther.

Florianópolis

2023

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,
através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária da UFSC.

Locks, Bernardo Santana

ANÁLISE DE VIABILIDADE ECONÔMICA ENTRE A LEI 14.300 E A
RESOLUÇÃO NORMATIVA 482 PARA UM SISTEMA FOTOVOLTAICO
RESIDENCIAL. / Bernardo Santana Locks ; orientador,
Ricardo Ruther, 2023.

67 p.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) -
Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico,
Graduação em Engenharia Civil, Florianópolis, 2023.

Inclui referências.

1. Engenharia Civil. 2. Energia Solar. 3. Resolução
Normativa 482. 4. Lei 14.300. I. Ruther, Ricardo. II.
Universidade Federal de Santa Catarina. Graduação em
Engenharia Civil. III. Título.

Bernardo Santana Locks

**ANÁLISE DE VIABILIDADE ECONÔMICA ENTRE A LEI 14.300 E A
RESOLUÇÃO NORMATIVA 482 PARA UM SISTEMA FOTOVOLTAICO
RESIDENCIAL.**

Este Trabalho Conclusão de Curso foi julgado adequado para obtenção do Título de “Bacharel em Engenharia Civil” e aprovado em sua forma final pelo curso de graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal de Santa Catarina

Florianópolis, 21 de junho de 2023

Prof.^a Liane Ramos da Silva
Coordenadora do Curso

Banca Examinadora:

Prof. Ricardo Ruther, Dr.
Orientador
Universidade Federal de Santa Catarina

Prof.^a Cristine do Nascimento Mutti, Ph.D.
Universidade Federal de Santa Catarina

Eng.^a Luiza Faggion Rodrigues
Universidade Federal de Santa Catarina

Este trabalho é dedicado aos meus pais, Vitor
Locks e Silvana Mara de Santana Locks

AGRADECIMENTOS

Quero agradecer primeiramente à minha família, por todo carinho, atenção, amor, suporte e ajuda em todos os momentos de minha vida.

Aos meus pais, Vitor e Silvana, que são meu porto seguro. Que me apoiam do início ao fim, mesmo discordando de mim sempre estão presentes para me ajudar em qualquer situação. São exemplos de pessoas de caráter e, para mim, são a personificação da palavra amor. São as pessoas que me dão força para conquistar todos os meus objetivos. Amo vocês mais que tudo.

À minha irmã, Tuiane, por ter cuidado de mim, me apoiado nas horas boas e nas dificuldades que tive durante o caminho até aqui. Por ter me aturado e me servir de inspiração para o caminho dos estudos e da dedicação diária para alcançar meus objetivos. Sem você não estaria onde cheguei. Não tenho palavras para descrever o quão importante é para mim.

Aos meus amigos, desde os mais novos aos mais antigos, mas aqueles que sempre estiveram ao meu lado, tornando os meus dias melhores e compartilhando momentos incríveis comigo. Fazendo meus dias ficarem mais divertidos desde a época que brincava na rua, passando por toda a fase de escola e chegando aos amigos da faculdade. Obrigado por estarem comigo.

A todos os professores que participaram de minha formação, em especial ao meu orientador, Ricardo Ruther, por todo conhecimento transmitido, todo auxílio, incentivo e tempo despendido a mim na elaboração deste trabalho.

Por fim, sou grato a todos que de alguma forma, direta ou indiretamente, colaboraram com meu crescimento e elaboração deste projeto. Muito obrigado!

"Nunca ande por trilhas, pois assim só irá até onde outros já foram"

Alexander Graham Bell

RESUMO

A energia solar é uma das fontes energéticas mais amplamente utilizadas no mundo, e seu crescimento tem sido constante no Brasil. Para promover o uso seguro e sustentável da energia fotovoltaica, foi estabelecido, em 2012, um marco regulatório chamado Resolução Normativa 482 pela ANEEL. No entanto, essa resolução não estava respaldada por lei constitucional, o que gerava instabilidade e desconforto no setor de energia solar. Após um amplo debate, em 6 de janeiro de 2022, o então presidente da República sancionou a Lei 14.300, conhecida como Marco Legal da Energia Solar. Essa lei trouxe alterações em relação à Resolução Normativa 482, o que pode afetar as vantagens e a viabilidade da instalação de sistemas fotovoltaicos em unidades consumidoras. Neste trabalho, foi realizado um estudo de caso em uma residência atendida pela concessionária CELESC, a fim de determinar se ainda é vantajoso ou não instalar um sistema fotovoltaico.

Palavras-chave: Energia Solar, Energia Fotovoltaica, Lei 14.300, Resolução Normativa 482

ABSTRACT

Solar energy is one of the most widely used energy sources in the world, and its growth has been constant in Brazil. To promote the safe and sustainable use of photovoltaic energy, a regulatory framework called Normative Resolution 482 was established in 2012 by ANEEL. However, this resolution was not supported by constitutional law, which generated instability and discomfort in the solar energy sector. After a wide debate, on January 6, 2022, the then President of the Republic sanctioned Law 14,300, known as Marco Legal da Energia Solar. This law brought changes in relation to Normative Resolution 482, which may affect the advantages and feasibility of installing photovoltaic systems in consumer units. In this work, a case study was carried out in a residence served by the CELESC concessionaire, in order to determine whether or not it is still advantageous to install a photovoltaic system.

Keywords: Solar Energy, Photovoltaic Energy, Law 14,300, Resolution 482

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Evolução da Fonte Solar Fotovoltaica no Brasil	17
Figura 2 - Estrutura de uma célula fotovoltaica	19
Figura 3 - Funcionamento do sistema on grid	20
Figura 4 - Funcionamento de um sistema off grid.....	21
Figura 5 - Etapas para o funcionamento do sistema fotovoltaico.....	22
Figura 6 - Composição da tarifa de energia.....	23
Figura 7 - Percentual de representatividade do Fio B	25
Figura 8 - Fatura de energia Residencial do mês de abril de 2022.....	25
Figura 9 - Percentual de pagamento da TUSD Fio B por ano	26
Figura 10 - Principais mudanças da Lei 14.300	27
Figura 11 - Localização da unidade consumidora do estudo de caso.....	31
Figura 12 - Projeto 3D do estudo de caso.....	31
Figura 13 - Projeto 3D do estudo de caso.....	32
Figura 14 - Histórico da fatura de energia.....	33
Figura 15 - Índice Solarimétrico do município de Biguaçu	35
Figura 16 - Módulo fotovoltaico Risen	37
Figura 17 - Micro inversor Hoymiles	38
Figura 18 - Projeto PVsol	39
Figura 19 - Projeto PVsol	40
Figura 20 - Imagem da porcentagem de sombreamento do estudo de caso	40
Figura 21 - Imagem da porcentagem de sombreamento do estudo de caso	41
Figura 22 - Resultado da simulação do estudo de caso pelo PVsol	42
Figura 23 - Comparativo do valor dos anos do preço por kWh na CELESC.....	47
Figura 24 - Tabela de inflação histórica no Brasil.....	49
Figura 25 - Imagem de um microinversor com o valor em R\$	50
Figura 26 - Análise de financeira para a Resolução Normativa 482	51
Figura 27 - Consumo de energia de uma unidade consumidora residencial	52
Figura 28 - Análise de financeira para a Lei 14.300	53
Figura 29 - Análise ambiental do estudo de caso	54

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Valor total do projeto	45
Tabela 2 - Comparação do valor com energia solar e sem energia solar sem considerar a inflação	46
Tabela 3 - Comparativo do valor dos anos do preço por kWh na CELESC	48
Tabela 4 - Inflação histórica no Brasil.....	49
Tabela 5 - Análise de financeira para a Resolução Normativa 482.....	51
Tabela 6 - Análise financeira da Lei 14.300.....	53
Tabela 7 - Análise financeira da Resolução Normativa 482	55
Tabela 8 - Análise financeira da Lei 14.300.....	55

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ANEEL– Agência Nacional de Energia Elétrica

ABSOLAR– Associação Brasileira de Energia Solar Fotovoltaica

GD– Geração Distribuída

MW – Megawatts

kWp – quilowatt-pico

kWh– quilowatt-hora

TE– Tarifa de Energia

TUSD – Tarifa de Uso do Sistema de Distribuição

CELESC– Centrais Elétricas de Santa Catarina

VPL– Valor Presente Líquido

TIR– Taxa Interna de Retorno

CRESESB – Centro de Referência para Energia Solar e Eólica Sérgio de Salvo Brito

RN 482 – Resolução Normativa 482

COSIP - Contribuição para o Custeio do Serviço de Iluminação Pública

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO	16
1.1	OBJETIVOS.....	17
1.1.1	Objetivo Geral.....	17
1.1.2	Objetivos Específicos.....	17
1.2	JUSTIFICATIVA.....	18
2.	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	19
2.1	Efeito Fotovoltaico.....	19
2.2	Tipos de sistemas fotovoltaicos.....	19
2.2.1	Sistemas On Grid – Sistemas conectados à rede.....	20
2.2.2	Sistemas Off Grid – sistemas não conectados à rede.....	21
2.3	Regulamentações da Geração distribuída.....	21
2.3.1	Resolução Normativa nº482/2012.....	21
2.3.2	Lei 14.300: Marco Legal.....	24
2.4	Fluxo de caixa.....	27
2.4.1	Valor Presente Líquido.....	28
2.4.2	Taxa interna de retorno.....	29
2.4.3	Payback.....	29
3.	ESTUDO DE CASO – Residência unifamiliar.....	30
3.1	Levantamento das informações do consumo de energia da residência.....	32
3.2	Índices Solarimétrico.....	33
3.3	Potência teórica do sistema fotovoltaico.....	35
3.4	Escolha dos equipamentos.....	36
3.4.1	Módulos Solares.....	36
3.4.2	Inversores.....	37
3.5	Simulação de geração.....	39

3.6	Projeto e Homologação do sistema fotovoltaico.....	42
4.	ANÁLISE DE VIABILIDADE ECONÔMICA.....	43
4.1	Valor total do projeto	44
4.2	Análise financeira de acordo com a Resolução Normativa 482.....	45
4.3	Análise financeira de acordo com a Lei 14.300	52
5.	ANÁLISE AMBIENTAL.....	53
6.	ANÁLISE DE DADOS E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS.....	54
7.	CONCLUSÃO	56
8.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	57
9.	ANEXO.....	59
9.1	Diagrama Unifilar do Estudo de caso.....	59
9.2	Ficha técnica do Módulo Risen.....	61
9.3	Ficha técnica do Microinversor Hoymiles	62
10.	APÊNDICE	64
10.1	Análise por ano do estudo de caso da Resolução Normativa 482.....	64
10.2	Análise por ano do estudo de caso da Lei 14.300	65
10.3	Análise por ano do estudo de caso da Lei 14.300: Igualando a tarifa mínima com o Fio B	67

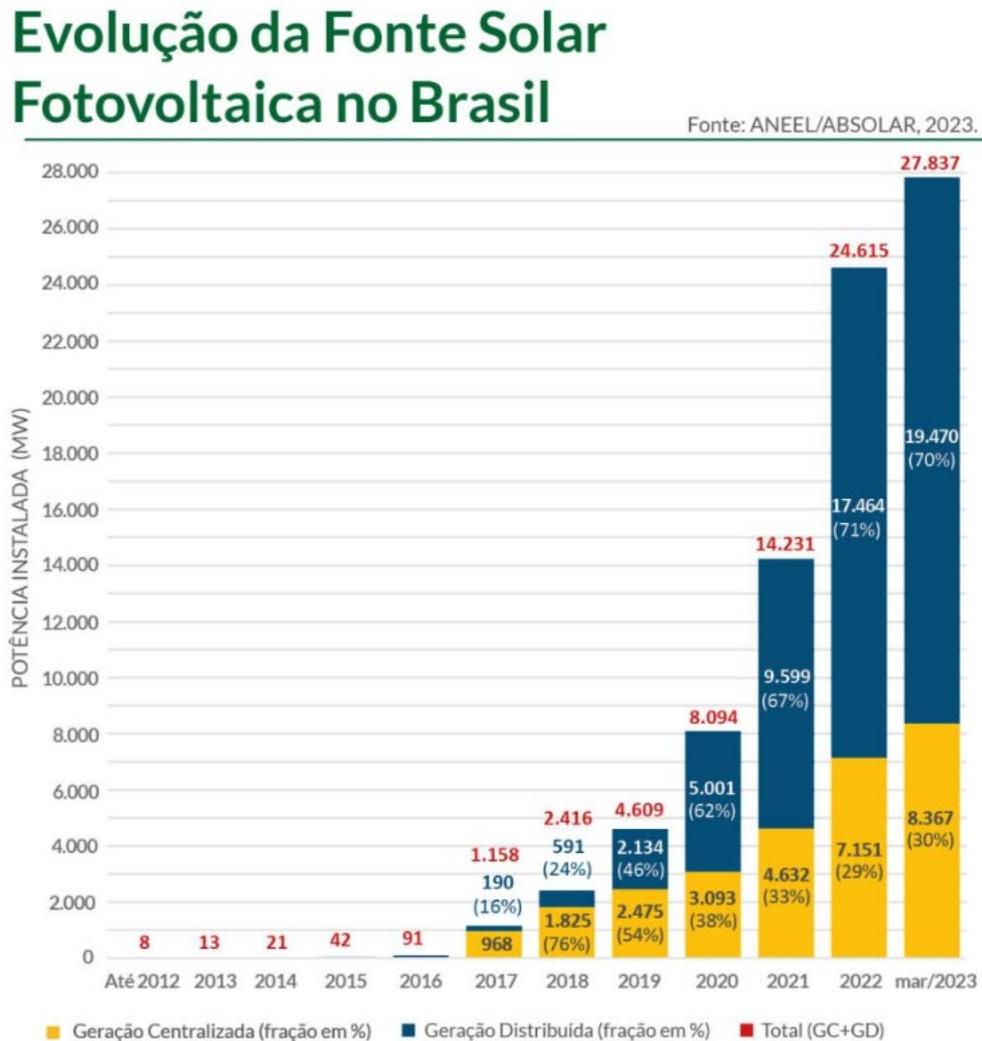
1. INTRODUÇÃO

Existem 2 (dois) tipos de fontes de energia no nosso planeta: As fontes renováveis e não-renováveis. As fontes renováveis de energia são aquelas consideradas inesgotáveis para os padrões humanos de utilização. Podemos utilizá-las continuamente e nunca se acabam, pois sempre se renovam. Alguns exemplos são: a energias solar, aproveitada diretamente para aquecimento ou geração de eletricidade, hidrelétrica, eólica, oceânica, geotérmica e da biomassa. Por outro lado, as fontes de energia não renováveis são baseadas em combustíveis fósseis ou outros recursos minerais que se esgotam de acordo com o uso. Os exemplos mais conhecidos de fontes não renováveis são o petróleo, o carvão, o gás natural e o urânio, esse último empregado nos reatores das usinas termonucleares. (VILLAVA, 2012).

A energia solar é uma fonte de energia renovável que vem crescendo significativamente em todo o mundo nas últimas décadas. No Brasil, esse crescimento não é diferente. Segundo a Associação Brasileira de Energia Solar Fotovoltaica (ABSOLAR) e a Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), em março de 2023, o Brasil chegou a uma potência instalada superior a 27,8 MW (Megawatts) em energia solar, sendo que cerca de 70% dessa capacidade se encontra dentro da modalidade de geração distribuída (GD). (VILLAVA, 2012).

Esse crescimento é resultado de diversos fatores, como a conscientização ambiental, os avanços tecnológicos na área, a redução de custos dos sistemas fotovoltaicos, incentivos governamentais e a crescente demanda por energia elétrica no país. Com essa fonte de energia renovável, é possível reduzir significativamente a dependência das fontes fósseis de energia, como o petróleo e o carvão mineral, contribuindo para a preservação do meio ambiente e para o desenvolvimento sustentável. (VILLAVA, 2012).

Figura 1 - Evolução da Fonte Solar Fotovoltaica no Brasil



Fonte: ANEEL/ABSOLAR (2023)

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo Geral

O objetivo deste trabalho é analisar e realizar uma comparação do dimensionamento e análise financeira para uma mesma residência tanto para a Lei 14.300 quanto para Resolução Normativa 482.

1.1.2 Objetivos Específicos

Os objetivos específicos deste trabalho são a análise de custos e a diferença entre os dimensionamentos do sistema fotovoltaico considerando a Resolução Normativa 482 e a Lei

14300. Logo serão identificados os custos dos materiais utilizados e da mão de obra para a execução, fazendo então um comparativo entre os custos e a geração de energia. Para tal, será necessário:

- a) Dimensionar o sistema fotovoltaico tanto de acordo com a Resolução Normativa 482, quanto de acordo com a Lei 14.300;
- b) Quantificar a produção mensal de energia pelos sistemas dimensionados;
- c) Realizar o levantamento de custos para a execução de ambos os sistemas;
- d) Apresentar análise de retorno financeiro;
- e) Comparar o custo por kWp (quilowatt-pico) de cada legislação.

1.2 JUSTIFICATIVA

Atualmente, procura-se diminuir cada vez mais o uso de fontes poluentes e não-renováveis de energia e a partir disso se passou a procurar opções de energia limpa. A energia solar sempre foi vista com bons olhos para ser esta opção de fonte renovável e desde a primeira célula fotovoltaica aplicada em 1954, evoluiu muito para ser a melhor opção. (VILLAVA, 2012).

Porém, no Brasil não existia uma norma onde regulamentasse como poderia produzir a própria energia em unidades consumidoras residenciais e ainda estar ligados à rede de distribuição. Isso até o ano de 2012, onde surgiu a Resolução Normativa 482. A partir dessa normativa, lançada pela ANEEL, o consumidor brasileiro pode gerar sua própria energia elétrica a partir de fontes renováveis ou cogeração qualificada e inclusive fornecer o excedente para a rede de distribuição de sua localidade. Trata-se da Micro e da Minigeração Distribuídas de Energia Elétrica, inovações que aliam economia financeira, consciência socioambiental e autossustentabilidade, conforme explica a própria Agência em seu site. (ANEEL, 2012)

Após este grande marco para a geração distribuída no país, surgiu em 2015 a resolução normativa 687, onde visava aperfeiçoar ainda mais a 482.

Entretanto, em outubro de 2019, a ANEEL apresentou uma proposta de revisão da RN 482 que alterava o sistema de compensação. O texto previa o fim da paridade tarifária, com a compensação de apenas um percentual do crédito de energia em favor do consumidor, que variava conforme os cenários propostos. (1 para 0,75 ou 1 para 0,5, por exemplo). Essa proposta foi vista como extremamente desfavorável pelo setor de energia solar, trazendo o risco de inviabilizar investimentos e quebrar o segmento, que ainda era pequeno em comparação ao mercado consumidor total do Brasil. A reação do setor solar a essa proposta

levou a elaboração de um projeto de lei para estabelecer um marco legal da GD. Isso porque uma lei é um instrumento hierarquicamente superior a uma resolução normativa. Um marco legal garantiria segurança jurídica ao mercado, impedindo que mudanças abruptas na regulação afetassem o setor. (PORTAL SOLAR, 2020)

Foi então que surgiu a Lei 14.300, com finalidade de trazer uma maior segurança jurídica ao setor, ela também trouxe alterações quem impactaram diretamente os resultados de geração de um sistema de energia solar.

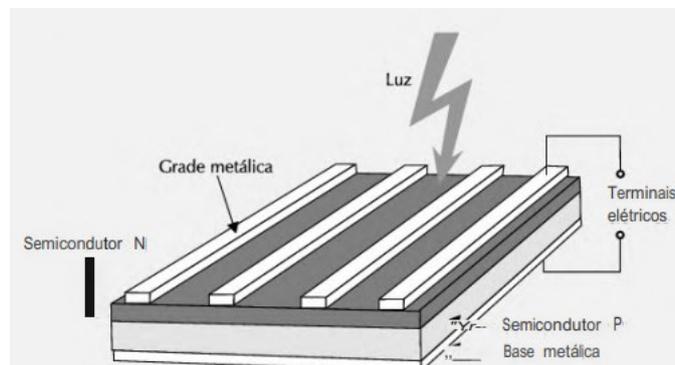
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Efeito Fotovoltaico

O efeito fotovoltaico é o fenômeno físico que permite a conversão direta da luz em eletricidade. Esse fenômeno ocorre quando a luz, ou a radiação eletromagnética do Sol, incide sobre uma célula composta de materiais semicondutores com propriedades específicas. (VILLAVA, 2012).

O material mais utilizado nas células é o silício, material semicondutor e segundo mais abundante na crosta terrestre. Existem diversos tipos de células, sendo as principais de silício policristalino, silício monocristalino e de filmes finos (PINHO; GALDINO, 2014).

Figura 2 - Estrutura de uma célula fotovoltaica



Fonte: VILLAVA (2012).

2.2 Tipos de sistemas fotovoltaicos

Existem duas principais classificações para os sistemas fotovoltaicos: *On Grid* e *Off Grid*. A principal diferença entre os dois tipos de sistemas está na forma que a energia é armazenada e utilizada. (VILLAVA, 2012).

2.2.1 Sistemas On Grid – Sistemas conectados à rede

Como o próprio nome já diz, o sistema *on grid* é o sistema que é conectado à rede da distribuidora de energia elétrica. Quando o sistema gera mais energia do que a unidade consumidora utiliza, o excedente de energia é injetado na rede, gerando créditos de energia para serem utilizados em uma outra unidade consumidora ou em meses seguintes. Na prática, esta tecnologia utiliza a rede da concessionária como uma forma de bateria, que utiliza a energia da concessionária quando não há geração de energia pelo sistema fotovoltaico. (VILLAVA, 2012).

Para compor este sistema, utilizamos 2 (dois) principais equipamentos que são os módulos fotovoltaicos, onde ocorre o efeito fotovoltaico e gera a energia em corrente contínua, e os inversores, que convertem esta corrente para corrente alternada além de terem funções secundárias como o monitoramento de geração de energia e a garantia que o sistema pare de funcionar em caso de falta de energia na rede de distribuição. (VILLAVA, 2012).

Figura 3 - Funcionamento do sistema on grid



Fonte: Plataforma PIEV

2.2.2 *Sistemas Off Grid – sistemas não conectados à rede*

Diferentemente dos sistemas *on grid*, o *off grid* funciona de forma isolada da rede pública da distribuidora de energia. Logo além dos equipamentos necessários nos sistemas conectados, como módulos e inversores, este sistema também é necessário um banco de baterias para armazenar a energia e utiliza-la quando não houver geração. Este tipo de sistema é recomendado para lugares isolados, onde tem difícil acesso da rede, por se tratar de um sistema economicamente menos viável, por conta da compra das baterias. (VILLAVA, 2012).

Figura 4 - Funcionamento de um sistema off grid



Fonte: Neosolar (2023)

2.3 Regulamentações da Geração distribuída

Existem dois principais marcos na história da geração distribuída brasileira. O primeiro em 2012 com Resolução 482 e por último em 2022 com a criação da Lei 14.300.

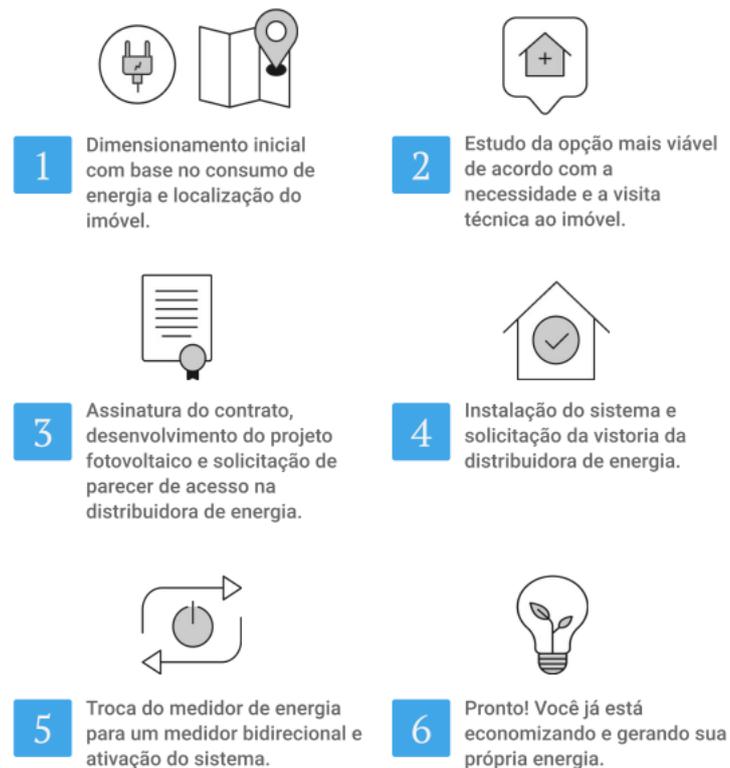
2.3.1 *Resolução Normativa nº482/2012*

Como dito anteriormente, a Resolução Normativa 482, publicada em 2012, foi um marco para a geração distribuída no país. Foi a partir desta normativa que existiu a possibilidade de os consumidores que são obrigados a adquirir energia elétrica de uma distribuidora específica, designada para a sua região geográfica, gerarem sua própria energia a partir de fontes renováveis de energia e redistribuir a energia excedente para outra unidade consumidora ou deixa-la de crédito para um outro período do ano para a mesma unidade

consumidora. Este último conceito é chamado de Sistema de Compensação de Energia Elétrica (SCEE). Com o SCEE implantado, quando um sistema de geração residencial gera mais energia do que é utilizado, instantaneamente, o sistema injeta a energia na rede da concessionária, assim gerando os créditos de energia. (ANEEL, 2023)

Para a implementação de uma usina residencial é necessário seguirmos alguns passos para chegarmos a economia de energia. Como mostra a Figura 5.

Figura 5 - Etapas para o funcionamento do sistema fotovoltaico.

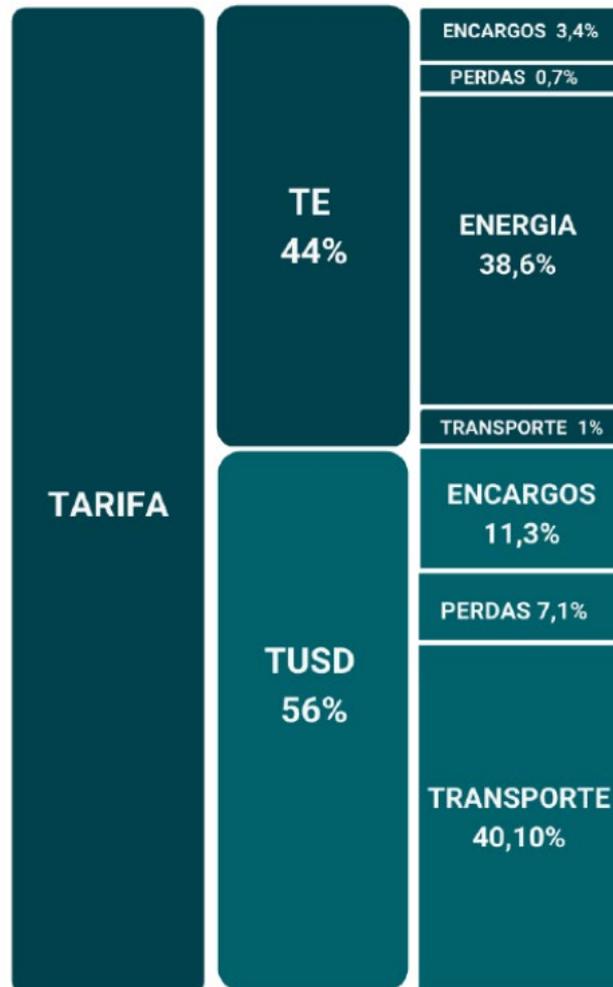


Fonte: Plataforma PIEV (2023)

Cada quilowatt-hora (kWh) injetado é utilizado para abatimento de todas as componentes da tarifa do consumidor, com um prazo de 60 meses para utilização desses créditos (ANEEL, 2015).

Sobre a tarifa de energia elétrica, existem 2 principais componentes que são a Tarifa de Energia (TE) e a Tarifa de Uso do Sistema de Distribuição (TUSD). A Figura 6 mostra o que compõem cada tarifa.

Figura 6 - Composição da tarifa de energia.



Fonte: Greener (2022)

Além disso, esta resolução normativa regula e classifica usinas em microgeração e minigeração da seguinte forma:

Microgeração distribuída: central geradora de energia elétrica, com potência instalada menor ou igual a 75 kW e que utilize cogeração qualificada, conforme regulamentação da ANEEL, ou fontes renováveis de energia elétrica, conectada na rede de distribuição por meio de instalações de unidades consumidoras (ANEEL, 2012).

Minigeração distribuída: central geradora de energia elétrica, com potência instalada superior a 75 kW e menor ou igual a 5 MW e que utilize cogeração qualificada, conforme regulamentação da ANEEL, ou fontes renováveis de energia elétrica, conectada na rede de distribuição por meio de instalações de unidades consumidoras (ANEEL, 2012).

Mais um ponto importante para esta normativa é em relação a tarifa mínima para os consumidores da Geração Distribuída. Caso o faturamento do consumidor seja inferior ao mínimo, será cobrada uma taxa referente à tarifa de distribuição de rede. Esta tarifa varia de acordo com o padrão de conexão da Unidade Consumidora como 30 kWh para ligação monofásica, 50 kWh para ligação bifásica e 100 kWh para trifásica. Para os consumidores do grupo A não é cobrado custo de disponibilidade, somente o custo de demanda. (ANEEL, 2012)

2.3.2 *Lei 14.300: Marco Legal*

A Lei 14.300, intitulada Marco Legal da Microgeração e Minigeração Distribuída, sancionada no dia 06/01/2022 e está em vigor. Lei que foi amplamente debatida, por cerca de 4 (quatro) anos, para regulamentar o setor de Geração Distribuída, categoria onde a energia solar se enquadra. A lei garantiu para todas as unidades já existentes, ou que protocolarem acesso até 12 meses após publicação, a manutenção dos benefícios já obtidos até 2045, chamado direito adquirido.

Já as unidades que receberam o número de protocolo após este prazo terão duas possibilidades. Projetos que se conectarem entre janeiro e julho de 2023 terão direito a uma transição até 31 de dezembro de 2030. Para as unidades consumidoras que se conectarem após 18 meses da aprovação da Lei, a transição termina em 31 de dezembro de 2028. (PORTAL SOLAR, 2021)

Para calcular quanto o consumidor final irá pagar na sua conta de energia, é preciso entender o que é o Fio B. O Fio B é parte da composição da tarifa de energia, fazendo parte da componente tarifária TUSD. Esse, refere-se então ao valor pago sob os custos relacionados ao uso do sistema de distribuição. (Canal Solar, 2022)

Cada concessionária de energia tem sua porcentagem de Fio B, pois, ele está relacionado aos custos da utilização da infraestrutura da rede de distribuição da concessionária local até às residências, comércios e etc, logo ele depende da área de concessão da distribuidora de energia. O Fio B é calculado anualmente pela concessionária e deve ser aprovado pela ANEEL. (Canal Solar, 2022)

Para a realização deste trabalho foi considerada concessionária local de Santa Catarina, Centrais Elétricas de Santa Catarina (CELESC), o Fio B representa cerca de 20% do valor da fatura de energia, para o caso de residenciais.

Figura 7 - Percentual de representatividade do Fio B

Sigla	REH	Início Vigência	Fim Vigência	Base Tarifária	Subgrupo	Modalidade	Classe	Subclasse	Detalhe	Acessante	Posto	Unidade	Componente Tarifária	Valor
Celeesc-DIS	REH Nº 3.094, DE 16 DE AGOSTO DE 2022	22/08/2022	21/08/2023	Tarifa de Aplicação	B1	Convencional	Residencial	Residencial	Não se aplica	Não se aplica	Não se aplica	MWh	TUSD_FioB	116,08

Fonte: Site da ANEEL (2023)

Figura 8 - Fatura de energia Residencial do mês de abril de 2022

Item	Quantidade	X	Preço (R\$)	=	Total (R\$)
CONSUMO	150		0,617886		92,68
CONSUMO	190		0,725157		137,78
ADICIONAL BAND. ESCASSEZ HIDRICA					24,72
ADICIONAL BAND. ESCASSEZ HIDRICA					36,75
Subtotal 1					291,93
COSIP					28,74
0800202403BA55ISTENCIAL					19,90
48 3216 7300 AVAI F C	(02)				140,00
SOC.AMPARO AO IDOSO					10,00
Subtotal 2					198,64

Fonte: CELESC (2022)

Sendo a tarifa residencial 0,68 R\$/kWh e o Fio B 0,118 R\$/kWh, o valor do Fio B para a fatura representa 17,3%.

Para os consumidores que obtiverem o número de protocolo da concessionária de energia, no período de homologação do projeto, após a data de 06 de janeiro de 2023, o cálculo do Fio B foi descrito anteriormente. O faturamento, por sua vez, será realizado de forma gradual a partir da Figura 9.

Figura 9 - Percentual de pagamento da TUSD Fio B por ano

Geração Junto à Carga Geração Compartilhada EMUC Autoconsumo até 500 kW Fontes Despacháveis - qualquer modalidade - % de pagamento da TUSD fio B						
2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029 (*)
15% do fio B	30% do fio B	45% do fio B	60% do fio B	75% do fio B	90% do fio B	Nova regra

Fonte: BRIGHT STRATEGIES (2022)

A partir de 2029, haverá cobrança de todas as componentes tarifárias não associadas ao custo da energia, e abatidos os benefícios da GD à rede. A ANEEL deverá valorar esses benefícios segundo as diretrizes do Conselho Nacional de Política Energética (BRASIL, 2022).

Outra mudança realizada por essa legislação foi a alteração do custo de disponibilidade para os consumidores, seguindo as seguintes regras:

a) Projetos com direito adquirido: A compensação de energia somente deverá ocorrer até o limite em que o valor do faturamento da UC seja maior ou igual ao mínimo de referência. Nesse caso, sempre haverá uma cobrança do custo de disponibilidade na conta de energia do consumidor (GREENER, 2022);

b) Projetos na regra de transição: O consumidor somente irá pagar o custo de disponibilidade, se o consumo medido for menor que o valor de referência (GREENER, 2022).

Em outras palavras, o consumidor poderá pagar o mesmo valor ou um valor mais elevado do que pagava anteriormente com a Resolução Normativa 482, mas nunca menos.

Além disso, houve outras alterações na regulamentação da geração distribuída que não serão abordadas em detalhes neste trabalho. No entanto, segue abaixo uma lista das principais mudanças ocorridas.

Figura 10 - Principais mudanças da Lei 14.300

Tema	Como era a REN 482/2012	Lei 14.300/2022
Direito adquirido	Não existia garantia – competência da ANEEL para alterar a Resolução 482/12	Para projetos protocolados até 12 meses após a publicação da Lei fica mantido o regime atual até 31/12/2045
Valoração dos Créditos	Compensação de 100% das componentes tarifárias	Algumas componentes deixarão de ser compensadas de forma gradual e escalonada de acordo com a regra de transição prevista (6 anos – utilização da CDE). A partir de 2029 novo entrada com "regra nova"
Compensação das componentes tarifárias	A REN 482 poderia ser alterada a qualquer momento pela ANEEL – cenário "Alternativa 5" (compensação apenas TE – Energia)	Encontro de "contas" a ser feito em até 18 meses da publicação da Lei, a partir de diretrizes do CNPE (6 meses). A ANEEL será obrigada a considerar o cálculo do SCEE de todos os benefícios ao sistema da GD
Demanda das Usinas	TUSD C	TUSD G (até 70% menor que a TUSD C)
Custo de Disponibilidade	Cobrado em duplicidade na prática	Deixará de ser cobrado em duplicidade
Geração Compartilhada	Via Consórcio (PJ) ou Cooperativa (PF)	Flexibilização. Via Consórcio, Cooperativa, Associação e Condomínio civil (voluntário ou edilício)
Potência Máxima	Em regra até 5 MW para todas as fontes de energia	Até 3 MW para solar (não despacháveis) e até 5 MW para as demais fontes (despacháveis)
Titularidade	Unificar titularidade era uma prática de mercado sem respaldo legal/regulatório	Previsão legal expressa para unificação (pode ser solução para ICMS na geração compartilhada)
Distribuição de Créditos	Prazo de 60 dias para análise da Distribuidora	Prazo caiu para 30 dias
Troca de Titularidade	A qualquer momento, a partir da assinatura do CUSD e do CCER	(i) a transferência de titularidade dos projetos já conectados não implicará na perda dos benefícios já obtidos anteriormente; (ii) será permitida a transferência de titularidade ou transferência de controle, até a solicitação de vistoria do ponto de conexão para a distribuidora
Garantia de fiel cumprimento (caução)	Não há necessidade	2,5% do investimento potência entre 500kW e 1.000 kW e 5% para sistemas maiores que 1.000 kW. Projetos superiores a 500kW devem apresentar garantia em até 90 dias da publicação da lei. Não se aplica à geração compartilhada, EMUC e para os casos em que o CUSD seja firmado em 90 dias da lei
B (optante)	Entendimento atual é de que consumidor não poderia ser B optante com usina minigeração	Permitido B optante com usina junto à carga até 112,5 kW
Prazo para cadastro/porcentagem	60 dias a partir do envio dos dados	30 dias a partir do envio dos dados
Programa para GD em baixa renda	Não existia vedação, mas a ANEEL não recomendava a prática	Fica vedada expressamente comercialização de pareceres de acesso
Comercialização de Energia	Vedado	Possibilidade de comercialização dos excedentes com as distribuidoras por meio de chamada pública a ser regulamentada pela ANEEL
Atributos Ambientais	Atualmente não são valorados	Serão valorados e remunerados a partir de março de 2022
Prazo para cumprimento das disposições	Sem previsão	Distribuidoras deverão se adequar e operacionalizar as alterações em até 180 (cento e oitenta) dias da data de publicação desta Lei

Fonte: Genyx/Bárbara Rubim (2022)

2.4 Fluxo de caixa

Segundo o site da Caixa Econômica Federal (2021), a explicação para a definição de fluxo de caixa:

“De forma simples, podemos dizer que fluxo de caixa é um instrumento que o empresário usa para acompanhar a situação financeira da sua empresa. Para fazer o seu, basta criar um relatório

com informações sobre toda a movimentação de dinheiro gasto ou recebido pela sua empresa em um determinado período de tempo.”
(Caixa Econômica Federal, 2021)

Para o setor fotovoltaico, o fluxo de caixa, é utilizado para avaliar a viabilidade financeira dos projetos de energia solar. Com o fluxo de caixa, é possível estimar o retorno sobre o investimento, a geração de caixa ao longo do tempo e os gastos associados ao projeto, permitindo que sejam tomadas decisões estratégicas com base em informações financeiras precisas.

Para calcular o valor presente de um fluxo de caixa, é necessário atualizar o valor do dinheiro ao longo do tempo, levando em conta a sua desvalorização. Essa atualização é feita aplicando uma taxa de correção no cálculo. O valor presente pode ser calculado dividindo o valor futuro pelo resultado da taxa de correção elevada ao tempo. Assim sabendo o valor verdadeiro de poder de compra do dinheiro em cada ano do fluxo de caixa. (Nubank, 2022)

$$\text{Equação 1: } VP = VF \div (1 + TMA)^n$$

Onde:

- VP = Valor presente;
- VF = Valor futuro;
- TMA = Taxa de correção;
- n = Unidade de tempo (meses ou anos, por exemplo).

2.4.1 Valor Presente Líquido

Segundo o livro "Investments" de Bodie, Kane e Marcus define o Valor Presente Líquido (VPL) como uma técnica de análise de investimentos que desconta os fluxos de caixa futuros para o presente utilizando uma taxa de desconto apropriada. O resultado é o valor presente líquido dos fluxos de caixa futuros, que é comparado com o investimento inicial para determinar a viabilidade do investimento.

Mais especificamente, o VPL é calculado como a diferença entre o valor presente dos fluxos de caixa futuros e o investimento inicial. Se o VPL for positivo, o investimento é

considerado viável, pois os fluxos de caixa futuros são maiores do que o investimento inicial. Se o VPL for negativo, o investimento é considerado inviável, pois os fluxos de caixa futuros não são suficientes para cobrir o investimento inicial. (Bodie; Kane; Marcus, 2017)

Para calcular o VPL usamos a equação 1:

$$VPL = FC_0 + \frac{FC_1}{(1 + TMA)^1} + \frac{FC_2}{(1 + TMA)^2} + \dots + \frac{FC_n}{(1 + TMA)^n}$$

Onde:

- VPL: consiste na soma dos fluxos de caixa estimados no investimento. É o resultado que determina se a iniciativa é válida;
- FC₀: é o investimento inicial. O valor deve ser inserido como um sinal negativa, pois é uma saída de caixa;
- FC_n: é o valor do fluxo de caixa no último período, que pode ser após meses ou anos;
- TMA: Taxa Mínima de Atratividade ou Taxa de correção. (Warren, 2022)

2.4.2 Taxa interna de retorno

Ainda segundo livro "Investments" de Bodie, Kane e Marcus define a Taxa Interna de Retorno (TIR) como a taxa de desconto que torna o VPL de um fluxo de caixa futuro igual a zero. A TIR é uma medida financeira utilizada em análises de investimentos e é uma das mais importantes para a tomada de decisão em projetos de longo prazo.

A TIR representa a taxa de rentabilidade do investimento, ou seja, é a taxa de juros que faz com que o valor presente dos fluxos de caixa futuros seja igual ao investimento inicial. Assim, se a TIR for maior do que a taxa de desconto exigida, o projeto é considerado viável, pois a rentabilidade esperada é superior à taxa mínima exigida pelos investidores. (Bodie; Kane; Marcus, 2017)

2.4.3 Payback

O *Payback* como uma técnica de análise de investimentos que mede o tempo necessário para recuperar o investimento inicial em um projeto. O *Payback* é calculado

somando-se os fluxos de caixa futuros do projeto até que o valor acumulado iguale o investimento inicial. (Bodie; Kane; Marcus, 2017)

Logo para calcular o *Payback* utilização a Equação 2:

$$\text{Equação 2: } Pb = PSP + \frac{SNA}{FCD}$$

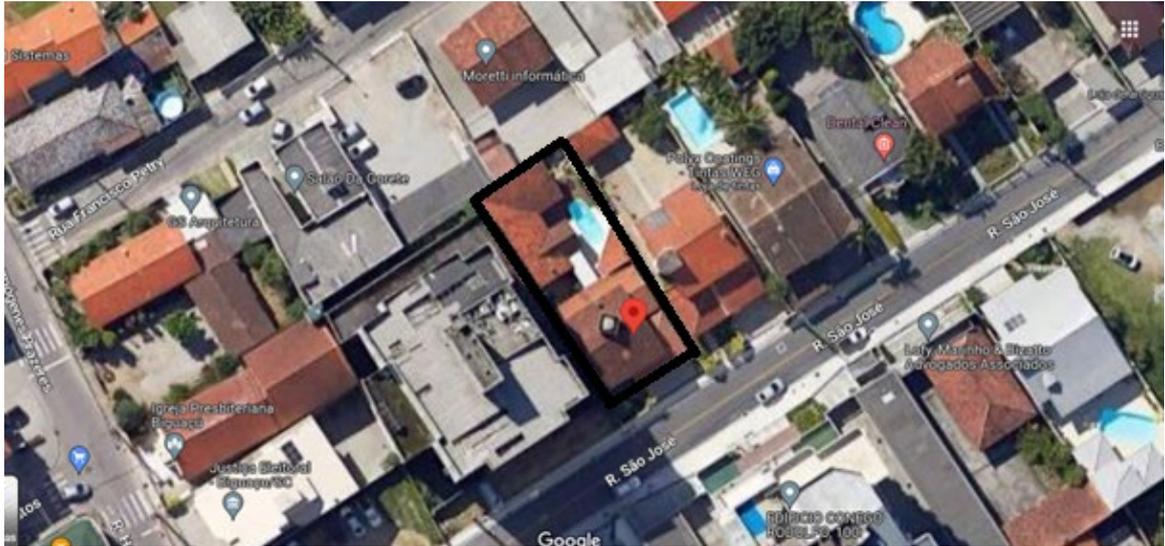
Onde:

- *Pb*: *Payback*;
- *PSP*: é o primeiro ano de saldo positivo do fluxo de caixa;
- *SNA*: é o saldo negativo do ano anterior ao *PSP*;
- *FCD*: é o Fluxo de caixa descontado do primeiro ano de saldo positivo. (Nubank, 2022)

3. ESTUDO DE CASO – Residência unifamiliar

Este estudo de caso teve como objetivo analisar a implementação de um sistema fotovoltaico na residência unifamiliar localizada na cidade de Biguaçu, em Santa Catarina, onde vivem duas pessoas. Inicialmente, o trabalho se concentrou em avaliar o dimensionamento do sistema fotovoltaico necessário para atender as demandas de energia elétrica da residência e identificar as possíveis limitações e desafios que possam surgir durante a implementação do projeto.

Figura 11 - Localização da unidade consumidora do estudo de caso



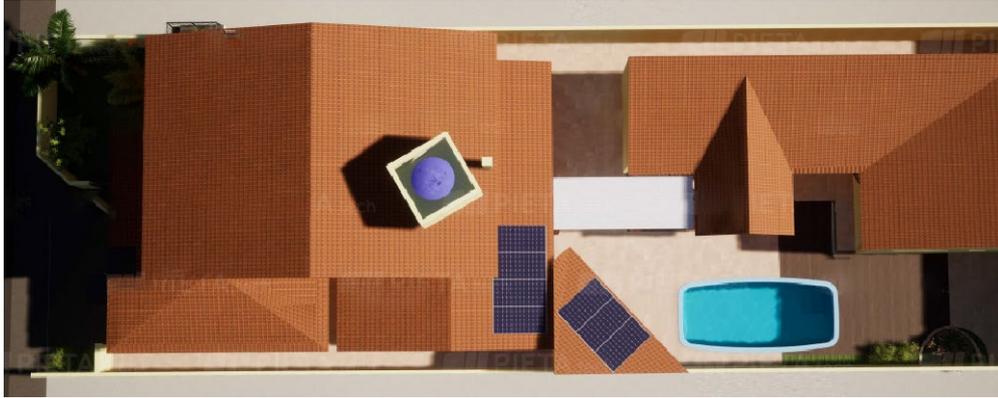
Fonte: Google Maps (2023)

Figura 12 - Projeto 3D do estudo de caso



Fonte: Projeto Pieta.tech (2022)

Figura 13 - Projeto 3D do estudo de caso



Fonte: Projeto Pieta.tech (2022)

3.1 Levantamento das informações do consumo de energia da residência.

A primeira etapa para fazer um dimensionamento fotovoltaico para uma residência unifamiliar é o levantamento das informações do consumo de energia. Essas informações podem ser obtidas através das contas de energia elétrica dos últimos meses, que contém informações detalhadas sobre o consumo de energia da residência. (Silva, 2018)

Algumas informações importantes que devem ser levantadas durante essa etapa são:

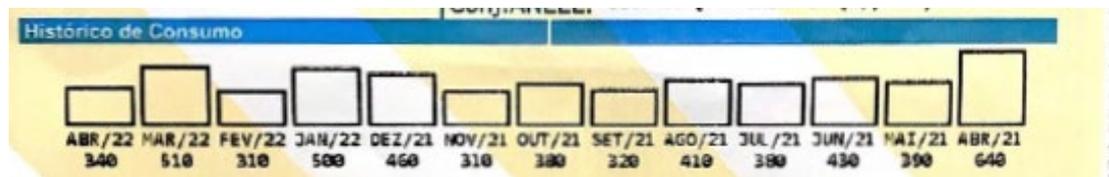
- Consumo médio de energia da residência: é a média de consumo de energia mensal da residência, que pode variar de acordo com o número de moradores, o tamanho da casa, a quantidade de aparelhos eletrônicos, entre outros fatores;
- Hábitos de consumo dos moradores: alguns moradores podem ter hábitos de consumo diferentes, como utilizar mais energia durante o dia ou durante a noite. É importante entender esses hábitos para poder dimensionar o sistema fotovoltaico de acordo com as necessidades da residência;
- Quantidade de aparelhos eletrônicos utilizados diariamente: é necessário fazer um levantamento dos aparelhos eletrônicos que são utilizados diariamente na residência, como geladeira, televisão, ar-condicionado, chuveiro elétrico, entre outros. Isso ajuda a dimensionar o sistema de acordo com a carga que esses aparelhos exigem;

- Potência dos aparelhos eletrônicos: além da quantidade de aparelhos eletrônicos, é importante saber qual é a potência de cada um deles, para poder calcular a carga total que será exigida do sistema fotovoltaico.

Com essas informações, é possível calcular a carga total que será exigida do sistema fotovoltaico e dimensionar os equipamentos necessários para atender essa demanda. (Silva, 2018)

Para a avaliação do estudo de caso, iremos analisar a fatura do mês de abril de 2022. Nesta conta, consta o histórico de consumo em kWh da residência dos últimos 13 meses.

Figura 14 - Histórico da fatura de energia



Fonte: CELESC (2022)

A média de consumo é de 406 kWh.

A rede da casa é uma rede trifásica, logo, a tarifa mínima que os moradores precisaram pagar é de 100 kWh. Podemos descontar este valor da média de consumo e calcular o consumo diário.

O consumo diário é a média de consumo dividido por 30, ou seja, o consumo do projeto é de 10,205 kWh/dia.

3.2 Índices Solarimétrico

Os índices solarimétricos são parâmetros importantes que devem ser considerados no dimensionamento de um projeto fotovoltaico. Eles fornecem informações sobre a quantidade de energia solar disponível em uma determinada região, o que é fundamental para determinar a capacidade de geração do sistema. (Silva, 2018)

Existem vários índices solarimétricos que podem ser utilizados no dimensionamento de um projeto fotovoltaico, como o índice de radiação solar global, a irradiância solar, a inclinação e orientação dos módulos solares, entre outros.

O índice de radiação solar global é uma medida da quantidade total de energia solar que chega à superfície da Terra durante um determinado período de tempo. Essa medida é expressa em unidades de energia por unidade de área, geralmente em quilowatts-hora por metro quadrado por dia (kWh/m²/dia). (FERNANDES, F. P.; FERNANDES, E. M. G., 2018)

Já a irradiância solar é uma medida da intensidade da radiação solar em um determinado momento, e é expressa em unidades de potência por unidade de área, geralmente em watts por metro quadrado (W/m²). (FERNANDES, F. P.; FERNANDES, E. M. G., 2018)

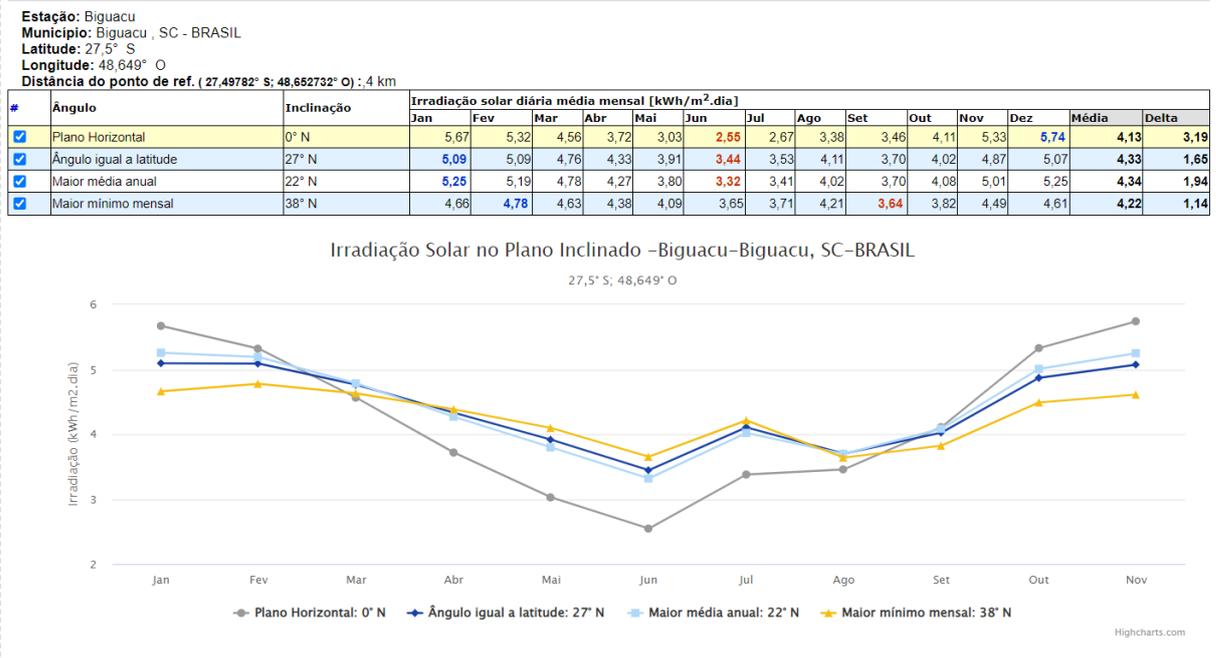
A inclinação e orientação dos módulos solares também são importantes, pois afetam a quantidade de energia solar que é capturada pelo sistema. Geralmente, os módulos são instalados com uma inclinação e orientação que maximizam a exposição ao sol durante o período de maior incidência solar. (FERNANDES, F. P.; FERNANDES, E. M. G., 2018)

Ao considerar esses e outros índices solarimétricos no dimensionamento de um projeto fotovoltaico, é possível determinar a capacidade de geração de energia do sistema de forma mais precisa e eficiente, garantindo assim a máxima eficiência energética e rentabilidade do investimento. (FERNANDES, F. P.; FERNANDES, E. M. G., 2018)

Para executar no caso de estudo, é preciso, primeiramente, encontrar a latitude e longitude onde o dimensionamento será executado. Esta informação é encontrada via Google Maps. Logo, a latitude e longitude do projeto são de, respectivamente -27.49781957089702, -48.65273193511715. (Google Maps, 2023)

Em seguida, foi consultado no site da CRESESB, inserimos os valores da localização e o site retorna com os valores médios mensais e anuais para três estações próximas do local. Foi selecionada a estação mais próxima do local de projeto, de Biguaçu, que fica cerca de 4km de distância do projeto.

Figura 15 - Índice Solarimétrico do município de Biguaçu



Fonte: CRESESB (2023).

Os resultados obtidos mostram a quantidade de radiação incidente em uma área plana com inclinações de 27 graus, 22 graus e 35 graus. Os valores máximos foram observados nas inclinações de 27 graus e 22 graus, com uma diferença não muito significativa. De acordo com Rüther, é recomendado utilizar o valor mais próximo à latitude da região em questão, portanto, a inclinação de 27 graus será utilizada, resultando em um índice solarimétrico de 4,33 [kWh/m².dia] para o projeto. (Rüther, 2004)

3.3 Potência teórica do sistema fotovoltaico.

A potência teórica é uma estimativa e pode variar devido a vários fatores, como a eficiência do sistema, sombreamento, orientação e inclinação dos painéis solares, entre outros. (Villalva, 2012).

No estudo do caso, como exemplo, o consumo médio mensal de energia elétrica é de 406,15 kWh, a energia diária necessária é de 10,205 kWh/dia e a irradiação solar média mensal é de 4,33 kWh/m²/dia. Nesse caso, a potência teórica do sistema fotovoltaico pode ser calculada da seguinte maneira:

Para calcular a potência teórica, foi utilizada a equação 3:

$$\text{Equação 3: } P_{MÓDULOS} = \frac{EE \times G_{stc}}{I_{med} \times TD}$$

Onde:

EE = energia elétrica consumida diariamente pela residência.

G_{stc} = valor padrão de irradiância solar de 1000 W/m²

I_{med} = irradiação diária média anual

TD = taxa de desempenho do sistema (Para nosso projeto consideramos 85%)

Substituindo na fórmula para nosso estudo de caso:

$$P_{MÓDULOS} = \frac{10,205 \times 1000}{4,33 \times 0,85} = 2,8 \text{ kWp}$$

3.4 Escolha dos equipamentos

É importante escolher equipamentos de qualidade e que sejam compatíveis com as necessidades do local, levando em conta a demanda de energia, a irradiação solar e outras características específicas.

3.4.1 Módulos Solares

Os painéis solares são responsáveis por captar a energia solar e transformá-la em energia elétrica. É preciso escolher painéis com uma potência adequada e que sejam resistentes às condições climáticas do local.

A escolha dos módulos fotovoltaicos para o projeto geralmente envolve uma análise cuidadosa das características dos módulos e de suas especificações técnicas, bem como uma avaliação do mercado para determinar as opções disponíveis.

Entre as considerações técnicas importantes estão a eficiência energética do módulo, a resistência a condições climáticas adversas, a garantia e o desempenho a longo prazo do módulo. Também é importante levar em conta a compatibilidade do módulo com o sistema de inversores e baterias, se for o caso.

Além disso, os preços e a disponibilidade dos módulos no mercado também são fatores importantes que influenciam a escolha.

No estudo de caso em específico, foram utilizados 7 módulos fotovoltaicos, da marca Risen, com potência de 405Wp – 120 Células – Monocristalino e o modelo RSM40-8-405M foram escolhidos, totalizando 2,835 kWp, por atenderem a esses critérios técnicos e por RSM40-8-405M serem uma opção viável em termos de preço e disponibilidade no mercado.

Outro motivo que esses módulos foram selecionados porque já vinham em conjunto com os microinversores, o que é chamado de kit fotovoltaico, o que oferece uma solução mais simples e prática para o projeto em questão.

Figura 16 - Módulo fotovoltaico Risen



Fonte: Site Genyx (2023)

3.4.2 Inversores

Os inversores convertem a energia elétrica produzida pelos painéis solares em energia elétrica alternada, que é a forma de energia usada nas residências e comércios. É importante escolher um inversor com a potência adequada e que seja compatível com os painéis solares escolhidos.

Na escolha do inversor para um projeto fotovoltaico, é fundamental avaliar a potência do sistema, levando em consideração o número de painéis solares e a potência máxima do conjunto. Além disso, é importante considerar o tipo de painel solar a ser utilizado, uma vez que diferentes inversores podem ser mais eficientes com diferentes tecnologias de células solares.

A eficiência energética do inversor é outro fator crítico, pois influencia diretamente na quantidade de energia que será convertida e disponibilizada para uso. Além disso, a confiabilidade e a durabilidade do inversor são fundamentais para garantir o desempenho e a vida útil do sistema como um todo.

Para o estudo de caso, foi escolhido 2 microinversores da marca Hoymiles, modelo HM-1500, potência 1.5 kW e tensão de 220V. Optou-se por esse tipo de inversor pela vantagem de permitirem que cada painel solar funcione independentemente, o que significa que cada um pode gerar energia de forma mais eficiente e precisa, mesmo que haja sombreamento parcial ou outros problemas de desempenho. Isso aumenta a eficiência do sistema como um todo e permite que os proprietários maximizem a geração de energia.

Figura 17 - Micro inversor Hoymiles



Fonte: Site Genyx (2023)

3.5 Simulação de geração

Para a simulação de geração de energia foi utilizado o software PVSol para uma residência que tem a instalação de 7 módulos fotovoltaicos, com uma potência total de 2,835 kWp. O objetivo da simulação foi avaliar a eficiência do sistema e estimar a produção de energia.

A instalação foi feita em duas águas do telhado, uma com a orientação nordeste onde ficaram localizados 4 módulos e a outra com a orientação para o oeste onde ficaram localizados os outros 3 módulos. A inclinação dos módulos seguiu a da telha de 20 graus, o que é ideal para a captação de energia solar. Os módulos escolhidos possuem uma eficiência de conversão de 21,1%, segundo a distribuidora Genyx, o que significa que eles convertem 21,1% da energia solar que recebem em eletricidade utilizável.

Figura 18 - Projeto PVsol

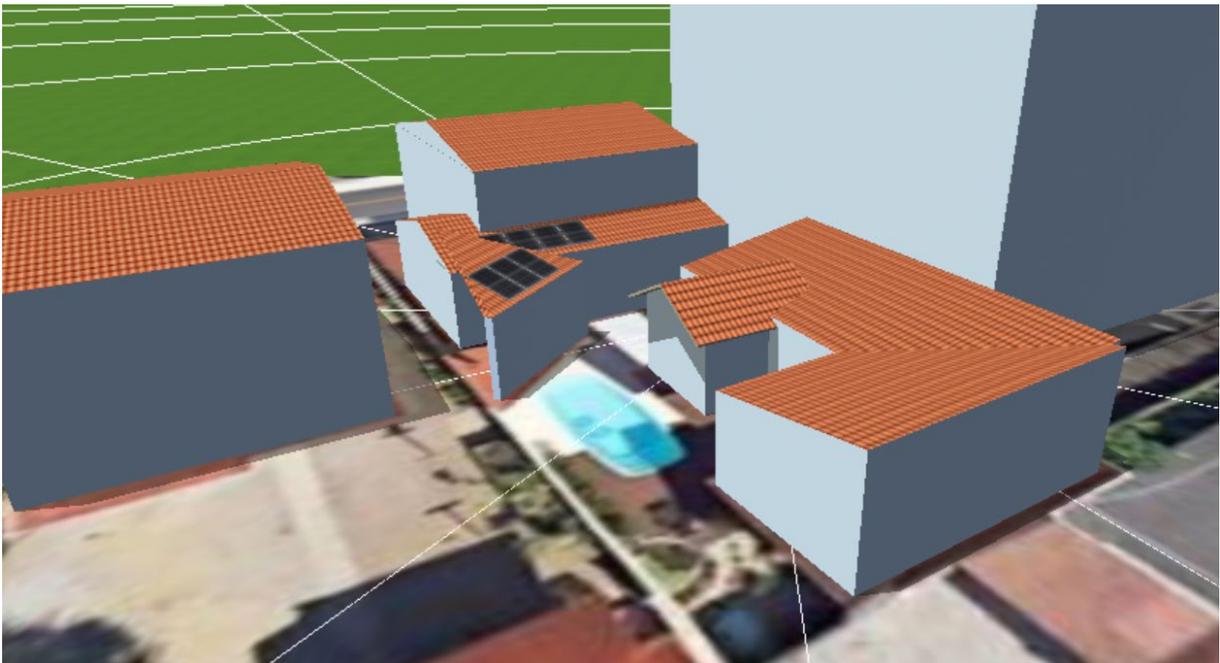
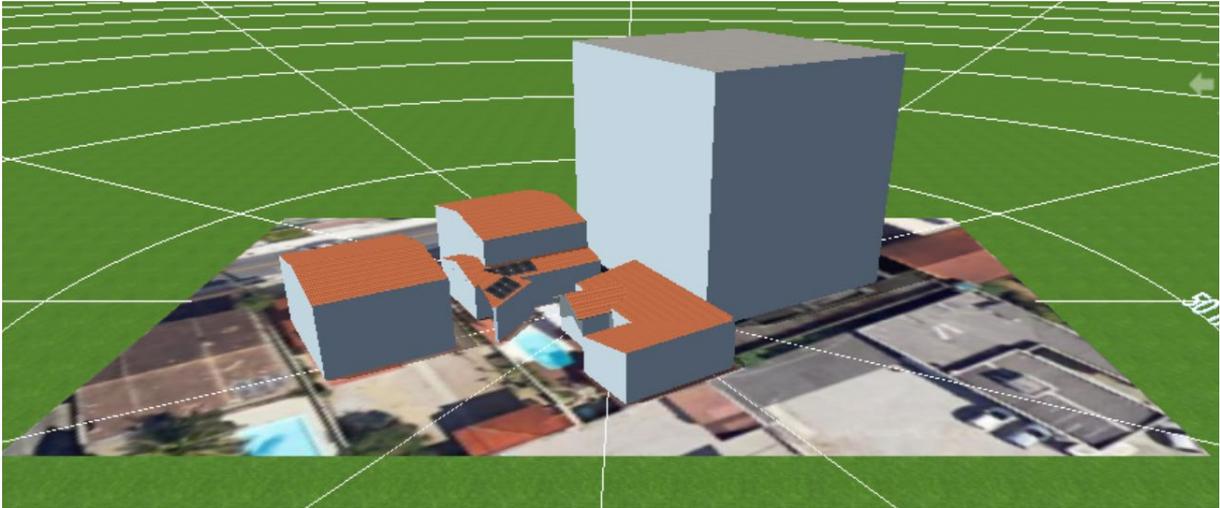


Figura 19 - Projeto PVsol



Como pode ser observado nas Figuras 18 e 19, a residência em questão está situada entre um prédio e outra residência, o que pode ocasionar sombreamento nos módulos fotovoltaicos instalados na cobertura. Essas sombras podem reduzir significativamente a geração de energia do sistema e comprometer a eficiência do mesmo.

Por conta disso, foi realizada uma análise de sombreamento no local, utilizando o software PVsol. A análise permitiu verificar a porcentagem de perda de energia causada pelas sombras projetadas pelos imóveis vizinhos.

Figura 20 - Imagem da porcentagem de sombreamento do estudo de caso

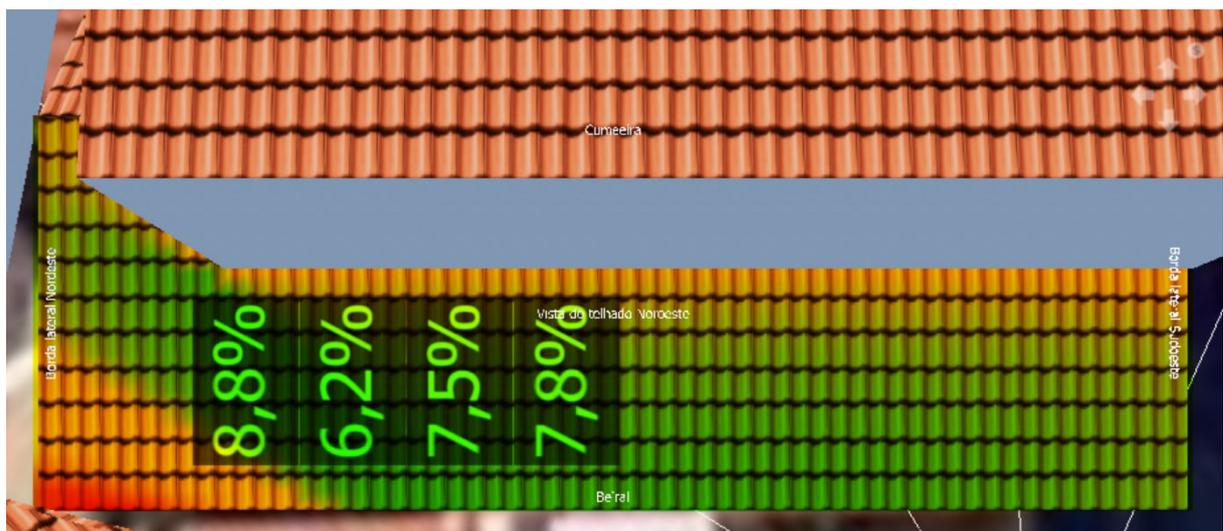
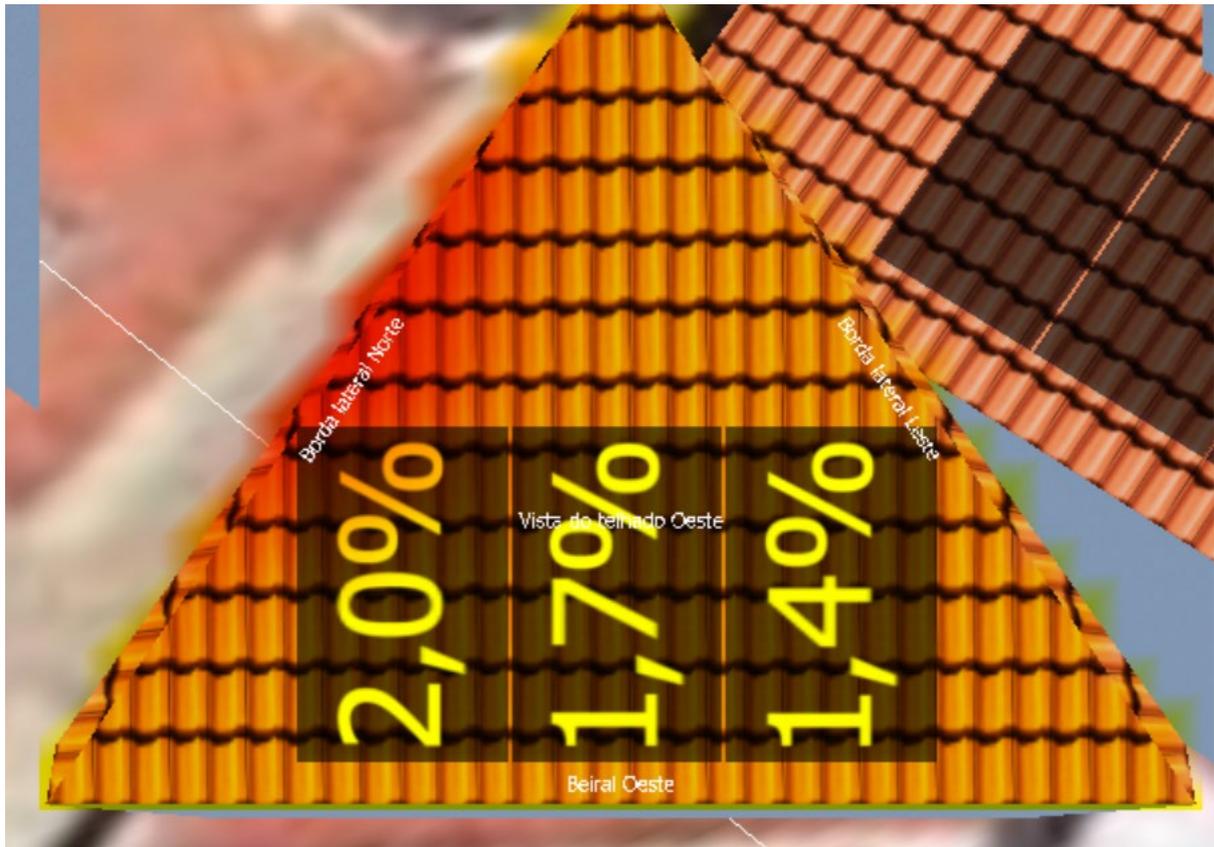


Figura 21 - Imagem da porcentagem de sombreamento do estudo de caso



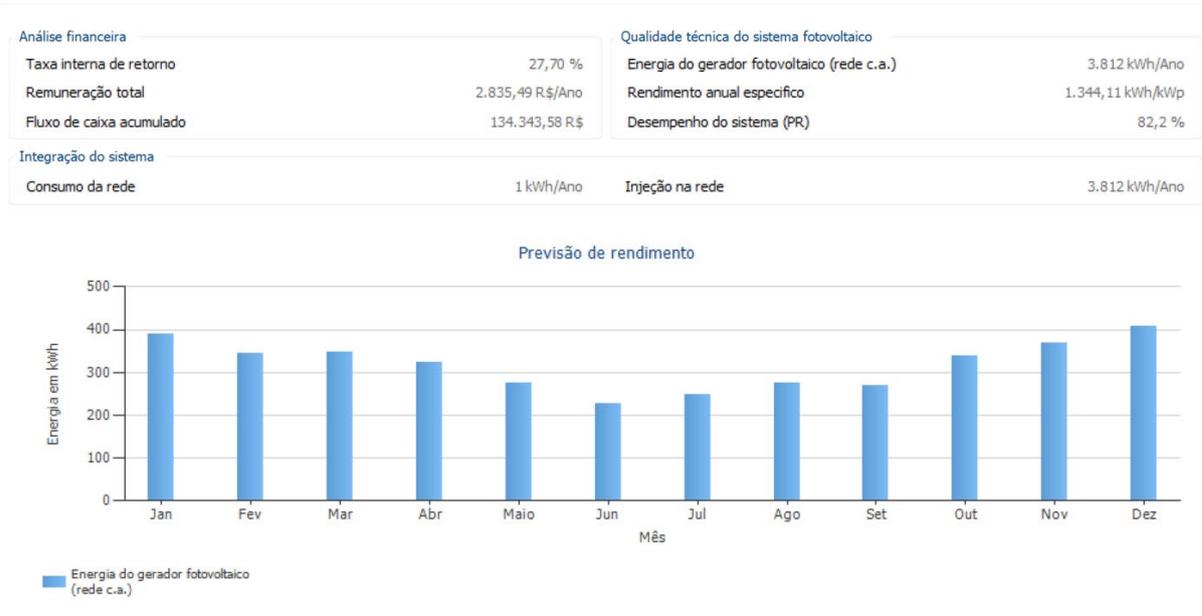
O dimensionamento de sistemas de energia solar é um processo crucial para garantir que a geração de energia seja suficiente para atender às necessidades de um determinado local. Nesse contexto, a quantidade de energia necessária deve ser estimada com precisão para que se possa escolher os equipamentos adequados e determinar a potência do sistema. No caso em questão, segundo o histórico de consumo da unidade consumidora apresentado na Figura 14, foi identificado que uma quantidade de energia de 3.672 kWh/ano seria necessária para atender às demandas do local.

A partir dessa informação, foi escolhida uma potência maior para garantir que o sistema fosse capaz de gerar energia suficiente para suprir as necessidades. Além disso, foi necessário descontar a quantidade de sombreamento no local para garantir que a geração de energia fosse efetiva. Essa análise de sombreamento é fundamental para garantir que os painéis solares recebam a quantidade adequada de luz solar para gerar energia de forma eficiente.

Após essas considerações, foi realizada uma simulação pelo software que indicou a geração de energia seria de 3.812 kWh/ano. Esse valor é superior à quantidade de energia

necessária estimada anteriormente, o que significa que o sistema de energia solar será capaz de suprir as necessidades do local com folga.

Figura 22 - Resultado da simulação do estudo de caso pelo PVsol



3.6 Projeto e Homologação do sistema fotovoltaico

Após a escolha do equipamento, para que esse sistema seja instalado e funcione corretamente, é necessário seguir uma série de normas e procedimentos, que envolvem desde o projeto até a homologação junto à concessionária de energia elétrica.

O projeto do sistema fotovoltaico é uma etapa fundamental para garantir que o sistema irá funcionar de forma segura e eficiente. O projeto deve ser desenvolvido por um profissional habilitado e capacitado, que irá elaborar o diagrama unifilar, o memorial descritivo e a responsabilidade técnica do projeto. Esses documentos são importantes para que a concessionária de energia elétrica possa avaliar e homologar o sistema. (CELESC, 2022)

Após a elaboração do projeto, é necessário submeter a documentação para a concessionária de energia elétrica. No caso de Santa Catarina, a concessionária responsável é a CELESC. A concessionária tem o prazo de 15 dias corridos para analisar a documentação e emitir a homologação do sistema. Caso a análise não seja feita dentro do prazo estabelecido, existe a possibilidade de abrir uma reclamação dentro da própria concessionária e também junto à ANEEL (Agência Nacional de Energia Elétrica). O diagrama unifilar do estudo de caso encontra-se no apêndice. (CELESC, 2022)

A homologação do sistema fotovoltaico é importante para garantir a segurança da instalação elétrica e também para que a energia gerada seja contabilizada e inserida na rede elétrica. Além disso, a homologação é necessária para que o proprietário do sistema possa obter os benefícios previstos em lei, como a isenção de Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços (ICMS) sobre a energia gerada e injetada na rede elétrica. (CELESC, 2022)

4. ANÁLISE DE VIABILIDADE ECONÔMICA

A análise de viabilidade econômica é um processo fundamental para a tomada de decisões em qualquer projeto. No caso de projetos fotovoltaicos, essa análise se torna ainda mais relevante, pois envolve um investimento considerável e pode gerar retornos financeiros significativos em longo prazo.

No Brasil, existem diversas regulamentações que afetam a viabilidade econômica de um projeto fotovoltaico, sendo duas das principais a Resolução Normativa 482 e a Lei 14.300. A Resolução Normativa 482, criada em 2012 pela Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), estabelece as regras para a geração distribuída de energia elétrica a partir de fontes renováveis, incluindo a energia solar fotovoltaica. Já a Lei 14.300, aprovada em 2022 pelo então presidente da república Jair Bolsonaro, institui uma política de regulamentação da geração distribuída de energia elétrica a partir de fontes renováveis, com foco em sistemas fotovoltaicos.

Neste contexto, uma análise de viabilidade econômica de um projeto fotovoltaico de 2,835 kWp envolveria a avaliação de diversos fatores, como o custo dos equipamentos, o potencial de geração de energia solar na região, a tarifa de energia elétrica praticada pela concessionária local, entre outros. Além disso, seria necessário levar em consideração as diferentes regras e incentivos estabelecidos pela Resolução Normativa 482 e pela Lei 14.300, para determinar qual a melhor estratégia para viabilizar o projeto.

Dessa forma, uma análise de viabilidade econômica de um projeto fotovoltaico de 2,835 kWp seria essencialmente influenciada pelas regras e incentivos estabelecidos pela Resolução Normativa 482 e pela Lei 14.300, e dependeria da aplicação correta de cada uma dessas regulamentações para obter o melhor retorno financeiro e a melhor eficiência energética possível.

4.1 Valor total do projeto

O desenvolvimento de um projeto fotovoltaico envolve muitas etapas e é necessário um planejamento cuidadoso para garantir que tudo seja feito de forma adequada e segura. Uma parte importante desse processo é o orçamento, que inclui todo o material necessário para a instalação, bem como os custos com mão de obra, homologação do sistema e responsabilidade técnica do engenheiro.

O material necessário para a instalação do sistema fotovoltaico inclui painéis solares, inversores, cabos, conectores, suportes de fixação, entre outros componentes. É importante que todo o material seja escolhido cuidadosamente para garantir que seja de boa qualidade e compatível com o tipo de instalação que será realizada.

Além do material, também é necessário orçar a mão de obra para a instalação do sistema. Isso inclui os custos com os profissionais que irão fazer a montagem dos painéis solares, a conexão dos cabos e a instalação dos inversores. É importante garantir que esses profissionais sejam qualificados e experientes para evitar problemas durante a instalação.

Outro item importante a ser considerado no orçamento é o valor para o desenvolvimento do projeto e homologação do sistema. É necessário que o projeto seja desenvolvido por um engenheiro especializado em energia solar, que irá realizar os cálculos necessários para dimensionar o sistema e garantir que ele atenda às necessidades do cliente. Além disso, o sistema deve ser homologado pela concessionária de energia elétrica local para garantir que esteja em conformidade com as normas e regulamentações.

Por fim, é necessário considerar os custos com a responsabilidade técnica do engenheiro. Esse profissional é responsável por garantir que todo o sistema seja instalado de forma segura e eficiente, e por assumir a responsabilidade por eventuais problemas que possam ocorrer. É importante que o engenheiro seja devidamente registrado no conselho profissional de sua área para garantir que tenha as habilidades e conhecimentos necessários para exercer essa função.

Levando estes pontos em consideração, o orçamento para o estudo de caso foi realizado da seguinte forma:

Tabela 1 - Valor total do projeto

Item	Un	Valor (R\$)	Valor total (R\$)
Módulo Fotovoltaico Risen 405Wp	7	R\$ 11.693,04	R\$ 15.333,04
Micro Inversor Hoymiles HM-1500 - 1.5kW	2		
Materias para suporte e fixação para telhado cerâmico	Conf. Proj	R\$ 1.080,00	
Projeto e homologação do sistema	Conf. Proj		
Mão de obra para a instalação do sistema	Conf. Proj	R\$ 2.560,00	
Materiais de corrente alternada	Conf. Proj		
Responsabilidade técnica	Conf. Proj		

4.2 Análise financeira de acordo com a Resolução Normativa 482

A Resolução Normativa 482 (RN 482) é um regulamento emitido pela Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) em 2012 que estabeleceu as regras para geração distribuída de energia no Brasil. Este regulamento é considerado um marco regulatório para o setor elétrico brasileiro, pois permitiu que os consumidores induzissem sua própria eletricidade a partir de fontes renováveis, como solar, eólica, hídrica e biomassa, e injetassem energia na rede elétrica da, inserindo créditos em sua eletricidade contas. Isso abriu novas possibilidades para diversificar a matriz energética brasileira, além de incentivar a produção de energia limpa e reduzir a dependência dos consumidores da energia elétrica fornecida pelas distribuidoras.

A análise financeira de um projeto é essencial para garantir sua viabilidade e sustentabilidade no longo prazo. No caso da resolução normativa 482, utilizada para regulamentar a geração distribuída de energia elétrica, é necessário levar em consideração diversos fatores para avaliar a viabilidade financeira do projeto.

Um dos principais aspectos a ser considerado é a média mensal consumida em kWh, que no caso deste projeto é de 406,15 kWh. Esse dado é fundamental para estimar a quantidade de energia que será gerada e injetada na rede elétrica, bem como para calcular o retorno financeiro do projeto.

Outro fator importante é o valor por kWh que é pago pelo consumidor para a concessionária, bem como o valor que a concessionária paga por kWh injetado na rede. Esses valores variam de acordo com a região e com o tipo de contrato estabelecido com a concessionária, e devem ser levados em consideração para garantir a rentabilidade do projeto.

Além disso, é preciso considerar a tarifa mínima para o trifásico, que é de 100 kWh, e a COSIP (Contribuição para o Custeio do Serviço de Iluminação Pública), que é um tributo municipal cobrado para custear a iluminação pública.

Com base nessas informações, é possível realizar uma análise financeira simples do projeto, levando em consideração os custos de instalação e manutenção dos equipamentos, bem como o retorno financeiro esperado ao longo do tempo. Dessa forma, é possível avaliar a viabilidade econômica do projeto e tomar decisões informadas sobre seu desenvolvimento.

Tabela 2 - Comparação do valor com energia solar e sem energia solar sem considerar a inflação

Média em kWh mensal	406,15
Valor kWh em R\$	0,715
Valor kWh injetado	0,56
Fase da unidade consumidora	Trifásico
COSIP Municipal	R\$ 60,00

Tempo	Valor s/ energia solar	Valor c/ energia solar	Economia
Mensal	R\$ 350,40	R\$ 131,50	R\$ 218,90
Anual	R\$ 4.204,77	R\$ 1.578,00	R\$ 2.626,77
Em 5 anos	R\$ 21.023,84	R\$ 7.890,00	R\$ 13.133,84
Em 10 anos	R\$ 42.047,67	R\$ 15.780,00	R\$ 26.267,67
Em 15 anos	R\$ 63.071,51	R\$ 23.670,00	R\$ 39.401,51
Em 25 anos	R\$ 105.119,18	R\$ 39.450,00	R\$ 65.669,18

*A economia gerada pela energia solar é uma estimativa. Dependendo do valor de geração e da variação na conta de energia.

Para cálculo do tempo de retorno do investimento (*Payback*) foi feita uma simples regra de três, onde foi utilizado a economia de gerada pelo sistema fotovoltaico em 5 (cinco) anos e o valor do investimento sobre o projeto. Assim foi descoberto em quanto tempo o investimento retornará:

R\$ 13.133,84 ----- 5 anos

R\$ 15.333,04 ----- x anos

$$13.133,84x = 15.333,04 \times 5$$

$$13.133,84x = 76.665,20$$

$$x = 76.665,20 / 13.133,84$$

$$x = 5,84 \text{ anos}$$

Portanto, para economizar R\$ 15.333,04, que é o valor do investimento para a instalação do sistema, levará aproximadamente 5,84 anos, ou seja, cerca de 6 anos.

Esta análise é uma estimativa aproximada e não considerou a inflação e o aumento das tarifas de energia. Para aprimorar o estudo e obter uma análise mais precisa, foi necessário levar em consideração esses dois pontos.

Quando se trata de projetos de energia, é importante levar em consideração diversas variáveis que podem impactar o seu desenvolvimento e o seu resultado final. Dentre essas variáveis, a desvalorização do dinheiro e o aumento das tarifas de energia são fatores importantes que podem influenciar diretamente a viabilidade do projeto.

Para aprofundar o estudo do projeto em questão, foi utilizada uma taxa de desvalorização ao ano. Essa taxa representa a perda de valor do dinheiro ao longo do tempo. A desvalorização é um fator que deve ser levado em consideração, pois pode afetar diretamente o custo do investimento e o retorno financeiro esperado.

Outro fator que foi considerado foi o aumento da tarifa de energia. É importante analisar o comportamento das tarifas ao longo do tempo, uma vez que elas podem variar de acordo com as condições do mercado e políticas governamentais. Para que a análise se aproximasse do cenário real, foi considerado um aumento na tarifa de energia, o que pode impactar diretamente a viabilidade do projeto.

Figura 23 - Comparativo do valor dos anos do preço por kWh na CELESC

Sigla	Resolução ANEEL	Início Vigência	Fim Vigência	Base Tarifária	Subgrupo	Modalidade	Classe	Subclasse	Detalhe	Acessante	Posto	Unidade	TUSD	TE
Celeco-DIS	REH Nº 1.037, DE 3 DE AGOSTO DE 2010	8/7/2010	8/6/2011	Tarifa de Aplicação	B1	Convencional	Residencial	Residencial	Não se aplica	Não se aplica	Não se aplica	MWh	179,72	145,27
Celeco-DIS	REH Nº 1.183, DE 2 DE AGOSTO DE 2011	8/7/2011	8/6/2012	Tarifa de Aplicação	B1	Convencional	Residencial	Residencial	Não se aplica	Não se aplica	Não se aplica	MWh	183,43	148,31
Celeco-DIS	REH Nº 1.322, DE 31 DE JULHO DE 2012	8/7/2012	1/23/2013	Tarifa de Aplicação	B1	Convencional	Residencial	Residencial	Não se aplica	Não se aplica	Não se aplica	MWh	150,21	163,59
Celeco-DIS	REH Nº 1.416, DE 24 DE JANEIRO DE 2013	1/24/2013	8/6/2013	Tarifa de Aplicação	B1	Convencional	Residencial	Residencial	Não se aplica	Não se aplica	Não se aplica	MWh	107,63	148,17
Celeco-DIS	REH Nº 1.574, DE 30 DE JULHO DE 2013	8/7/2013	8/6/2014	Tarifa de Aplicação	B1	Convencional	Residencial	Residencial	Não se aplica	Não se aplica	Não se aplica	MWh	116,82	171,85
Celeco-DIS	REH Nº 1.770, DE 5 DE AGOSTO DE 2014	8/7/2014	3/1/2015	Tarifa de Aplicação	B1	Convencional	Residencial	Residencial	Não se aplica	Não se aplica	Não se aplica	MWh	133,70	219,79
Celeco-DIS	REH Nº 1.858, DE 27 DE FEVEREIRO DE 2015	3/2/2015	8/6/2015	Tarifa de Aplicação	B1	Convencional	Residencial	Residencial	Não se aplica	Não se aplica	Não se aplica	MWh	185,17	243,64
Celeco-DIS	REH Nº 1.927, DE 4 DE AGOSTO DE 2015	8/7/2015	8/21/2016	Tarifa de Aplicação	B1	Convencional	Residencial	Residencial	Não se aplica	Não se aplica	Não se aplica	MWh	184,64	259,72
Celeco-DIS	REH Nº 2.120, DE 16 DE AGOSTO DE 2016	8/22/2016	3/31/2017	Tarifa de Aplicação	B1	Convencional	Residencial	Residencial	Não se aplica	Não se aplica	Não se aplica	MWh	176,49	254,93
Celeco-DIS	REH Nº 2.214, DE 28 DE MARÇO DE 2017	4/1/2017	8/21/2017	Tarifa de Aplicação	B1	Convencional	Residencial	Residencial	Não se aplica	Não se aplica	Não se aplica	MWh	176,49	249,85
Celeco-DIS	REH Nº 2.286, DE 15 DE AGOSTO DE 2017	8/22/2017	8/21/2018	Tarifa de Aplicação	B1	Convencional	Residencial	Residencial	Não se aplica	Não se aplica	Não se aplica	MWh	183,07	276,78
Celeco-DIS	REH Nº 2.436, DE 13 DE AGOSTO DE 2018	8/22/2018	8/21/2019	Tarifa de Aplicação	B1	Convencional	Residencial	Residencial	Não se aplica	Não se aplica	Não se aplica	MWh	208,72	311,77
Celeco-DIS	REH Nº 2.593, DE 20 DE AGOSTO DE 2019	8/22/2019	8/21/2020	Tarifa de Aplicação	B1	Convencional	Residencial	Residencial	Não se aplica	Não se aplica	Não se aplica	MWh	222,36	247,42
Celeco-DIS	REH Nº 2.756, DE 18 DE AGOSTO DE 2020	8/22/2020	8/21/2021	Tarifa de Aplicação	B1	Convencional	Residencial	Residencial	Não se aplica	Não se aplica	Não se aplica	MWh	231,59	274,40
Celeco-DIS	REH Nº 3.921, DE 17 DE AGOSTO DE 2021	8/22/2021	8/21/2022	Tarifa de Aplicação	B1	Convencional	Residencial	Residencial	Não se aplica	Não se aplica	Não se aplica	MWh	244,85	287,39
Celeco-DIS	REH Nº 3.094, DE 16 DE AGOSTO DE 2022	8/22/2022	8/21/2023	Tarifa de Aplicação	B1	Convencional	Residencial	Residencial	Não se aplica	Não se aplica	Não se aplica	MWh	310,49	262,53

Fonte: Site da ANEEL (2023)

Através do site da ANEEL, foi verificado que o valor do kWh em reais obteve um aumento de 76,32% nos últimos 12 anos. Esse aumento representa uma variação significativa nos valores da energia elétrica no país e pode impactar diretamente o bolso do consumidor final. Em média o obteve um aumento de 6,36% ao ano.

Tabela 3 - Comparativo do valor dos anos do preço por kWh na CELESC

	TUDS (R\$/kWh)	TE(R\$/kWh)	Valor (R\$/kWh)	Aumento na tarifa
2010	0,17972	0,14527	0,32499	-
2011	0,18343	0,14631	0,32974	1,46%
2012	0,10763	0,14817	0,2558	-22,42%
2013	0,11682	0,17186	0,28868	12,85%
2014	0,18517	0,24364	0,42881	48,54%
2015	0,17641	0,25972	0,43613	1,71%
2016	0,17649	0,24985	0,42634	-2,24%
2017	0,18307	0,27678	0,45985	7,86%
2018	0,20872	0,31177	0,52049	13,19%
2019	0,23159	0,24742	0,47901	-7,97%
2020	0,23159	0,2744	0,50599	5,63%
2021	0,24485	0,28739	0,53224	5,19%
2022	0,31049	0,26253	0,57302	7,66%
			Soma do aumento	76,32%
			Média do aumento	6,36%

Fonte: ANEEL, adaptado pelo autor (2023)

Além de considerar o preço de compra de um produto, é importante levar em conta o percentual de perda de valor ao longo do tempo. Isso acontece porque a inflação faz com que o dinheiro perca seu valor ao longo do tempo, o que significa que a mesma quantidade de dinheiro não é capaz de comprar a mesma quantidade de bens e serviços em diferentes períodos.

Para ter uma previsibilidade mais precisa em relação aos preços, é importante levar em conta a inflação. Uma forma de fazer isso é observando a inflação dos últimos anos e calculando uma média. Para isso, foi utilizado o site [Inflation.eu](https://www.inflation.eu/), que fornece informações detalhadas sobre a inflação no Brasil ao longo do tempo.

Segundo o site, foi possível encontrar informações sobre a inflação no Brasil dos últimos 13 anos. A partir desses dados, foi possível calcular a média da inflação e utilizá-la como referência para avaliar os preços e valores em diferentes momentos do tempo.

Figura 24 - Tabela de inflação histórica no Brasil

Tabela – inflação histórica Brasil (IPC) – por ano

inflação anual (Dez. a Dez.)	inflação	inflação anual (Dez. a Dez.)	inflação
IPC Brasil 2022	5,79 %	IPC Brasil 2012	5,84 %
IPC Brasil 2021	10,06 %	IPC Brasil 2011	6,50 %
IPC Brasil 2020	4,52 %	IPC Brasil 2010	5,91 %
IPC Brasil 2019	4,31 %	IPC Brasil 2009	4,31 %
IPC Brasil 2018	3,75 %	IPC Brasil 2008	5,90 %
IPC Brasil 2017	2,95 %	IPC Brasil 2007	4,46 %
IPC Brasil 2016	6,29 %	IPC Brasil 2006	3,14 %
IPC Brasil 2015	10,67 %	IPC Brasil 2005	5,69 %
IPC Brasil 2014	6,41 %	IPC Brasil 2004	7,60 %
IPC Brasil 2013	5,91 %	IPC Brasil 2003	9,30 %

Mostrar todos os anos

Fonte: INFLATION.EU (2023)

Tabela 4 - Inflação histórica no Brasil

	Inflação
2010	5,91%
2011	6,50%
2012	5,84%
2013	5,91%
2014	6,41%
2015	10,67%
2016	6,29%
2017	2,95%
2018	3,75%
2019	4,31%
2020	4,52%
2021	10,06%
2022	5,79%
Média	6,58%

Fonte: INFLATION.EU. adaptado pelo autor (2023)

Foi chegado à conclusão de que a média da inflação no Brasil nos últimos 13 anos foi de 6,58% ao ano.

Além disso, para realizar o fluxo de caixa, foi levado em conta o consumo de energia médio de 406 kWh, com a dedução dos 100 kWh referentes à tarifa mínima de energia.

Acrescentando a isso, estimou-se a substituição do microinversor pelo modelo mais atual após 15 anos, levando em consideração a vida útil do equipamento. Foi incluído no fluxo de caixa um valor estimado para essa troca, com base no preço atual do aparelho. O valor foi retirado do site da Casa do Microinversor.

Figura 25 - Imagem de um microinversor com o valor em R\$



Fonte: Casa do Microinversor (2023)

Na Figura 14 foram encontrados os valores de consumo de energia elétrica referente a cada ano, bem como as projeções de economia que a instalação de energia solar poderia trazer. Com isso, tornou-se possível realizar uma análise financeira mais precisa, considerando os fluxos de caixa para cada ano.

Inicialmente, foi realizada a coleta de dados para determinar os valores das contas de energia elétrica para cada ano. Com base nesses valores, foram feitas as projeções de economia que a energia solar poderia trazer, considerando as taxas de juros, inflação e outros fatores relevantes.

Com a disponibilidade desses dados, foi necessário trazer todos os valores para o presente, de forma a calculá-los corretamente em termos de Valor Presente Líquido (VPL), Taxa Interna de Retorno (TIR) e Payback. Para isso, foram aplicadas técnicas de fluxo de caixa descontado, que permitem ajustar os valores para levar em conta o valor temporal do dinheiro.

O cálculo do VPL permite determinar se um investimento é viável ou não. Nesse caso, foram comparados os fluxos de caixa projetados da instalação de energia solar com o fluxo de caixa atual das contas de energia elétrica. Os valores presentes líquidos foram calculados com base nas taxas de juros previstas e levando em conta o custo de capital.

A TIR é outra medida importante utilizada na análise financeira, que permite determinar a taxa de retorno implícita no investimento. Nesse caso, foi calculada a TIR da instalação de energia solar, comparando-a com a TIR das contas de energia elétrica atuais.

Por fim, o Payback é o período de tempo necessário para que o investimento seja recuperado. Com os valores projetados e os valores atuais, foi possível determinar o período necessário para recuperar o investimento na instalação de energia solar.

A análise referente a cada ano encontra-se no Apêndice 9.1.

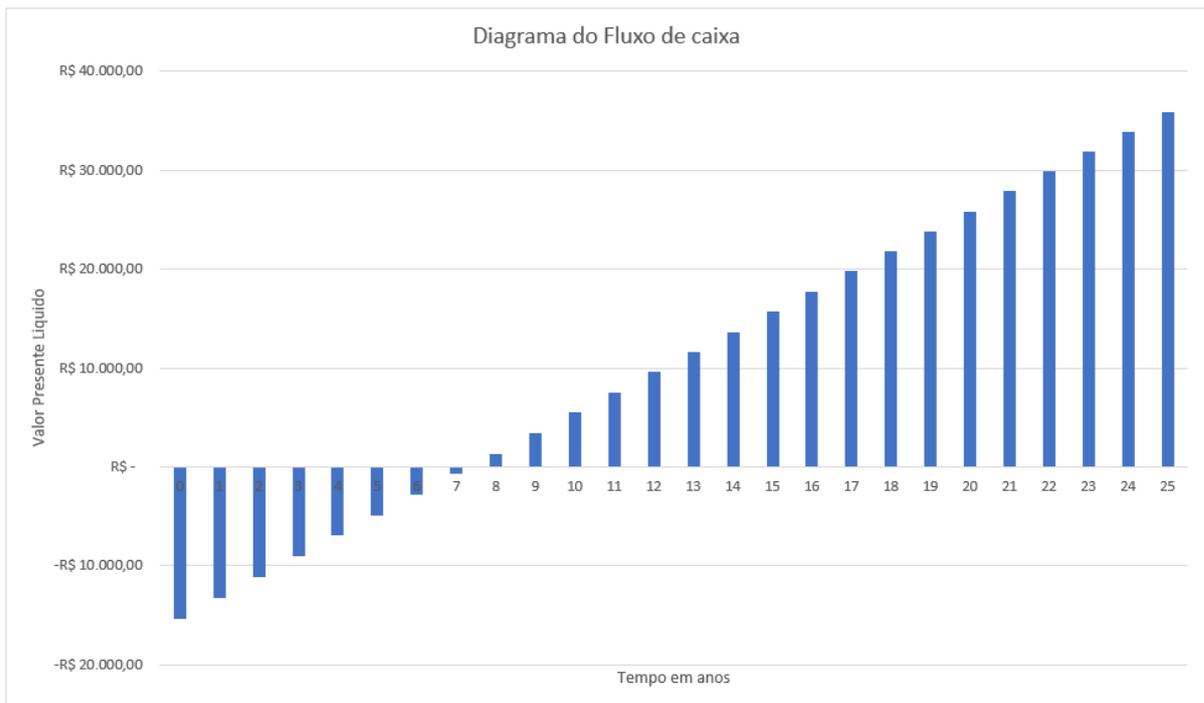
Tabela 5 - Análise de financeira para a Resolução Normativa 482

VPL	R\$ 35.881,70
TIR	12,86%
Payback Descontado	7,350402905

Após a análise financeira do projeto, foi obtido um Valor Presente Líquido (VPL) de R\$ 35.881,70, uma Taxa Interna de Retorno (TIR) de 12,86% e um período de Payback de 7,35 anos.

Com o diagrama de fluxo de caixa da seguinte forma:

Figura 26 - Análise de financeira para a Resolução Normativa 482

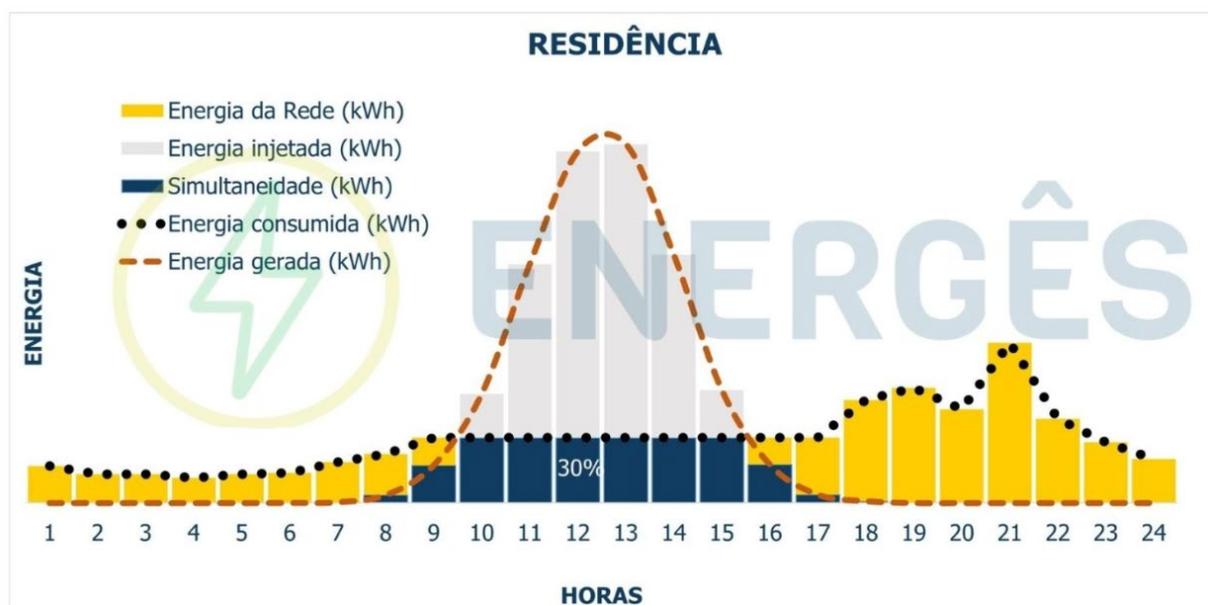


4.3 Análise financeira de acordo com a Lei 14.300

Para analisar de acordo com a Lei 14.300, é necessário considerar a simultaneidade - um fator adicional que não foi mencionado anteriormente. A simultaneidade refere-se à energia gerada pelo sistema fotovoltaico que é consumida simultaneamente pelo consumidor, sem ser injetada na rede elétrica e sem ser cobrada tarifa. A porcentagem dessa energia consumida varia de acordo com o tipo de unidade consumidora, como residências, lojas e indústrias, e depende do período em que a geração de energia ocorre. No nosso estudo de caso, trata-se de uma unidade residencial consumidora.

Segundo o site energês, aproximadamente 30% da energia gerada é consumida simultaneamente nas residências, enquanto os 70% restantes são injetados na rede elétrica. Conseqüentemente, o consumo de energia é mais elevado durante a noite, quando toda a família está em casa, o que caracteriza uma baixa simultaneidade nesse tipo de unidade consumidora. (Energês, 2022)

Figura 27 - Consumo de energia de uma unidade consumidora residencial



Fonte: Energês (2023)

Foi utilizado um percentual de simultaneidade de 30% e um percentual de utilização do Fio B de 17,3%, conforme ilustrado na Figura X, juntamente com o percentual de aumento apresentado na Figura Y. A tarifa de energia também sofreu um aumento percentual

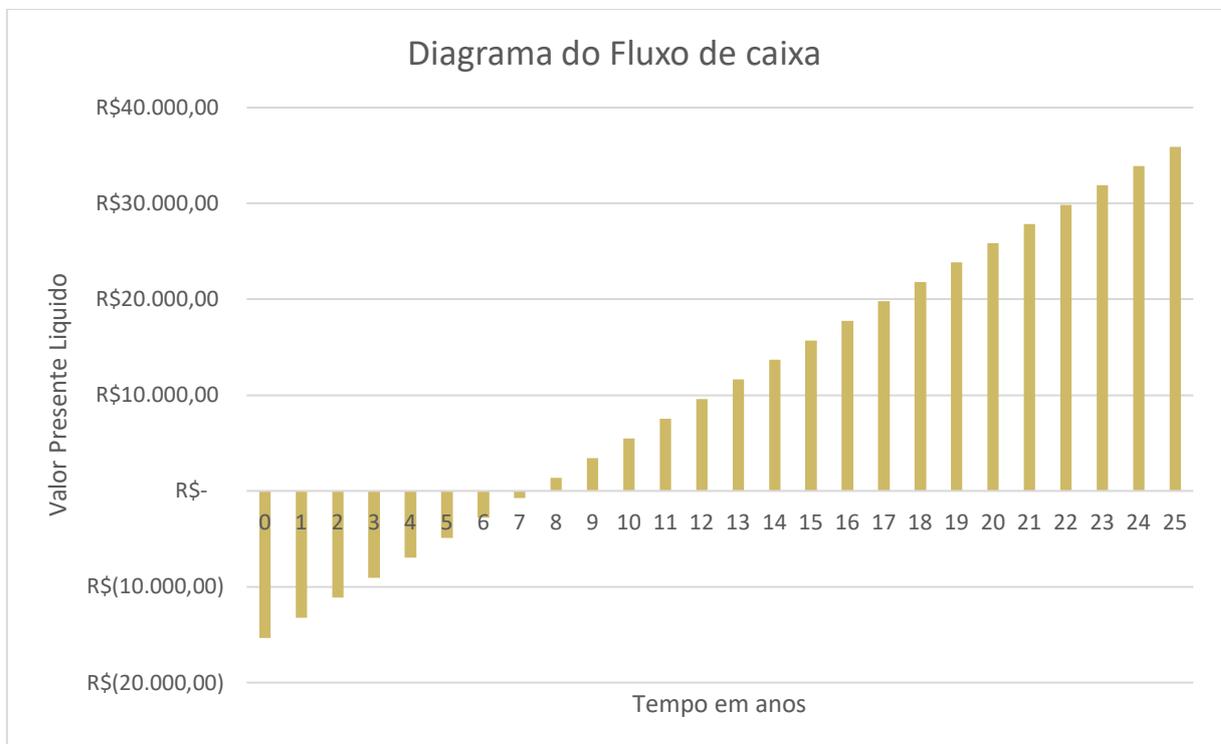
equivalente ao utilizado no caso da resolução normativa 482, além da desvalorização do dinheiro em 6,36% e 6,58% ao ano, respectivamente.

A análise referente a cada ano encontra-se no Apêndice 9.2.

Tabela 6 - Análise financeira da Lei 14.300

VPL	R\$ 35.881,70
TIR	12,86%
Payback Descontado	7,350402905

Figura 28 - Análise de financeira para a Lei 14.300



5. ANÁLISE AMBIENTAL

Além do benefício financeiro para o consumidor, a energia solar é uma das fontes de energia renovável mais limpas e abundantes do planeta. A crescente preocupação com as mudanças climáticas e a busca por alternativas sustentáveis de energia estão impulsionando a adoção da energia solar em todo o mundo.

Uma das maiores vantagens da energia solar é o seu impacto positivo no meio ambiente. Ao contrário das fontes de energia tradicionais, como carvão e gás natural, a energia solar não produz emissões nocivas de gases de efeito estufa. Isso significa que a energia solar não contribui para o aquecimento global e o impacto negativo no meio ambiente.

Além disso, a energia solar também é uma forma limpa de produzir eletricidade. A produção de eletricidade a partir de fontes fósseis é frequentemente associada a poluição do ar e da água, bem como ao uso excessivo de recursos naturais. A energia solar, por outro lado, utiliza a luz do sol para produzir eletricidade, o que não produz poluentes ou resíduos tóxicos.

A energia solar também é uma fonte de energia renovável e inesgotável. A luz do sol é uma fonte de energia ilimitada que pode ser usada de forma contínua. Ao contrário do petróleo e do gás natural, que são recursos finitos, a energia solar está disponível em todo o mundo e nunca se esgota. Isso torna a energia solar uma opção mais sustentável e econômica a longo prazo.

Outra vantagem da energia solar é que ela pode ser instalada em áreas remotas e rurais, onde o acesso à eletricidade é limitado. Em muitos casos, a energia solar é a única fonte viável de eletricidade nessas áreas. Isso ajuda a melhorar a qualidade de vida das pessoas, bem como a reduzir a dependência de fontes de energia não renováveis.

Para o estudo de caso, realizou-se uma análise dos benefícios resultantes da redução na emissão de CO².

Figura 29 - Análise ambiental do estudo de caso

CO ₂	Árvores	km de carro
-15 ton emitidos	56 un plantadas	-558 mil km rodados

Fonte: Plataforma PIEV (2023)

6. ANÁLISE DE DADOS E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Ao fazer a análise financeira dos dados das duas regulamentações, chegamos aos seguintes resultados:

Tabela 7 - Análise financeira da Resolução Normativa 482

VPL	R\$	35.881,70
TIR		12,86%
Payback Descontado		7,350402905

Tabela 8 - Análise financeira da Lei 14.300

VPL	R\$	35.881,70
TIR		12,86%
Payback Descontado		7,350402905

Fica evidente que, no caso desta residência unifamiliar com apenas 2,84 kWp de capacidade, não há diferença significativa entre estar em conformidade com a Lei 14.300 ou ter sido instalada de acordo com a Resolução Normativa 482. Isso se deve à baixa porcentagem que o fio b representa para a concessionária Celesc.

Portanto, concluímos que, no caso dessa residência unifamiliar com uma capacidade de 2,84 kWp, tanto a Lei 14.300 quanto a Resolução Normativa 482 resultam em impactos semelhantes e não influenciam significativamente a situação em termos de conexão e compensação de energia elétrica.

Dada essa situação, realizaram-se várias tentativas para determinar a quantidade de energia necessária para igualar financeiramente as duas normativas. Segundo os cálculos realizados em uma planilha, estima-se que essa quantidade seja em torno de 714 kWh.

A análise referente a cada ano encontra-se no Apêndice 9.3.

Essa análise levou em consideração os critérios estabelecidos pela legislação vigente, bem como os parâmetros de conexão e compensação de energia estabelecidos pela concessionária responsável. No entanto, é importante ressaltar que esses resultados são baseados em estimativas e podem variar de acordo com fatores específicos do projeto e das condições locais.

Foi realizado um novo dimensionamento teórico para determinar a maior potência em kWp que ainda esteja em conformidade com as regulamentações na análise financeira. Constatou-se que a maior quantidade de energia gerada foi de 714 kWh, enquanto a demanda diária de energia é de 20,46667 kWh, levando em consideração a tarifa mínima de 100 kWh. O estudo foi conduzido no mesmo local do caso anterior, portanto, a irradiação solar média

mensal permanece em 4,33 kWh/m²/dia, conforme mencionado na seção 3.2. Nesse caso, a potência teórica do sistema fotovoltaico pode ser calculada da seguinte maneira:

Para calcular a potência teórica, foi utilizada a equação 1:

$$P_{MÓDULOS} = \frac{EE \times G_{stc}}{I_{med} \times T_D}$$

Onde:

EE = energia elétrica consumida diariamente pela residência.

G_{stc} = valor padrão de irradiância solar de 1000 W/m²

I_{med} = irradiação diária média anual

TD = taxa de desempenho do sistema (Para nosso projeto consideramos 85%)

Substituindo na fórmula para nosso estudo de caso:

$$P_{MÓDULOS} = \frac{20,46667 \times 1000}{4,33 \times 0,85} = 5,56 \text{ kWp}$$

Como pôde ser analisado, a potência teórica limite para o sistema fotovoltaico é de 5,56 kWp para igualar as duas legislações na concessionária CELESC.

7. CONCLUSÃO

Ao longo da análise realizada, fica evidente que um projeto de energia solar de 2,84 kWp para uma residência unifamiliar, na concessionária de energia CELESC, não sofre alterações em sua análise financeira, independentemente de estar enquadrado na Lei 14.300 ou na Resolução Normativa 482. Isso se deve à baixa porcentagem de impacto do chamado "Fio B" para a concessionária local.

No entanto, é importante ressaltar que essa conclusão não se aplica a projetos de sistemas de energia solar destinados a unidades consumidoras que excedam um consumo de

714 kWh/mês. Nessas situações, há uma mudança no cenário, e as regulamentações têm impacto nas questões de conexão e compensação de energia elétrica.

Além disso, foi analisado qual o limite de potência para que a legislação 14.300 comece a causar impacto na análise financeira do sistema. O resultado foi de 5,56 kWp, o que é quase o dobro do sistema do estudo de caso. Conclui-se que sistema abaixo dessa potência não altera em nada o valor da análise financeira, ou seja, o tempo de retorno e o valor presente líquido.

Durante o ano de 2022, houve um grande alarde e preocupação em relação à chamada "taxação do sol" no Brasil, o que gerou incertezas e preocupações no setor de energia solar. Esse cenário continua influenciando o mercado até hoje, conforme indicado pela Greener, uma referência no setor, que relata uma queda de 63% no volume total de vendas em 2023. Essa redução foi ainda mais expressiva para as empresas especializadas em sistemas comerciais, com uma queda de 72%. (Greener, 2023)

Apesar da queda nas vendas no setor solar, é importante destacar que a Lei 14.300 trouxe estabilidade e segurança para a indústria, contrariando as percepções equivocadas difundidas sobre uma suposta taxaço do sol. É fundamental que os profissionais do setor se capacitem e compreendam os acontecimentos para evitar transmitir informações incorretas aos consumidores finais.

No ano de 2022, uma grande preocupação surgiu em relação à viabilidade da energia solar nos próximos anos. No entanto, fica claro, durante a análise realizada, que a energia solar continua sendo uma fonte vantajosa tanto para o meio ambiente quanto financeiramente.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABSOLAR. Mercado. Infográfico. Disponível em:
<https://www.absolar.org.br/mercado/infografico/> . Acesso em: 18 abr. 2023.

ANEEL. Resolução Normativa 482. [S.l.: s.n.], 2012.

Bodie, Z., Kane, A., & Marcus, A. J. (2019). Investments (11th ed.). McGraw-Hill Education.

Canal Solar. Tarifação do Fio-B previsto na Lei 14.300. Canal Solar. Disponível em: <https://canalsolar.com.br/tarifacao-do-fio-b-previsto-na-lei-14-300/>. Acesso em: 25 maio 2023.

CAIXA ECONÔMICA FEDERAL. Fluxo de Caixa. Disponível em: <https://www.caixa.gov.br/educacao-financeira/empresa/fluxo-de-caixa/Paginas/default.aspx>. Acesso em: 02 mai. 2023.

CELESC - Centrais Elétricas de Santa Catarina. Micro e Minigeração. Disponível em: <https://www.celesc.com.br/micro-mini-geracao>. Acesso em: 12 mai. 2023.

ENERGES. Simultaneidade: O que é e como é calculada?. Disponível em: <https://energes.com.br/simultaneidade/>. Acesso em: 09 mai. 2023.

FERNANDES, F. P.; FERNANDES, E. M. G. Estudo de índices solarimétricos para o dimensionamento de sistemas fotovoltaicos em diferentes localidades brasileiras. Anais do Congresso Brasileiro de Energia Solar, 2018.

GREENER. Análise do Marco Legal da Geração Distribuída Sancionado o PL 5.829/2019 que institui o Marco Legal da MMD. 2022.

GREENER. Como as vendas de sistemas fotovoltaicos vêm se comportando no início de 2023. Disponível em: <https://www.greener.com.br/como-as-vendas-de-sistemas-fotovoltaicos-vem-se-comportando-no-inicio-de-2023/>. Acesso em: 16 maio 2023.

INFLATION.EU. IPC Inflação Brasil. Disponível em: <https://www.inflation.eu/pt/taxas-de-inflacao/brasil/inflacao-historica/ipc-inflacao-brasil.aspx>. Acesso em: 01 maio 2023.

Microinversor Mi-1500 Hoymiles. Disponível em: <https://microinversor.com.br/produto/micro-inversor-mi-1500-hoymiles/?v=19d3326f3137>. Acesso em: 25 maio 2023.

NEOSOLAR. Sistemas de Energia Solar Fotovoltaica e seus Componentes. Disponível em: <https://www.neosolar.com.br/aprenda/saiba-mais/sistemas-de-energia-solar-fotovoltaica-e-seus-componentes>. Acesso em: 26 de maio de 2023.

NUBANK. Payback: o que é e como calcular. Disponível em: <https://blog.nubank.com.br/payback/>. Acesso em: 30 de maio de 2023.

PORTAL SOLAR. Lei 14.300: confira as mudanças trazidas pelo Marco Legal da Geração Distribuída. Portal Solar, 2021. Disponível em: <https://www.portalsolar.com.br/lei-14300-confira-as-mudancas-trazidas-pelo-marco-legal-da-geracao-distribuida>.

RUTHER, Ricardo. Edifícios Solares Fotovoltaicos: O potencial da geração solar fotovoltaica integrada a edificações urbanas e interligada à rede elétrica pública no Brasil. 1. ed. São Paulo: Blucher, 2016.

SILVA, A. B.; SANTOS, M. M. S.; ALMEIDA, A. R.; OLIVEIRA, E. C. Dimensionamento de sistemas fotovoltaicos: uma revisão bibliográfica. Revista da FATEC Zona Sul, v. 5, 2018.

SILVA, J. A. et al. Dimensionamento e análise técnico-econômica de um sistema fotovoltaico para uma residência no município de Guaratinguetá-SP. Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental, v. 19, 2015.

VILLALVA, M. G. Energia Solar Fotovoltaica: Conceitos e Aplicações - Sistemas Isolados e Conectados à Rede. 2. ed. Tatuapé: Érica Ltda, 2012.

WARREN. Valor Presente Líquido. Disponível em: <https://warren.com.br/magazine/valor-presente-liquido/>. Acesso em: 29 de maio de 2023.

9. ANEXO

9.1 Diagrama Unifilar do Estudo de caso

9.2 Ficha técnica do Módulo Risen



**MÓDULO MONOCRISTALINO PERC
DE ALTO DESEMPENHO**






RSM40-8-385M-405M

120 células Módulo Mono PERC	385-405Wp Faixa de Potência de Saída
1500VCC Tensão Máxima do Sistema	21.1% Eficiência Máxima

Principais Características

-  Marca financiável Global Tier 1, com fabricação automatizada de última geração certificada de forma independente.
-  Líder do setor com menor coeficiente térmico de energia.
-  Líder do setor com garantia de produto de 12 anos.
-  Excelente desempenho de baixa irradiação.
-  Excelente resistência PID
-  Tolerância de potência positiva (0→+3%)
-  Duplo estágio com 100% de inspeção EL garantindo um produto livre de defeitos
-  Imp que reduz radicalmente perdas de incompatibilidade no módulo
-  Excelente carga de vento 2400Pa & carga de neve 5400Pa em uma correta instalação
-  Certificação abrangente de produtos e sistemas
 - IEC61215:2016; IEC61730-1/-2:2016;
 - ISO 9001:2015 Quality Management System
 - ISO 14001:2015 Environmental Management System
 - ISO 45001:2018 Occupational Health and Safety Management System



*Como existem diferentes requisitos de certificação em diferentes mercados, por favor, entre em contato com o representante de vendas local da Risen Energy para obter as certificações específicas aplicáveis aos produtos na região em que os produtos serão usados.

Sobre a Risen Energy

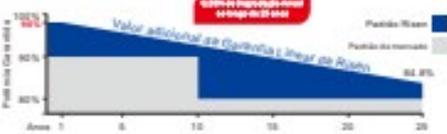
A Risen Energy é uma empresa líder, fabricante global Tier 1 de produtos solares fotovoltaicos de alto desempenho e fornecedora de soluções completas para geração de energia residencial, comercial, industrial e utilities. Fundada em 1999 e listada publicamente na bolsa de valores em 2010, agrega valor aos clientes globais que nos escolhem. A inovação técnica-comercial, baseada em qualidade e suporte, englobam as soluções de negócios solares fotovoltaicos da Risen Energy, que estão entre as mais eficazes e de melhor custo-benefício do setor. Com presença no mercado local e forte bancabilidade financeira, estamos comprometidos em construir colaborações estratégicas e mutuamente benéficas com nossos parceiros, à medida que, juntos elevamos o valor da energia verde.

Taishan Industry Zone, Melin, Ninghai 315609, Ningbo | PRC
Tel: +86-574-59653239 Fax: +86-574-59653599
E-mail: marketing@risenenergy.com Website: www.risenenergy.com



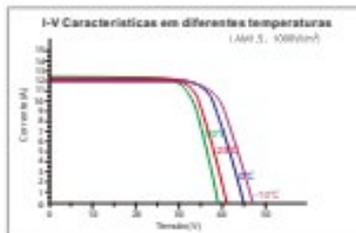
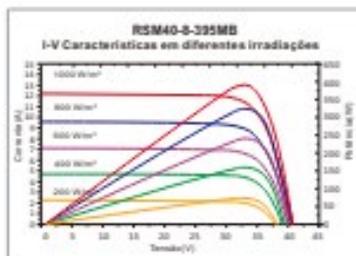
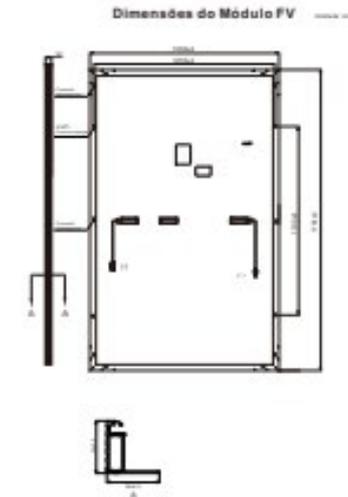
GARANTIA DE DESEMPENHO LINEAR

12 anos de Garantia de Produto / 25 anos de Garantia de Potência Linear



★ Por favor, verifique o vendor website da Garantia Limitada de Produto a qual é atualmente fornecida pela Risen Energy Co., Ltd

THE POWER OF RISING VALUE



RSM40-S-395MB-030V-H1.3-2022

DADOS ELÊTRICOS (STC)

Número do Módulo	RSM40-S-395MB	RSM40-S-390MS	RSM40-S-395MS	RSM40-S-400MB	RSM40-S-405MB
Potência Nominal em Iluminação Plena (Wp)	385	390	395	400	405
Tensão de Circuito Aberto-Voc (V)	40.38	40.69	41.00	41.30	41.60
Corrente de Curto-Circuito-Isc (A)	12.15	12.21	12.27	12.34	12.40
Tensão de Potência Máxima-Vmp (V)	33.62	33.88	34.14	34.39	34.64
Corrente de Potência Máxima-Imp (A)	11.46	11.52	11.58	11.64	11.70
Eficiência do Módulo (%) *	20.0	20.3	20.5	20.8	21.1

STC: Irradiação 1000 W/m², Temperatura da Célula 25°C, Massa de Ar AM1.5 de acordo com EN 60904-3.
* Eficiência do Módulo (%): Arredondamento para o número mais próximo

DADOS ELÊTRICOS (NMOT)

Número do Módulo	RSM40-S-395MB	RSM40-S-390MS	RSM40-S-395MS	RSM40-S-400MB	RSM40-S-405MB
Potência Máxima-Pmax (Wp)	291.8	295.6	299.4	303.1	306.9
Tensão de Circuito Aberto-Voc (V)	37.55	37.84	38.13	38.41	38.69
Corrente de Curto-Circuito-Isc (A)	9.96	10.01	10.07	10.12	10.17
Tensão de Potência Máxima-Vmp (V)	31.20	31.44	31.68	31.91	32.15
Corrente de Potência Máxima-Imp (A)	9.35	9.40	9.45	9.50	9.55

NMOT: Irradiação a 800 W/m², Temperatura Ambiente de 20°C, Velocidade do Vento 1 m/s.

DADOS MECÂNICOS

Células Solares	Monocristalino
Configuração da Célula	120 células (5*12+5*12)
Dimensões do Módulo	1754*1098*30mm
Peso	21kg
Superfície Frontal	Alta Transmissão, Baixo Ferro, Vidro Temperado ARC
Superfície Traseira	Back-sheet (Lado frontal: preto, traseiro: branco)
Estrutura	Liga de Alumínio Anodizado tipo 6005-2T8, Preto
Caixa de Junção	Acondicionada, IP68, 1500VCC, 3 diodos Schottky bypass
Cabos	4,0mm ² (12AWG), Positivo (+) 350mm, Negativo (-) 230mm (Conector Incluído)
Conector	Risen Twinax PV-SY02, IP68

TEMPERATURA & CLASSIFICAÇÕES MÁXIMAS

Temperatura Nominal de Operação do Módulo (NMOT)	44°C±2°C
Coefficiente de Temperatura de Voc	-0.25%/°C
Coefficiente de Temperatura de Isc	0.04%/°C
Coefficiente de Temperatura de Pmax	-0.34%/°C
Temperatura de Operação	-40°C~+85°C
Tensão Máxima do Sistema	1500VCC
Classificação Máxima do Fusível de Série	20A
Limitação de Corrente Reversa	20A

CONFIGURAÇÃO DE EMBALAGEM

	40ft(HQ)	20ft
Número de módulos por contêiner	936	216
Número de módulos por paleta	36	36
Número de paletas por contêiner	26	6
Dimensões da caixa de embalagem (Caixa) em mm	1770*1120*1236	1770*1120*1236
Peso bruto da caixa [kg]	800	800

CUIDADO: LEIA AS INSTRUÇÕES DE SEGURANÇA E INSTALAÇÃO ANTES DE USAR O PRODUTO.
©2022 Risen Energy. Todos os direitos reservados. O conteúdo incluído nesta folha de dados está sujeito a alterações sem aviso prévio.
Tiremos compromisso especial ou garantia para a aquisição de um produto especial ou para ser instalado em ambientes especiais/difíceis e condições, a menos que de outra forma especificamente compreendido pelo fabricante no documento de contrato.

THE POWER OF RISING VALUE

Fonte: Genyx (2023)

9.3 Ficha técnica do Microinversor Hoymiles



Ficha técnica do microinversor

HM-1000
HM-1200
HM-1500

Descrição

O microinversor Hoymiles 4 em 1 é uma das soluções solares mais econômicas no nível de módulo, pois suporta até 4 painéis de uma vez e maximiza a produção fotovoltaica de sua instalação. Todos esses três modelos indicados são equipados com controle de energia reativa e atendem os requisitos das normas EN 50549-1:2019, VDE-AR-N 4105:2018, VFR2019, etc. Eles também são projetados com antena externa para uma comunicação mais potente com o gateway Hoymiles DTU.

Recursos

01 Instalação fácil - basta conectar e ligar

02 Com controle de energia reativa em conformidade com as normas VDE-AR-N 4105: 2018 e EN 50549-1: 2019

03 Antena externa para comunicação mais forte com o DTU

04 Alta confiabilidade, compartimento IP67, proteção contra sobretensão de 6.000 V

Especificações técnicas

Modelo	HM-1000	HM-1200	HM-1500
Dados de entrada (CC)			
Potência do módulo normalmente usada (W)	200 - 310	240 - 380	300 - 470
Compatibilidade de módulo	Módulos fotovoltaicos de 60-72 células		
Intervalo de tensão MPPT de potência de pico (V)	27 - 48	29 - 48	36 - 48
Tensão de arranque (V)	22		
Intervalo de tensão operacional (V)	16 - 60		
Tensão de entrada máxima (V)	60		
Corrente de entrada máxima (A)	4 × 10,5	4 × 11,5	4 × 11,5
Corrente máxima da corrente de curto-circuito de entrada (A)	4 × 15		
Número de MPPTs	2		
Número de saídas por MPPT	2		
Dados de saída (CA)			
Potência de saída nominal (VA)	1000	1200	1500
Corrente de saída nominal (A)	4,55/4,35/4,17	5,45/5,22/5	6,82/6,52/6,25
Tensão de saída nominal (V)	220/230/240		
Intervalo de tensão de saída nominal (V)	180 - 275 ¹		
Intervalo/frequência nominal (Hz)	60/55 - 65 ¹		
Fator de potência (ajustável)	> 0,99 padrão 0,8 adiantado...0,8 atrasado		
Distorção harmônica total	< 3%		
Unidades máximas por derivado ²	5/5/5	4/4/4	3/3/3
Eficiência			
Eficiência CEC máxima	96,70%		
Eficiência CEC ponderada	96,50%		
Eficiência nominal do MPPT	99,80%		
Consumo de energia à noite (mW)	< 50		
Dados mecânicos			
Intervalo de temperatura ambiente (°C)	-40 a +65		
Dimensões (L × A × P mm)	280 × 176 × 33		
Peso (kg)	3,75		
Classificação da carcaça	Outdoor-NEMA 6 (IP67)		
Arrefecimento	Convecção natural - Sem ventiladores		
Recursos			
Comunicação	RF proprietária de 2,4 GHz (Nordic)		
Monitoramento	S-Miles Cloud (Plataforma de Monitoramento da Hoymiles)		
Garantia	Até 25 anos		
Conformidade	VDE-AR-N 4105: 2018, EN 50549-1: 2019, VFR 2019, IEC/EN 62109-1/-2, IEC/EN 61000-6-1/-2/-3/-4, IEC/EN 61000-3-2/-3		
*1 A faixa nominal de tensão/frequência pode ser alterada devido às exigências da empresa de energia local.			
*2 Consulte os requisitos locais para um número exato de microinversores por ramo.			

© 2022 Hoymiles Power Electronics Inc. Todos os direitos reservados.

Fonte: Genyx (2023)

10. APÊNDICE

10.1 Análise por ano do estudo de caso da Resolução Normativa 482

Ano	Valor da tarifa	Aumento na tarifa	Desvalorização do dinheiro	Energia injetada	Tarifa de injeção	Economia Anual	Fluxo de caixa acumulativo
1	R\$ 15.333,00	6,36%	6,58%	306	0,57302	R\$ 2.104,13	-R\$ 13.228,87
2	R\$ -	6,36%	6,58%	306	0,609464072	R\$ 2.237,95	-R\$ 10.990,92
3	R\$ -	6,36%	6,58%	306	0,648225987	R\$ 2.380,29	-R\$ 8.610,63
4	R\$ -	6,36%	6,58%	306	0,68945316	R\$ 2.531,67	-R\$ 6.078,96
5	R\$ -	6,36%	6,58%	306	0,733302381	R\$ 2.692,69	-R\$ 3.386,27
6	R\$ -	6,36%	6,58%	306	0,779940412	R\$ 2.863,94	-R\$ 522,33
7	R\$ -	6,36%	6,58%	306	0,829544622	R\$ 3.046,09	R\$ 2.523,75
8	R\$ -	6,36%	6,58%	306	0,88230366	R\$ 3.239,82	R\$ 5.763,57
9	R\$ -	6,36%	6,58%	306	0,938418173	R\$ 3.445,87	R\$ 9.209,45
10	R\$ -	6,36%	6,58%	306	0,998101569	R\$ 3.665,03	R\$ 12.874,47
11	R\$ -	6,36%	6,58%	306	1,061980829	R\$ 3.898,12	R\$ 16.772,60
12	R\$ -	6,36%	6,58%	306	1,129097369	R\$ 4.146,05	R\$ 20.918,64
13	R\$ -	6,36%	6,58%	306	1,200907962	R\$ 4.409,73	R\$ 25.328,38
14	R\$ -	6,36%	6,58%	306	1,277285708	R\$ 4.690,19	R\$ 30.018,57
15	R\$ 5.000,00	6,36%	6,58%	306	1,35852108	R\$ 4.988,49	R\$ 30.007,06
16	R\$ -	6,36%	6,58%	306	1,44492302	R\$ 5.305,76	R\$ 35.312,82
17	R\$ -	6,36%	6,58%	306	1,536820124	R\$ 5.643,20	R\$ 40.956,02
18	R\$ -	6,36%	6,58%	306	1,634561884	R\$ 6.002,11	R\$ 46.958,13
19	R\$ -	6,36%	6,58%	306	1,73852002	R\$ 6.383,85	R\$ 53.341,98
20	R\$ -	6,36%	6,58%	306	1,849089693	R\$ 6.789,86	R\$ 60.131,84
21	R\$ -	6,36%	6,58%	306	1,966692011	R\$ 7.221,69	R\$ 67.353,53
22	R\$ -	6,36%	6,58%	306	2,091779622	R\$ 7.680,99	R\$ 75.034,52
23	R\$ -	6,36%	6,58%	306	2,224810425	R\$ 8.169,50	R\$ 83.204,03
24	R\$ -	6,36%	6,58%	306	2,366308368	R\$ 8.689,08	R\$ 91.893,11
25	R\$ -	6,36%	6,58%	306	2,51680558	R\$ 9.241,71	R\$ 101.134,82

10.2 Análise por ano do estudo de caso da Lei 14.300

Ano	Valor da tarifa	Aumento na tarifa	Desvalorização do dinheiro	Energia injetada	Tarifa de injeção	Economia Anual	Economia no valor presente	Flujo de caixa no valor presente	Flujo de caixa no valor presente
0	-R\$ 15.333,00	6,36%	6,58%	306	0,57302	R\$ -	-R\$	-R\$	-R\$
1	R\$ -	6,36%	6,58%	306	0,60944072	R\$ 2.237,95	R\$ 2.095,05	R\$ 2.095,05	R\$ 2.095,05
2	R\$ -	6,36%	6,58%	306	0,64625587	R\$ 2.360,29	R\$ 2.095,05	R\$ 2.095,05	R\$ 2.095,05
3	R\$ -	6,36%	6,58%	306	0,68345316	R\$ 2.531,67	R\$ 2.095,05	R\$ 2.095,05	R\$ 2.095,05
4	R\$ -	6,36%	6,58%	306	0,733302381	R\$ 2.652,69	R\$ 2.095,05	R\$ 2.095,05	R\$ 2.095,05
5	R\$ -	6,36%	6,58%	306	0,778900412	R\$ 2.863,94	R\$ 2.095,05	R\$ 2.095,05	R\$ 2.095,05
6	R\$ -	6,36%	6,58%	306	0,829544822	R\$ 3.046,09	R\$ 2.095,05	R\$ 2.095,05	R\$ 2.095,05
7	R\$ -	6,36%	6,58%	306	0,88230366	R\$ 3.239,82	R\$ 2.095,05	R\$ 2.095,05	R\$ 2.095,05
8	R\$ -	6,36%	6,58%	306	0,938418173	R\$ 3.445,87	R\$ 2.095,05	R\$ 2.095,05	R\$ 2.095,05
9	R\$ -	6,36%	6,58%	306	0,998101563	R\$ 3.665,03	R\$ 2.095,05	R\$ 2.095,05	R\$ 2.095,05
10	R\$ -	6,36%	6,58%	306	1,061580829	R\$ 3.896,12	R\$ 2.095,05	R\$ 2.095,05	R\$ 2.095,05
11	R\$ -	6,36%	6,58%	306	1,129097363	R\$ 4.146,05	R\$ 2.095,05	R\$ 2.095,05	R\$ 2.095,05
12	R\$ -	6,36%	6,58%	306	1,200907962	R\$ 4.409,73	R\$ 2.095,05	R\$ 2.095,05	R\$ 2.095,05
13	R\$ -	6,36%	6,58%	306	1,277285708	R\$ 4.690,19	R\$ 2.095,05	R\$ 2.095,05	R\$ 2.095,05
14	R\$ -	6,36%	6,58%	306	1,35852108	R\$ 4.988,49	R\$ 2.095,05	R\$ 2.095,05	R\$ 2.095,05
15	-R\$ 5.000,00	6,36%	6,58%	306	1,444932302	R\$ 5.305,76	R\$ 2.095,05	R\$ 2.095,05	R\$ 2.095,05
16	R\$ -	6,36%	6,58%	306	1,536820124	R\$ 5.643,20	R\$ 2.095,05	R\$ 2.095,05	R\$ 2.095,05
17	R\$ -	6,36%	6,58%	306	1,634551684	R\$ 6.002,11	R\$ 2.095,05	R\$ 2.095,05	R\$ 2.095,05
18	R\$ -	6,36%	6,58%	306	1,73852002	R\$ 6.383,85	R\$ 2.095,05	R\$ 2.095,05	R\$ 2.095,05
19	R\$ -	6,36%	6,58%	306	1,849089893	R\$ 6.789,86	R\$ 2.095,05	R\$ 2.095,05	R\$ 2.095,05
20	R\$ -	6,36%	6,58%	306	1,966632011	R\$ 7.221,69	R\$ 2.095,05	R\$ 2.095,05	R\$ 2.095,05
21	R\$ -	6,36%	6,58%	306	2,09173622	R\$ 7.680,99	R\$ 2.095,05	R\$ 2.095,05	R\$ 2.095,05
22	R\$ -	6,36%	6,58%	306	2,224810425	R\$ 8.169,90	R\$ 2.095,05	R\$ 2.095,05	R\$ 2.095,05
23	R\$ -	6,36%	6,58%	306	2,366308368	R\$ 8.689,08	R\$ 2.095,05	R\$ 2.095,05	R\$ 2.095,05
24	R\$ -	6,36%	6,58%	306	2,51680558	R\$ 9.241,71	R\$ 2.095,05	R\$ 2.095,05	R\$ 2.095,05
25	R\$ -	6,36%	6,58%	306	2,676874415	R\$ 9.823,48	R\$ 2.095,05	R\$ 2.095,05	R\$ 2.095,05

10.3 Análise por ano do estudo de caso da Lei 14.300: Igualando a tarifa mínima com o Fio

B

Aumento na tarifa	Desvalorização do dinheiro	Energia consumida	Energia injetada	Tarifa de injeção	Valor da tarifa mínima ao ano/Valor da tarifa descontando o Fio B ao ano	Valor Sem energia solar	Economia Anual
6,36%	6,58%	714	499,8	0,57302	731,36	109,66	5.221,89
6,36%	6,58%	714	499,8	0,609464072	777,87	233,27	5.554,00
6,36%	6,58%	714	499,8	0,648225987	827,34	372,16	5.907,23
6,36%	6,58%	714	499,8	0,68945316	879,96	527,77	6.282,93
6,36%	6,58%	714	499,8	0,733302381	935,93	701,67	6.682,53
6,36%	6,58%	714	499,8	0,779940412	995,45	895,55	7.107,54
6,36%	6,58%	714	499,8	0,829544622	1.058,76	1.058,34	7.559,58
6,36%	6,58%	714	499,8	0,88230366	1.126,10	1.125,65	8.040,37
6,36%	6,58%	714	499,8	0,938418173	1.197,72	1.197,24	8.551,73
6,36%	6,58%	714	499,8	0,998101569	1.273,90	1.273,39	9.095,62
6,36%	6,58%	714	499,8	1,061580829	1.354,92	1.354,37	9.674,11
6,36%	6,58%	714	499,8	1,129097369	1.441,09	1.440,51	10.289,38
6,36%	6,58%	714	499,8	1,200907962	1.532,74	1.532,13	10.943,78
6,36%	6,58%	714	499,8	1,27785708	1.630,23	1.629,57	11.639,81
6,36%	6,58%	714	499,8	1,35852108	1.733,91	1.733,21	12.380,10
6,36%	6,58%	714	499,8	1,44482302	1.844,18	1.843,45	13.167,47
6,36%	6,58%	714	499,8	1,536820124	1.961,47	1.960,69	14.004,93
6,36%	6,58%	714	499,8	1,634561884	2.086,22	2.085,39	14.895,64
6,36%	6,58%	714	499,8	1,73852002	2.218,91	2.218,02	15.843,00
6,36%	6,58%	714	499,8	1,849089893	2.360,03	2.359,09	16.850,62
6,36%	6,58%	714	499,8	1,966692011	2.510,13	2.509,12	17.922,32
6,36%	6,58%	714	499,8	2,091773622	2.669,77	2.668,70	19.062,18
6,36%	6,58%	714	499,8	2,224810425	2.839,57	2.838,43	20.274,53
6,36%	6,58%	714	499,8	2,366308368	3.020,17	3.018,96	21.563,99
6,36%	6,58%	714	499,8	2,51680558	3.212,25	3.210,96	22.935,46
6,36%	6,58%	714	499,8	2,676874415			24.397,21