

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
ENGENHARIA ELÉTRICA

GABRIEL BONOTTO PIRATELO
LISSA YURI HIRAI MIYATAKE

**ESTUDO DA VIABILIDADE DE INSTALAÇÃO DE UM SISTEMA FOTOVOLTAICO
EM UMA INDÚSTRIA MOVELEIRA**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

CORNÉLIO PROCÓPIO
2020

GABRIEL BONOTTO PIRATELO
LISSA YURI HIRAI MIYATAKE

**ESTUDO DA VIABILIDADE DE INSTALAÇÃO DE UM SISTEMA FOTOVOLTAICO
EM UMA INDÚSTRIA MOVELEIRA**

Trabalho de Conclusão de Curso de graduação, apresentado à disciplina Trabalho de Conclusão de Curso 2, do curso de Engenharia Elétrica da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel.

Orientadora: Prof. Dra. Gabriela Helena Bauab Shiguemoto

Coorientador: Prof. Dr. André Luís Shiguemoto

CORNÉLIO PROCÓPIO
2020



Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Campus Cornélio Procópio
Departamento Acadêmico de Elétrica
Curso de Engenharia Elétrica



FOLHA DE APROVAÇÃO

Gabriel Bonotto Piratelo

ESTUDO DA VIABILIDADE DE INSTALAÇÃO DE UM SISTEMA FOTOVOLTAICO EM UMA INDÚSTRIA MOVELEIRA

Trabalho de conclusão de curso apresentado às 15:00hs do dia 17/08/2020 como requisito parcial para a obtenção do título de Engenheiro Eletricista no programa de Graduação em Engenharia Elétrica da Universidade Tecnológica Federal do Paraná. O candidato foi arguido pela Banca Avaliadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Avaliadora considerou o trabalho aprovado.

Prof(a). Dr(a). Gabriela Helena Bauab Shiguemoto - Presidente (Orientador)

Prof(a). Dr(a). André Luís Shiguemoto - (Coorientador)

Prof(a). Esp. Ulisses Pereira Rosa Borges - (Membro)

Engenheiro(a) Fabio Seiti Hadano - (Membro)



Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Campus Cornélio Procópio
Departamento Acadêmico de Elétrica
Curso de Engenharia Elétrica



FOLHA DE APROVAÇÃO

Lissa Yuri Hirai Miyatake

ESTUDO DA VIABILIDADE DE INSTALAÇÃO DE UM SISTEMA FOTOVOLTAICO EM UMA INDÚSTRIA MOVELEIRA

Trabalho de conclusão de curso apresentado às 14:00hs do dia 17/08/2020 como requisito parcial para a obtenção do título de Engenheiro Eletricista no programa de Graduação em Engenharia Elétrica da Universidade Tecnológica Federal do Paraná. O candidato foi arguido pela Banca Avaliadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Avaliadora considerou o trabalho aprovado.

Prof(a). Dr(a). Gabriela Helena Bauab Shiguemoto - Presidente (Orientador)

Prof(a). Dr(a). André Luís Shiguemoto - (Coorientador)

Prof(a). Esp. Ulisses Pereira Rosa Borges - (Membro)

Engenheiro(a) Fabio Seiti Hadano - (Membro)

RESUMO

PIRATELO, Gabriel Bonotto. MIYATAKE, Lissa Yuri Hirai. **Estudo da Viabilidade de Instalação de um Sistema Fotovoltaico em uma Indústria Moveleira**. 2020. 91 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Engenharia Elétrica. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Cornélio Procópio, 2020.

Este trabalho busca realizar um estudo de viabilidade de instalação de um sistema fotovoltaico para uma unidade consumidora do Grupo A participante do mercado livre de energia. Visa-se analisar o local de instalação do projeto, o seu consumo de energia e a partir disso, realizar um projeto fotovoltaico que atenda as restrições de sua demanda contratada. Por fim, a análise do payback será realizada para que, dessa forma, o objetivo de comprovação ou não da viabilidade do projeto seja cumprido.

Palavras-chave: Viabilidade. Sistemas fotovoltaicos. On grid. Mercado livre de energia.

ABSTRACT

PIRATELO, Gabriel Bonotto. MIYATAKE, Lissa Yuri Hirai. **Estudo da Viabilidade de Instalação de um Sistema Fotovoltaico em uma Indústria Moveleira**. 2020. 91 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Engenharia Elétrica. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Cornélio Procópio, 2020.

This work aims to carry out a viability study of installation of a photovoltaic system for a Group A consumer unit, participant of the free energy market. It aims to analyze the project installation site, its energy consumption and from this, to carry out a photovoltaic project that meets the constraints of its contracted demand. Finally, the payback analysis will be performed, so that the objective of proving or not the viability of the project is met.

Keywords: Viability. Photovoltaic system. On grid. Free energy market.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Média diária de irradiação no Brasil	12
Figura 2 - Semicondutor Intrínseco de Silício	14
Figura 3 - Semicondutor Extrínseco de Silício dopado com impureza doadora	15
Figura 4 - Diagrama das bandas de energia para semicondutores extrínsecos do tipo N	15
Figura 5- Semicondutor Extrínseco de Silício dopado com impureza receptora	16
Figura 6 - Diagrama das bandas de energia para semicondutores extrínsecos do tipo P	16
Figura 7 - Corte Transversal de uma célula fotovoltaica de Silício	17
Figura 8 - Corte transversal de uma célula fotovoltaica de Silício	18
Figura 9 - Curva I x V	19
Figura 10 - Ligação Série dos módulos fotovoltaicos	20
Figura 11 - Ligação Paralela dos módulos fotovoltaicos	21
Figura 12 - Ligação Mista dos módulos fotovoltaicos	21
Figura 13 - Curva característica de eficiência do inversor.	22
Figura 14 - Esquemático dos componentes de um sistema fotovoltaico.....	25
Figura 15 - Esquemático do sistema fotovoltaico on grid	25
Figura 16 - Esquemático do sistema off grid.....	26
Figura 17 - Coordenadas geográficas do local	35
Figura 18 - Resultados das coordenadas geográficas	36
Figura 19 - Representação do módulo com sujeira	40

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Empreendimentos em Operação no Brasil - 2019.....	12
Tabela 2 - Média de irradiação global horizontal por região do Brasil - 2017	13
Tabela 3 - Média de irradiação global horizontal por região do Brasil - 2017	28
Tabela 4 - Dados da unidade consumidora	33
Tabela 5 - Dados coletados do local de instalação.....	33
Tabela 6 - Dados Solarimétricos	37
Tabela 7 - Irradiação solar diária média mensal (kWh/m ² .dia)	37
Tabela 8 - Dados do Módulo Fotovoltaico	38
Tabela 9 - Perdas por orientação.....	39
Tabela 10 - Perdas do sistema	42
Tabela 11 - Dados do inversor	45
Tabela 12 - Simulações de dimensionamento para o sistema em questão	48
Tabela 13 - Dimensionamento final do sistema	49
Tabela 14 - Energia média produzida por um módulo - orientação NNE	50
Tabela 15 - Energia média produzida por um módulo - orientação SSO	51
Tabela 16 - Energia total produzida por todo sistema (orientação NNE)	52
Tabela 17 - Energia total produzida por todo sistema (orientação SSO)	52
Tabela 18 - Valor do investimento	53
Tabela 19 - Histórico de IPCA.....	54
Tabela 20 - Fluxo de Caixa	55
Tabela 21 - Fluxo de caixa - VPL.....	57
Tabela 22 - Retorno do investimento	57

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	9
1.1 Objetivos	10
1.1.1 Objetivo geral	10
1.1.2 Objetivos específicos.....	10
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	11
2.1 Energia fotovoltaica no Brasil	11
2.2 Tecnologia fotovoltaica	14
2.3 Equipamentos fotovoltaicos	19
2.3.1 Módulos fotovoltaicos	19
2.3.2 Inversor	22
2.3.3 Transformador	23
2.3.4 Dispositivos de proteção	24
2.4 Sistemas fotovoltaicos	25
2.4.1 Sistemas <i>on grid</i>	25
2.4.2 Sistemas <i>off grid</i>	25
2.5 Estrutura tarifária no Brasil	26
2.5.1 Grupo A	26
2.5.2 Grupo B	29
2.6 Mercado livre de energia	29
2.6.1 A energia fotovoltaica no mercado livre.....	31
3 METODOLOGIA	32
3.1 Dimensionamento fotovoltaico	32
3.1.1 Análise das faturas de energia da unidade consumidora.....	32
3.1.2 Levantamento das informações gerais do local	33
3.1.3. Análise do consumo de energia da UC	34
3.1.4. Dados solarimétricos do local.....	35
3.1.5 Definição do módulo fotovoltaico.....	37
3.1.6 Perdas no sistema fotovoltaico.....	38
3.1.7 Definição da potência total instalada	42
3.1.8. Geração de energia.....	43
3.1.9. Energia gerada x energia consumida	44
3.2 Indicadores de viabilidade	45

3.2.1 Valor presente líquido.....	46
3.2.2 Taxa de juros reais	46
3.2.3 Taxa interna de retorno	47
3.2.4 <i>Payback</i>	48
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	49
4.1 Sistema fotovoltaico	49
4.1.1 Quantidade de módulos	49
4.1.2 Potência instalada	50
4.1.3 Dados de geração do sistema	50
4.2 Análise do investimento	53
4.2.1 Custo total do investimento	53
4.2.2 Análise da tarifa energética	53
4.2.3 Custo de manutenção	54
4.2.4 <i>Payback</i>	54
4.2.5 VPL e TIR.....	56
5 CONCLUSÃO	58
REFERÊNCIAS.....	59
ANEXO A – Anexo VI – Formulário de Solicitação de Acesso para Minigeração Distribuída – NTC 905200	65
ANEXO B – Datasheet – Módulos fotovoltaicos CS3W-425P	67
ANEXO C – Certificação Inmetro – Módulos Canadian Solar.....	70
ANEXO D – Datasheet – Inversor ABB PVS-100/120-TL	75
ANEXO E – Certificação nacional – ABB Ltda	79
ANEXO F – Declaração de garantia limitada dos produtos – módulos fotovoltaicos KU.....	87

1 INTRODUÇÃO

O aumento da demanda de energia, aliado à possibilidade na redução da oferta de combustíveis fósseis e às preocupações ambientais tem impulsionado pesquisas voltadas às fontes alternativas de energia, renováveis, que poluem menos e possuam baixo impacto ambiental (PEREIRA et al., 2006).

A energia solar fotovoltaica é proveniente do efeito fotovoltaico que ocorre nos materiais semicondutores. Esse fenômeno se inicia a partir da incidência da luz solar (fótons), que estimulam os elétrons a saltar da camada de valência para a camada de condução, originando uma tensão e corrente elétrica no interior da estrutura cristalina do semicondutor. Diante dos diversos tipos de materiais e tecnologias, esse trabalho priorizou os módulos constituídos das células fotovoltaicas de Silício. (GRAÇA, 2019; UNIOESTE, 2019)

Segundo o Ministério de Minas e Energia (2011), as unidades consumidoras são classificadas em dois grupos tarifários: o grupo A, cuja tensão de atendimento acima de 2.300 volts, podendo ser subdivido em subgrupos de acordo com a tensão de fornecimento, e o grupo B, sem contrato de demanda e com tensão de atendimento abaixo de 2.300 volts.

No sistema desverticalizado de energia elétrica brasileiro, existe um setor já em operação que é a comercialização de energia elétrica, dividido em ambiente de contratação regulada (ACR) e ambiente de contratação livre (ACL). No ambiente de contratação regulada encontram-se os consumidores cativos, ou seja, os mesmos compram energia elétrica diretamente das concessionárias de distribuição locais. O ambiente de contratação livre de energia, instaurado no ano de 2003, os participantes negociam livremente as condições comerciais tais como o fornecedor, valores pagos pela energia, quantidade de energia a ser contratada e período de contratação, diretamente com os agentes geradores. Neste tipo de comercialização, os consumidores podem comprar energia de qualquer concessionária de energia, não necessariamente da concessionária local. Assim sendo, o consumidor escolhe qual será seu fornecedor de energia, e todo este mercado é regulamentado pela Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) (ANEEL, 2019; ELÉTRICA, 2019).

Este trabalho tem por finalidade o estudo de viabilidade de instalação de um sistema fotovoltaico em uma indústria do ramo moveleiro, na cidade de

Arapongas, estado do Paraná, que está inclusa no grupo A de tarifação de energia, e também, participante do mercado livre de energia, com uma demanda contratada de 1.500kW. No desenvolvimento deste trabalho será feita uma análise econômica da geração de energia produzida pelo sistema proposto, verificando a viabilidade do projeto e o montante final do investimento após 25 anos de funcionamento.

1.1 Objetivos

1.1.1 Objetivo geral

Estudar a viabilidade econômica da implantação de sistemas fotovoltaicos em uma indústria moveleira.

1.1.2 Objetivos específicos

Estudar projeto de implantação de sistemas fotovoltaicos, incluindo normativas e componentes do projeto.

Estudar o conceito de mercado livre de energia, demanda contratada e as normativas que regulamentam essas áreas.

Estudar a viabilidade econômica de implantação de um sistema fotovoltaico em uma determinada indústria de móveis.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Este capítulo apresenta alguns fundamentos básicos necessários para o entendimento deste trabalho, como conceitos básicos sobre energia fotovoltaica no Brasil e definições e considerações a respeito de demanda contratada e mercado livre de energia.

2.1 Energia fotovoltaica no Brasil

Segundo Pereira et al. (2006), o aumento da demanda e o consumo de energia causados pelo progresso no âmbito tecnológico e o avanço no desenvolvimento humano são apontados como os fatores mais relevantes para a aceleração nas alterações climáticas e ambientais. Estudos revelam que na segunda década deste século, o consumo de energia nos países em desenvolvimento ultrapasse o consumo dos países desenvolvidos, decorrente das melhorias dos parâmetros socioeconômicos daqueles (PEREIRA et al., 2006).

O aumento da demanda de energia, aliado à possibilidade na redução da oferta de combustíveis fósseis e às preocupações ambientais, tem impulsionado pesquisas voltadas às fontes alternativas de energia, renováveis, que poluem menos e possuam baixo impacto ambiental (PEREIRA et al., 2006).

A matriz energética brasileira, segundo o boletim de informações gerenciais da ANEEL (2019), possui 7.420 unidades geradoras no país, resultando em 164.747.296 kW de potência instalada. Todos os dados citados estão contidos na Tabela 1, apresentada a seguir, bem como a descrição qualitativa e quantitativa dos empreendimentos em operação no país e suas respectivas porcentagens, e as potências instaladas em cada empreendimento com suas respectivas correspondências, em relação ao total instalado no país (ANEEL, 2019).

Tabela 1 - Empreendimentos em Operação no Brasil - 2019

Tipo	Quantidade	% do total	Potência Instalada (kW)	% do total
Usina Hidrelétrica de Energia – UHE	217	2,9	98.581.478	59,8
Pequena Central Elétrica – PCH	426	5,7	5.183.756	3,1
Central Geradora Hidrelétrica – CGH	698	9,4	708.002	0,4
Central Geradora Undi-elétrica – CGU	1	0,0	50	0,0
Usina Termelétrica de Energia – UTE	3.001	40,4	41.337.216	25,1
Usina Termonuclear – UTN	2	0,0	1.990.000	1,2
Central Geradora Eólica – EOL	606	8,2	14.872.793	9,0
Central Geradora Solar Fotovoltaica – UFV	2.469	33,3	2.074.002	1,3
Total	7.420	100	164.747.297	99,9

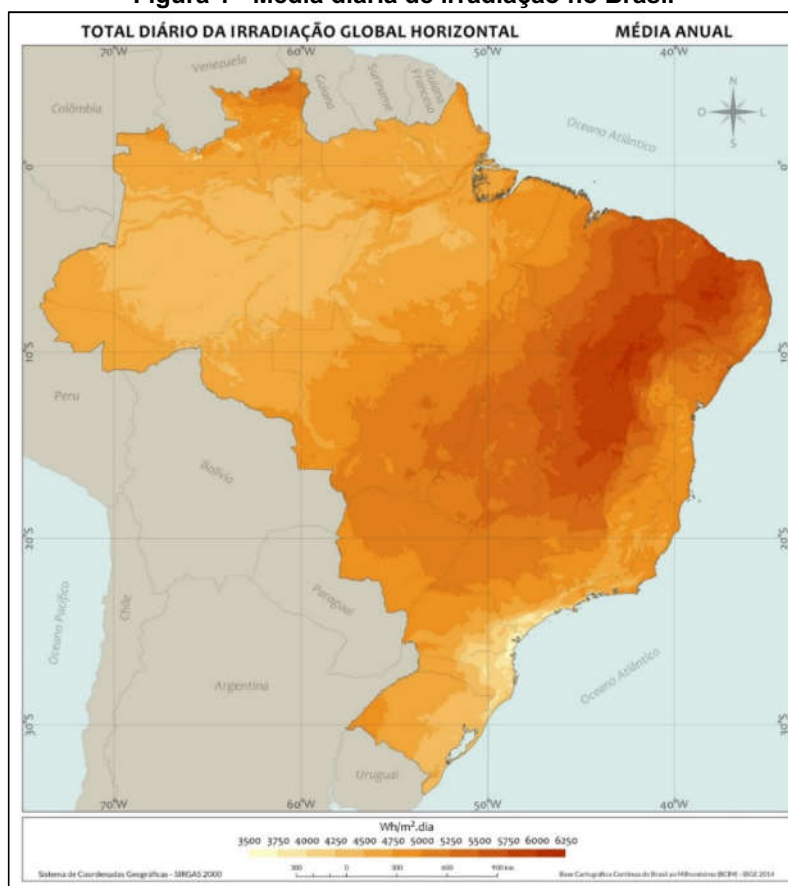
Fonte: Adaptado de Boletim de Informações Gerenciais (ANEEL, 2019)

Pode-se notar que, majoritariamente, a energia elétrica no país provém das hidrelétricas, e apenas 1,3% da matriz é composta por centrais geradoras solares fotovoltaicas.

A Figura 1 mostra a média diária de irradiação global incidente no território nacional. O maior índice ocorre no norte do estado da Bahia, 6,50 kWh/m².dia, área em um clima semiárido com baixa precipitação durante o ano. O menor encontra-se no litoral do estado de Santa Catarina, com 4,25 kWh/m².dia, área caracterizada pela ocorrência de precipitações bem distribuídas durante todo o ano. Segundo Pereira et al. (2017), o índice de irradiação global horizontal no país é de 5,15 kWh/m² e a média de radiação anual varia de 1,2 a 2,4 MWh/m².ano, valores superiores a países que investem

massivamente nesta tecnologia, como a Alemanha, que possui um índice de radiação média em torno de 1,3 MWh/m².ano, e que possuem grandes incentivos por parte do governo para investimentos na área. Para fins comparativos, em 2018 a porcentagem de energia proveniente de fontes renováveis na matriz energética da Alemanha é de 45,4%, sendo 8,4% de energia solar (Gero Rueter, 2019). Este fato revela o grande potencial presente no Brasil. A Tabela 2 apresenta a média de irradiação global horizontal por região do país (ALVES, 2016; PEREIRA et al., 2017; SOLARLIGHT, 2019).

Figura 1 - Média diária de irradiação no Brasil



Fonte: ALVES (2016)

Tabela 2 - Média de irradiação global horizontal por região do Brasil - 2017

Região	Irradiação Global Horizontal Média Observada (Wh/m ²)
Norte	4825
Nordeste	5483
Centro-Oeste	5082
Sudeste	4951
Sul	4444
Médio	5153

Fonte: Atlas Brasileiro de Energia Solar (PEREIRA et. al, 2017)

2.2 Tecnologia fotovoltaica

A energia solar fotovoltaica é proveniente do efeito fotovoltaico que ocorre nos materiais semicondutores. Esse fenômeno se inicia a partir da incidência da luz solar (fótons), que estimulam os elétrons a saltar da camada de valência para a camada de condução, originando uma tensão e corrente elétrica no interior da estrutura cristalina do semicondutor. Diante dos diversos tipos de materiais e tecnologias, esse trabalho priorizou os módulos constituídos das células fotovoltaicas de Silício (GRAÇA, 2019; UNIOESTE, 2019).

Os materiais semicondutores são caracterizados pela presença de 4 elétrons na camada de valência, que ao se ligarem aos elétrons vizinhos de forma covalente, formam uma rede cristalina. Em sua forma pura, ele é considerado um semicondutor intrínseco, ou seja, seu comportamento elétrico é baseado em sua estrutura eletrônica (GRAÇA, 2019; UNIOESTE, 2019).

Figura 2 - Semicondutor Intrínseco de Silício

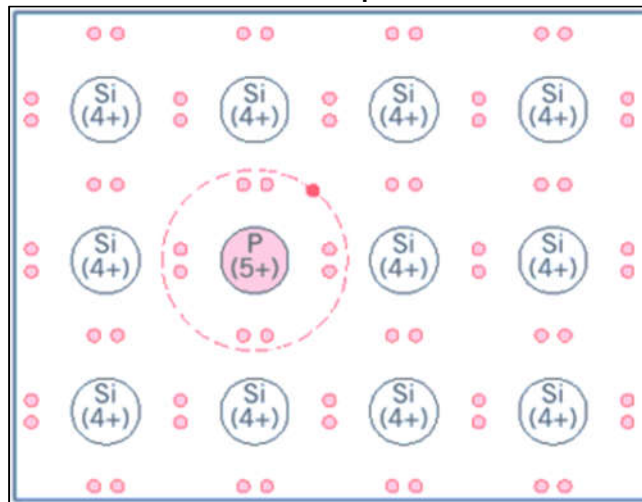


Fonte: ARANTES (2019)

Ao introduzir uma impureza, o semicondutor passa a ser extrínseco onde é possível controlar as características elétricas do material. Esse processo é chamado de dopagem. No caso do Silício, as impurezas são elementos trivalentes ou pentavalentes da tabela periódica, onde em cada tipo de impureza introduzida, obtêm-se dois tipos de materiais semicondutores, sendo esses:

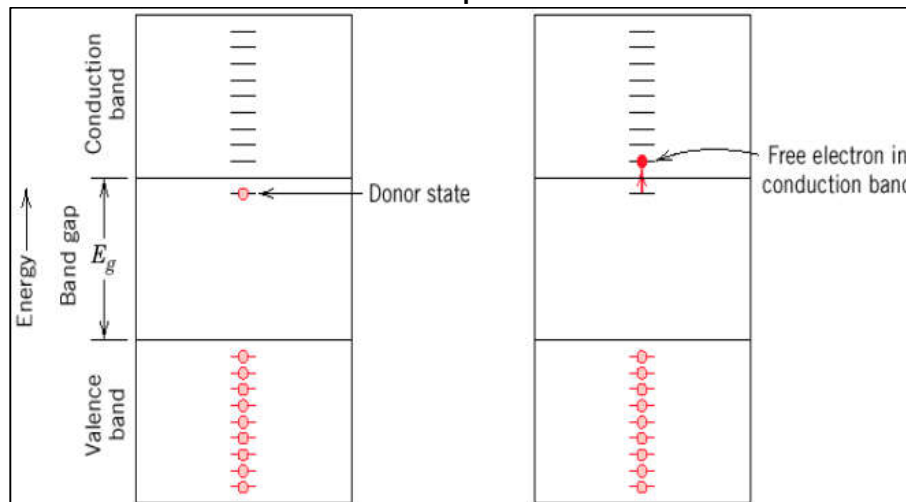
- Materiais Tipo N: Associação de um elemento pentavalente, como Fósforo, Antimônio ou Arsênio, ao semiconductor intrínseco. Os elétrons se ligarão de forma covalente, porém um deles poderá se deslocar facilmente pela estrutura, visto que o mesmo está fracamente ligado. Nesse caso, a impureza é chamada de doadora. (GRAÇA, 2019; UNIOESTE, 2019).

Figura 3 - Semiconductor Extrínseco de Silício dopado com impureza doadora



Fonte: ARANTES (2019)

Figura 4 - Diagrama das bandas de energia para semicondutores extrínsecos do tipo N

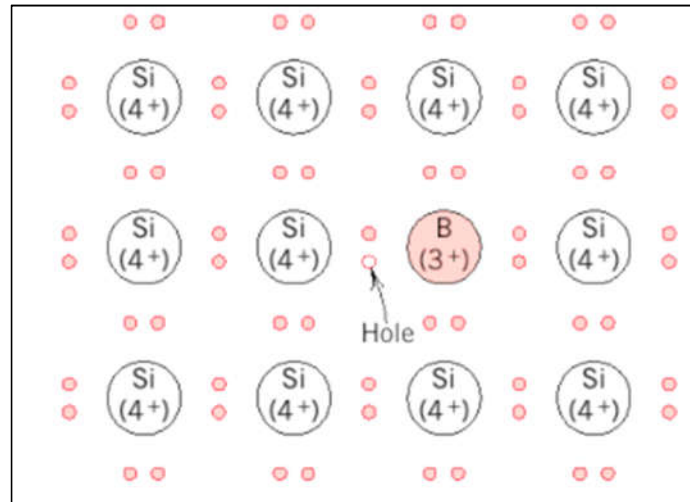


Fonte: ARANTES (2019)

- Materiais Tipo P: Associação de um elemento trivalente, como Boro, Alumínio, Índio ou Gálio, ao semiconductor intrínseco. Os elétrons se ligarão de forma covalente, porém em uma das ligações, faltará um elétron que se

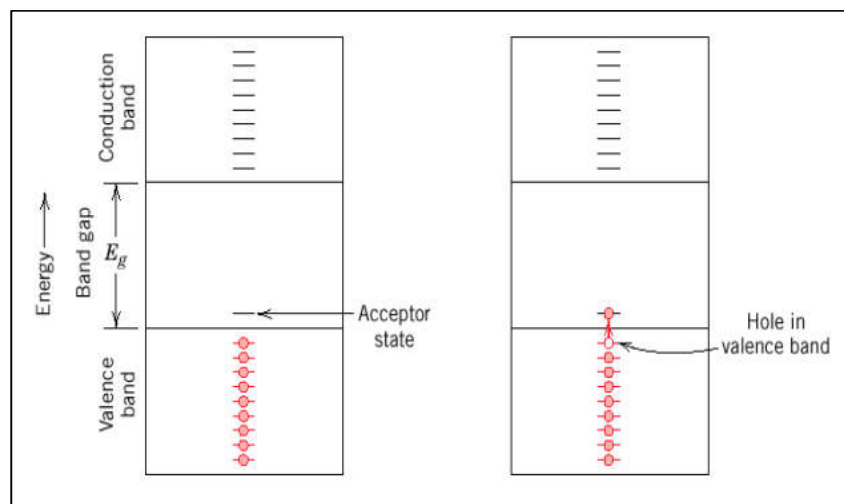
comporta como um “buraco” apto a receber elétrons. Nesse caso, a impureza é chamada de receptora. (GRAÇA, 2019; UNIOESTE, 2019).

Figura 5 - Semicondutor Extrínseco de Silício dopado com impureza receptora



Fonte: ARANTES (2019)

Figura 6 - Diagrama das bandas de energia para semicondutores extrínsecos do tipo P



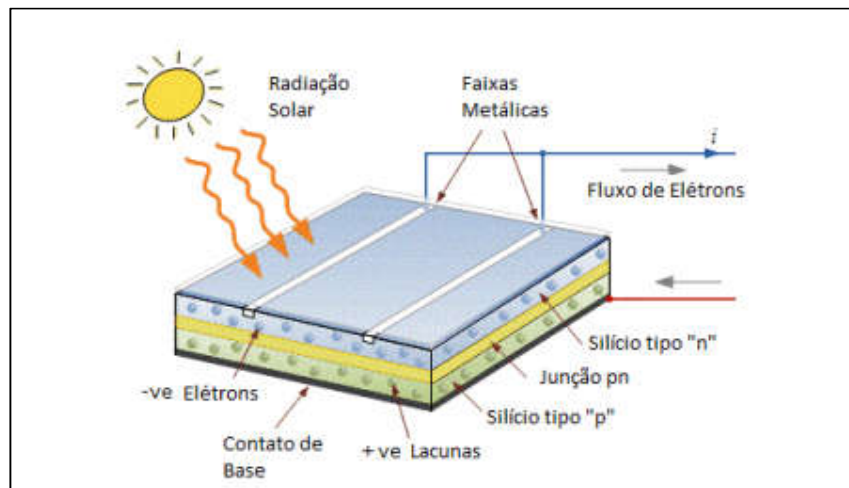
Fonte: ARANTES (2019)

Para obter a célula fotovoltaica, devem-se unir os semicondutores tipo P e tipo N, formando a junção P-N, onde os elétrons livres do material tipo N migrarão para o material tipo P. Isto faz com que haja um acúmulo de elétrons

no lado p, gerando uma carga negativa e uma redução de elétrons do lado n, que o torna eletricamente positivo. Estas cargas aprisionadas dão origem a um campo elétrico que dificulta a passagem de mais elétrons do lado n para o lado p (CRESESB, 2019).

Se uma junção P-N for exposta a fótons com energia maior que o *GAP*, ocorrerá a geração de pares elétron-lacuna. Se isto acontecer na região onde o campo elétrico é diferente de zero, as cargas serão aceleradas, gerando, assim, uma corrente através da junção; este deslocamento de cargas dá origem a uma diferença de potencial chamado de Efeito Fotovoltaico. Se as duas extremidades do "pedaço" de silício forem conectadas por um fio, haverá uma circulação de elétrons, constituindo a base do funcionamento das células fotovoltaicas, apresentada na Figura 7 (CRESESB, 2019).

Figura 7 - Corte Transversal de uma célula fotovoltaica de Silício



Fonte: Eletronics Tutorials (2008)

Sendo o Silício (Si) o segundo elemento químico mais encontrado na Terra, o mesmo tem sido explorado de diversas maneiras na fabricação das células fotovoltaicas, sendo elas: Monocristalino, Policristalino e Amorfo (CEMIG, 2012).

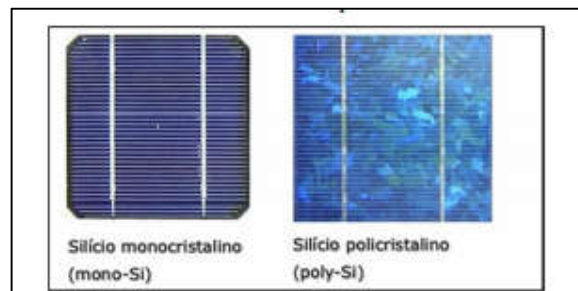
Silício Monocristalino (m-Si): Dentre as células fotovoltaicas que utilizam o silício como material base, as monocristalinas são, em geral, as que apresentam a maior eficiência, podendo chegar até 22,2% (BRAGA Junior,

2014). Apesar desse fato, o processo de fabricação do m-Si é bem complexo e caro, visto que o mesmo deve ter uma pureza adequada para a sua aplicação. O processo mais utilizado para chegar às qualificações desejadas é chamado de “processo Czochralski”, onde o silício é fundido juntamente com um dopante tipo p, normalmente o Boro, que sob um controle de temperatura, resultará em um cilindro de silício monocristalino levemente dopado. Esse cilindro é cortado em finas fatias de aproximadamente 300 μ m, e então, exposta a vapor de fósforo em um forno cuja temperatura varia entre 800°C e 1000°C, com o objetivo de introduzir impurezas tipo N e assim obter a junção P-N (CRESESB, 2019).

- Silício Policristalino: As células de Silício Policristalino são mais baratas por exigirem um processo de preparação menos rigoroso. As técnicas utilizadas para a sua fabricação são similares ao anterior, diferenciando apenas nos rigores de controle (CRESESB, 2019). Sua eficiência é ligeiramente inferior às de células monocristalinas, atingindo valores entre 13% e 17% (VILLALVA, M G, 2015).

É possível observar a diferença das células mono e policristalinas na figura 8.

Figura 8 - Corte transversal de uma célula fotovoltaica de Silício



Fonte: CEPEL (2013)

- Silício Amorfo: Por se comportar de forma favorável à absorção da radiação solar na faixa do visível, e sua fabricação ser de baixa custo, a célula de Silício Amorfo vem se mostrando uma forte tecnologia para os sistemas fotovoltaicos (CRESESB, 2019). Em contrapartida, possui uma baixa eficiência

de conversão e uma vida útil pequena, se comparado às células de silício mono e policristalino.

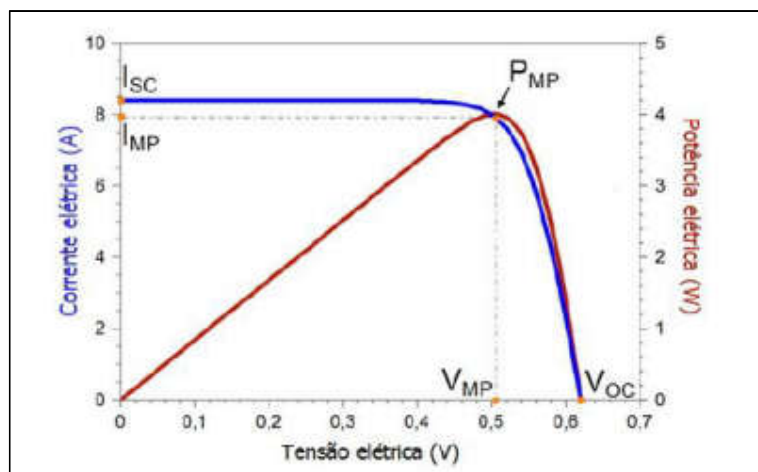
2.3 Equipamentos fotovoltaicos

2.3.1 Módulos fotovoltaicos

Em qualquer instalação solar fotovoltaica, o módulo é a célula básica do sistema gerador, é onde ocorre o efeito fotovoltaico que dá início à geração de energia. Um fato importante é que a tensão de saída dos terminais de um módulo não é constante, ou seja, é pouco provável que o módulo solar proporcione a potência de pico, pois a radiação solar e a temperatura da célula são muito variáveis. Sendo assim, é preciso observar os parâmetros elétricos no momento da escolha do módulo fotovoltaico. Normalmente, esses parâmetros são apresentados sob condição padrão “STC – *Standard Test Conditions*”, onde a irradiância é de 1000 W/m^2 , temperatura da célula de 25°C e espectro as radiação global sob condição de Massa de Ar de 1,5 (CRESESB,2019).

A Figura 9 a seguir representa a curva característica do módulo fotovoltaico, demonstrando a relação entre tensão e corrente de saída (Curva I-V), e a variação de potência em relação a tensão do módulo (Curva P-V).

Figura 9 - Curva I x V



Fonte: Pinho (2014)

Dessa forma, os parâmetros importantes a serem levados em consideração são:

I_{sc} : Corrente de curto circuito.

V_{oc} : Tensão de circuito aberto, ou seja, sem carga conectada ao módulo.

P_{mp} : Ponto de máxima potência.

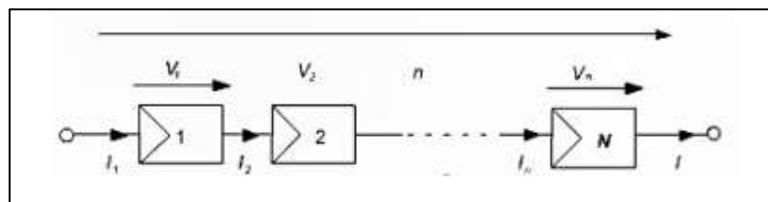
I_{mp} : Valor da corrente quando o módulo opera no Pmp.

V_{mp} : Valor da tensão quando o módulo opera no Pmp.

2.3.1.1 Tipos de conexão dos módulos fotovoltaicos

- **Ligação Série:** O terminal positivo de um módulo é conectado no terminal negativo do outro módulo, e assim sucessivamente conforme representado na figura 10. Dessa forma, tem-se:

Figura 10 - Ligação Série dos módulos fotovoltaicos



Fonte: Miranda (2014)

Onde:

$$V_{\text{total}} = V_1 + V_2 + \dots + V_n \quad (1)$$

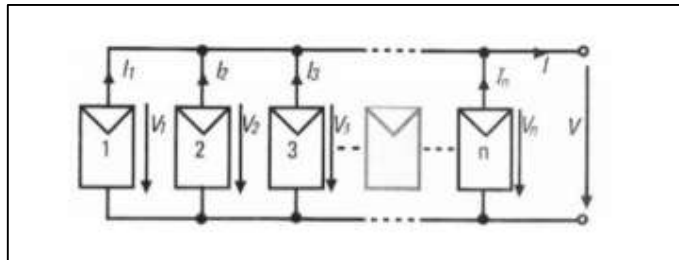
$$I_{\text{Total}} = I_1 = I_2 = \dots = I_n \quad (2)$$

$$P_{\text{total}} = P_1 + P_2 + \dots + P_n \quad (3)$$

$$P_{\text{total}} = V_{\text{total}} \cdot I_{\text{total}} \quad (4)$$

- Ligação Paralelo: Os terminais positivos são ligados entre si, da mesma forma acontece com os terminais negativos dos módulos, como demonstrado na figura 11. Dessa forma, tem-se:

Figura 11 - Ligação Paralela dos módulos fotovoltaicos



Fonte: Miranda (2014)

Onde:

$$V_{\text{Total}} = V_1 = V_2 = \dots = V_n \quad (5)$$

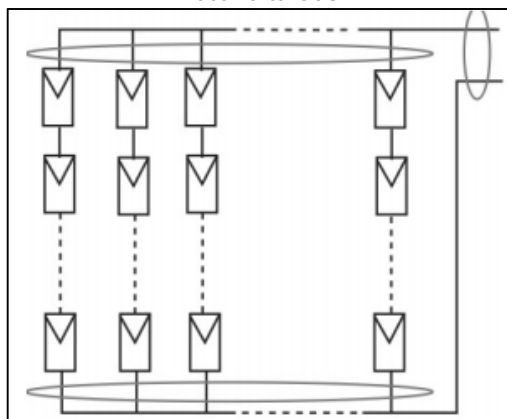
$$I_{\text{total}} = I_1 + I_2 + \dots + I_n \quad (6)$$

$$P_{\text{total}} = P_1 + P_2 + \dots + P_n \quad (7)$$

$$P_{\text{total}} = V_{\text{total}} \cdot I_{\text{total}} \quad (8)$$

- Ligação Mista: É a junção de conexão em série e em paralelo. Nessa associação, é possível atingir valores mais elevados de corrente e tensão e está representada pela figura 12.

Figura 12 - Ligação Mista dos módulos fotovoltaicos

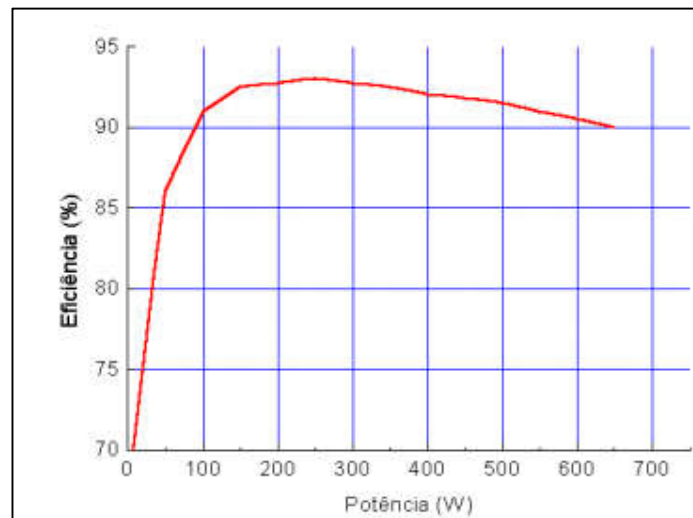


Fonte: Miranda (2014)

2.3.2 Inversor

Após a geração de energia nos terminais dos arranjos fotovoltaicos, através da conversão de energia solar incidida em energia elétrica contínua, faz-se necessário o prosseguimento do sistema através da conversão da corrente contínua em corrente alternada, com os mesmos parâmetros de frequência, conteúdo harmônico e forma de onda da rede conectada. Segundo Ruther (2004), um diferencial de 1% na eficiência do inversor pode resultar 10% a mais em energia gerada ao longo de um ano. Além disso, é importante observar a curva característica de eficiência de conversão CC-CA em função da potência de operação, mostrada na Figura 13.

Figura 13 - Curva característica de eficiência do inversor



Fonte: Ruther (2004)

Pode-se observar que a máxima potência de operação desse inversor, não é equivalente à sua eficiência de conversão, sugerindo então, um melhor aproveitamento da energia gerada com um conjunto de módulos fotovoltaicos com potência inferior à máxima potência do inversor. Além de garantir que a corrente convertida siga os mesmos parâmetros da rede a qual está conectada, o inversor deve ter um sistema de segurança para que não injete energia gerada pelos módulos na rede elétrica, em momentos em que a mesma está desligada (fenômeno *Islanding*) (RUTHER, 2004).

Diante dos diferentes recursos que o inversor deve apresentar, as entradas MPPT, *Maximum Power Point Tracking*, mais conhecida como rastreamento do ponto de máxima potência é uma importante função encontrada em grande parte dos inversores, e deve ser destacada. Essa função assegura que o inversor extraia a potência máxima dos módulos fotovoltaicos, variando a tensão de operação que ao multiplicar com a corrente, fornece a maior potência naquele instante de tempo. É normal encontrar inversores que possuem duas ou mais entradas de MPPT, dessa forma, é possível instalar as placas em duas diferentes orientações, como, por exemplo, Leste/Oeste. A instalação Leste/Oeste fica comprometida caso o inversor tenha apenas uma MPPT, pois dessa forma, a diferença de irradiação incidente nas placas e sombreamento acaba afetando toda a *string* conectada, ou seja, comprometem a geração de energia. Existem MPPT's que aceitam várias *strings* que são os conjuntos de placas conectadas. É importante mencionar que em uma MPPT com 3 *strings*, todos esses conjuntos de placas devem ser idênticos, ou seja, mesma orientação, inclinação e quantidade de placas em cada conjunto (RUTHER, 2004).

2.3.3 Transformador

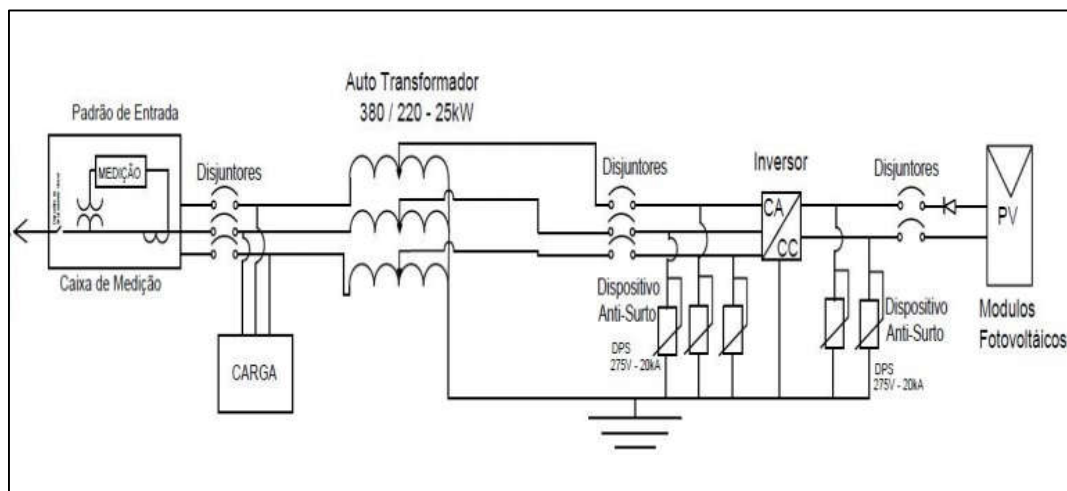
Existem sistemas de geração onde há a necessidade de utilização do transformador, ou seja, a unidade consumidora é atendida em tensão nominal diferente da tensão do inversor conectado. O transformador é um dispositivo com dois ou mais enrolamentos acoplados por meio de um fluxo magnético comum. Quando o primário é conectado a uma fonte de tensão alternada, um fluxo cujo valor depende do número de espiras, tensão e frequência, será produzido. Esse fluxo concatena o secundário, induzindo uma tensão cujo valor dependerá do seu número de espiras, frequência e magnitude do fluxo comum entre enrolamentos (UMANS, 2014).

2.3.4 Dispositivos de proteção

Seguindo o mesmo raciocínio de que o inversor deve ter um sistema de segurança contra ilhamento, para que dessa forma, não haja acidentes com operadores da rede elétrica, os componentes do sistema fotovoltaico, como inversor, transformador e módulos, devem estar protegidos de qualquer surto ou pico de tensão que possa ocorrer na rede e danificar esses equipamentos. Para isso, tem-se os Dispositivos de Proteção contra Surtos (DPS). Seu funcionamento se dá pelo fechamento de curto entre fase e terra, quando uma tensão maior que a sua máxima tensão de operação chega a seus terminais, evitando danos aos equipamentos ao limitar o valor das sobretensões (VINTURINI,2019).

Por fim, para a melhor visualização dos componentes de um sistema fotovoltaico e suas respectivas ligações, tem-se o esquemático unifilar de um projeto genérico na figura 14.

Figura 14 - Esquemático dos componentes de um sistema fotovoltaico

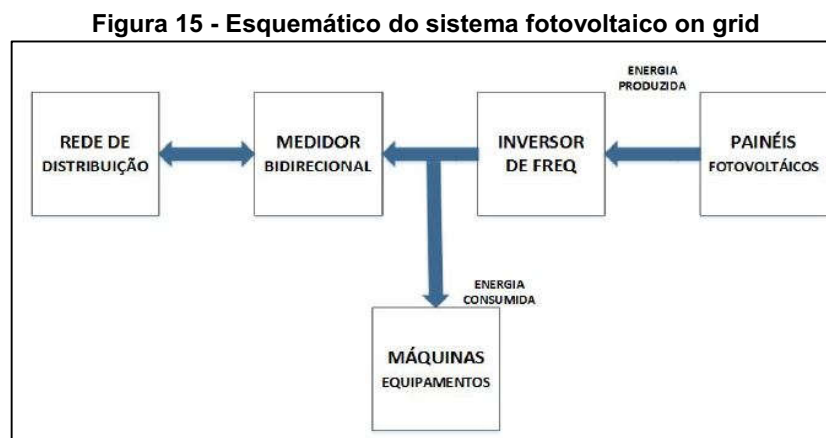


Fonte: FEJ ENGENHARIA (2015)

2.4 Sistemas fotovoltaicos

2.4.1 Sistemas *on grid*

Sistemas *on grid*, ou sistemas conectados, são sistemas fotovoltaicos que possuem conexão com a rede pública, regularizados pela ANEEL, através da Resolução Normativa n°482/2012, no qual os sistemas de geração fotovoltaicos realizassem a troca da energia excedente produzida por créditos energéticos, ou seja, em se tratando dos casos nos quais a geração supere o consumo, a unidade consumidora (UC) injeta energia na rede e recebe créditos da concessionária, e quando nos casos em que o consumo supera a geração, estes créditos, anteriormente gerados, vão sendo abatidos. Pela Figura 14 é possível perceber que os painéis fotovoltaicos, inversores e medidor bidirecional são os equipamentos que compõe este tipo de sistema (ALVES, 2016; ANEEL, 2012).



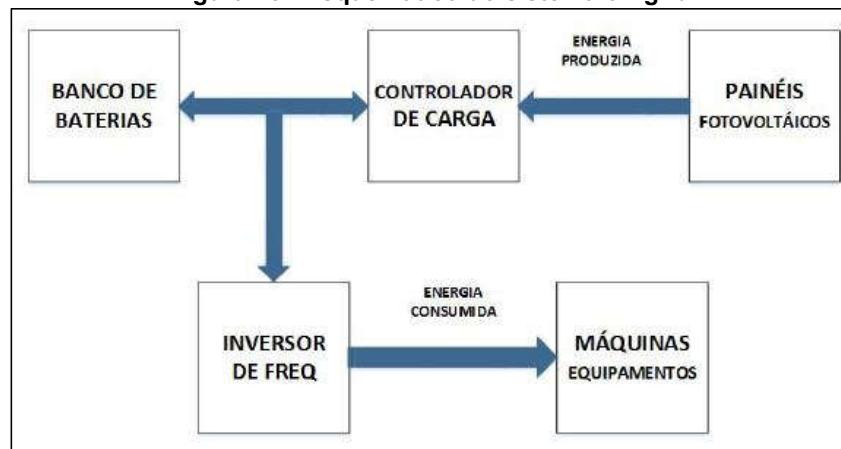
Fonte: Alves (2016)

2.4.2 Sistemas *off grid*

Sistemas *off grid*, ou sistemas autônomos, caracterizam-se por não estarem conectados à rede elétrica, sendo assim, toda a energia produzida alimenta as cargas conectadas ao sistema. Pela Figura 15 nota-se que este sistema é composto por um banco de baterias, controlador de carga, inversores e painéis fotovoltaicos. Por se tratar de um sistema no qual não há conexão com a rede, no caso de a geração de energia ser superior ao consumo, tem-se que o excedente de energia será armazenado nos bancos de bateria, e este excedente

servirá para suprir os momentos em que o consumo for maior do que a geração. O controlador de carga serve para garantir o correto abastecimento das cargas, a fim de evitar descargas e sobrecargas nos equipamentos, aumentando, assim, a vida útil destes (ALVES, 2016; ANEEL, 2012).

Figura 16 - Esquemático do sistema off grid



Fonte: Alves (2016)

Neste trabalho serão abordados os sistemas conectados à rede elétrica (*on grid*). Por se tratar de um unidade industrial tem-se que a indústria em questão já possui conexão com a rede elétrica, além do mais, sistemas *off grid* possuem um custo mais elevado, devido aos bancos de bateria e controladores de carga, o que se tornaria inviável, devido à demanda de energia necessitada.

2.5 Estrutura tarifária no Brasil

Segundo o Ministério de Minas e Energia (2011), as unidades consumidoras são classificadas em dois grupos tarifários.

2.5.1 Grupo A

Tensão de atendimento acima de 2300 volts, podendo ser dividido em subgrupos de acordo com a tensão de fornecimento:

- Subgrupo A1 para o nível de tensão de 230 kV ou mais;
- Subgrupo A2 para o nível de tensão de 88 a 138 kV;
- Subgrupo A3 para o nível de tensão de 69 kV;
- Subgrupo A3a para o nível de tensão de 30 a 44 kV;
- Subgrupo A4 para o nível de tensão de 2,3 a 25 kV;
- Subgrupo AS para sistema subterrâneo.

De forma geral, consumidores do grupo A necessitam de um contrato de fornecimento de energia definido como demanda contratada, que segundo a ANEEL (2011), entende-se a demanda contratada como a potência ativa que deve ser obrigatoriamente e continuamente disponibilizada pela concessionária, conforme valor e período de vigência do contrato. O consumidor deve pagar integralmente a demanda, independente da utilização total ou não da mesma. Quando ocorre um excedente no consumo de energia em relação à demanda, definido como demanda de ultrapassagem, a concessionária aplicará uma multa pelo excesso.

Existem casos onde a unidade consumidora do grupo A pode optar em ser faturada como grupo B (tarifa monômnia), ou seja, sem contrato de demanda. Para isso, segundo a RN n°414, a unidade consumidora deve atender pelo menos um dos critérios abaixo:

- Ter acesso de energia com potência nominal igual ou menor a 112,5 kVA;
- Unidade consumidora localizada em área de turismo ou veraneio, ou seja, unidades reconhecidas como estância balneária, hidromineral, climática ou turística;
- Unidade consumidora para prática esportiva, cuja carga instalada de refletores, seja igual ou superior a 2/3 da carga total;
- Ser uma Cooperativa de Eletrificação rural, onde a soma das potências nominais dos transformadores seja igual ou inferior a 1125kVA.

Considerada uma modalidade tarifária binômnia, ou seja, caracterizado por tarifas de demanda de potência (kW) ou tarifas de consumo de energia

elétrica (kWh), os consumidores do grupo A podem ser tarifados de acordo com a modalidade de fornecimento, que no Brasil, são atualmente três.

- Tarifa Convencional: Caracterizada por ter uma única tarifa para o consumo de energia e uma única tarifa para a demanda contratada. O limite de demanda contratada para consumidores enquadrados na tarifa convencional é de 150 kW. Ao ultrapassar esse valor, é obrigatório optar por uma tarifa horária;
- Tarifa Horo-sazonal Verde: Diferente da tarifa convencional, a tarifa horo-sazonal verde possibilita a contratação de dois valores diferentes de demanda, um para o período seco (Dezembro - Abril) e outra para o período úmido (Maio – Novembro), sendo a primeira mais cara que a segunda (MME, 2011);
- Tarifa Horo-sazonal Azul: Essa tarifa se diferencia pelo contrato da demanda em horário de ponta e fora de ponta, podendo variar também de acordo com o período do ano, seco ou úmido.

2.5.1.1 Horário de ponta e fora de ponta

Define-se como horário de ponta período do dia composto por três horas consecutivas, período no qual este consumo de energia tende a ser maior, no caso da COPEL, de segunda a sexta, das 18 às 21 horas, e no horário de verão, das 19 às 22 horas. As exceções consideradas são sábados, domingos, terça-feira de carnaval, sexta-feira da Paixão, “*Copus Christi*” e feriados nacionais, sendo estes, dispostos na tabela 3 (COPEL, 2020).

Tabela 3 – Feriados definidos por lei federal

Dia e Mês	Feriados Nacionais
01 de janeiro	Confraternização Universal
21 de abril	Tiradentes
01 de maio	Dia do Trabalho
07 de setembro	Independência
12 de outubro	Nossa Senhora Aparecida
02 de novembro	Finados
15 de novembro	Proclamação da república
25 de dezembro	Natal

Fonte: Adaptado de COPEL (2020)

2.5.2 Grupo B

Tensão de atendimento abaixo de 2300 volts, podendo ser subdivido em subgrupos:

- Subgrupo B1 – residencial e residencial baixa renda;
- Subgrupo B2 – rural e cooperativa de eletrificação rural;
- Subgrupo B3 – demais classes;
- Subgrupo B4 – iluminação pública.

2.6 Mercado livre de energia

No Brasil, tem-se que o mercado de energia é dividido em ambiente de contratação regulada (ACR) e ambiente de contratação livre (ACL). No ambiente de contratação regulada encontram-se os consumidores cativos, ou seja, compram energia elétrica diretamente das concessionárias de distribuição locais. O pagamento é realizado através da fatura de energia, e os preços das tarifas de energia são determinados pela Poder Público, e incluem os serviços de geração e distribuição de energia (ANEEL, 2019; ELÉTRICA, 2019).

O mercado livre de energia, instaurado no ano de 2003, é um ambiente livre de contratação de energia elétrica, onde os participantes negociam livremente as condições comerciais tais como o fornecedor, valores pagos pela energia, quantidade de energia a ser contratada e período de contratação, diretamente com os agentes geradores. Neste mercado, os consumidores podem comprar energia de qualquer concessionária de energia, não necessariamente da concessionária local. Assim sendo, o consumidor escolhe qual será seu fornecedor de energia. Todo este mercado é regulamentado pela ANEEL. O ambiente ACL, segundo regulamentação da ANEEL, é restrito a médios e grandes consumidores, ou seja, consumidores que possuam demanda maior ou igual a 500 kW e sejam atendido em tensão superior a 2,3 kV, pertencentes ao grupo A. Sendo assim, pessoas físicas não podem aderir a este tipo de mercado, ficando restritas apenas ao mercado cativo (ANEEL, 2019; ELÉTRICA, 2019).

Dentro do mercado livre de energia existem os consumidores livres tradicionais e os consumidores especiais. Estes são consumidores que possuem

demanda contratada entre 500 kW e 3 MW, e tem o direito de adquirir energia de usinas geradoras eólicas, solares, biomassa e pequenas centrais hidrelétricas (PCH's). Já os consumidores livres tradicionais são aqueles que possuem demanda contratada superior e 3 MW, e tem o direito de escolher qual fonte de energia contratar (ANEEL, 2019; ELÉTRICA, 2019).

O mercado livre de energia é controlado pela Câmara de Comercialização de Energia Elétrica (CCEE). Assim, toda e qualquer relação comercial no ambiente de contratação livre, devem ser oficializadas através de Contratos de Compra de Energia no Ambiente Livre (CCEAL) e registrados na CCEE. Em caso de diferença entre o consumo dos agentes e o que foi contratado, o valor em questão deve ser liquidado no Mercado de Curto Prazo (MCP), que serão valoradas ao Preço de Liquidação das Diferenças (PLD). O PLD atual é obtido semanalmente através de modelos computacionais que visam a otimização dos recursos energéticos, considerando variáveis como consumo previsto, afluência de chuvas, e carga do sistema. Este valor é dividido por patamar (leve, médio e pesado) e submercados (Sudeste/Centro Oeste, Sul, Norte e Nordeste). Dessa maneira, quaisquer diferenças entre o consumo e o contratado, sendo este positivo ou negativo, são multiplicados pelo valor PLD no momento que ocorreu, e assim, tem-se como resultado o valor a ser pago ou recebido pelo agente (ENERGIA, 2019). Para 2021 está previsto o PLD horário, em que o valor será calculado para cada hora e por submercado, com o objetivo de aproximar a programação e o planejamento da situação real, ou seja, os preços serão mais próximos do custo real de operação do sistema elétrico

A principal vantagem de poder estar em um ambiente de contratação livre é o poder de escolhas que os consumidores têm. Além disso, questões como flexibilidade contratual, previsibilidade elétrica, e a possibilidade da venda do excedente de energia são outras vantagens que este ambiente proporciona. As desvantagens são as oscilações que podem haver nos preços da energia, em virtude de momentos de estresse na geração de energia ou em momentos de alta demanda de energia, e a necessidade de aviso prévio, cinco anos, caso o consumidor queira retornar ao mercado cativo de energia, estando também sob o poder da concessionária aceitar ou não tal solicitação (ELÉTRICA, 2019).

2.6.1 A energia fotovoltaica no mercado livre

Sabe-se que os sistemas fotovoltaicos instalados nas unidades consumidoras participantes do ambiente de contratação regulado podem realizar a compensação de energia, porém este benefício não se estende às unidades presentes no ACL, afinal, essas unidades não compram energia junto à distribuidora. Dessa forma, as unidades consumidoras com sistemas fotovoltaicos instalados e participantes do ACL serão registradas pela CCEE como autoprodutoras. Segundo Lau (2018), ao se tornar um autoprodutor pode-se entender a energia gerada como um custo evitado, sendo necessário adquirir uma quantidade menor ou em alguns casos, nenhuma energia de terceiros.

3 METODOLOGIA

3.1 Dimensionamento fotovoltaico

O dimensionamento do sistema fotovoltaico foi realizado seguindo os critérios das Resoluções Normativas 482 e 687, da ANEEL, e as Normas Técnicas Copel (NTC) 905200.

3.1.1 Análise das faturas de energia da unidade consumidora

O primeiro passo para dimensionar um sistema fotovoltaico em uma unidade consumidora (UC) é analisar a fatura de energia do local. Para este estudo, foram analisadas duas faturas de energia, uma da concessionária de energia COPEL e outra da CPFL, em virtude de ser uma empresa participante do mercado livre de energia. A fatura de energia da COPEL é decorrente de se tratar de uma empresa localizada na cidade de Arapongas – PR, área de atuação da concessionária quanto à distribuição de energia. Já a segunda fatura, da CPFL, corresponde ao valor da compra de energia de uma geradora, decorrente do contrato no mercado livre.

Quanto ao fornecimento de energia, a indústria é alimentada em média tensão, com tensão contratada de 13,2kV. Deste modo, conforme descrito no item 2.5, enquadra-se no subgrupo A4, ou seja, UC com tensão de fornecimento de 2,3kV a 25kV. Quanto à modalidade tarifária, é caracterizada pela tarifa binômia, Horo-sazonal verde, sendo esta composta por tarifas diferenciadas com relação ao consumo de energia, definida pelas horas de utilização durante o dia, consumo ponta e fora ponta, e também por uma demanda única de potência, que não é dependente do horário de utilização. A empresa em questão possui uma demanda contratada de 1500kW, e carga instalada de 2500kVA. Possui como padrão de entrada uma cabine de média tensão, em alvenaria, com disjuntor a gás SF6 630A 17,5kV. Na tabela 4, a seguir, tem-se um resumo com as principais informações a respeito da fatura e da indústria.

Tabela 4- Dados da unidade consumidora

Unidade consumidora	Subgrupo A4
Município	Arapongas
Estado	Paraná
Concessionária	COPEL
Concessionária mercado livre	CPFL
Tensão contratada	13200V
Padrão de entrada	Cabine de média tensão
Disjuntor	630A
Demanda contratada	1500kW
Carga instalada	2500kVA

Fonte: Autoria própria (2020)

A fim de manter o sigilo da unidade consumidora, não foram adicionados à tabela acima dados como código da unidade consumidora, CNPJ, endereço, CEP, entre outros, conforme solicitado no Formulário de Solicitação de Acesso para Minigeração Distribuída, apresentado no Anexo A. Entende-se por minigeração unidades geradoras com potência instalada superior a 75kW e menor ou igual a 5MW, enquanto que os sistemas de minigeração são unidades geradoras com potência instalada menor ou igual a 75kW (COPEL, 2018).

3.1.2 Levantamento das informações gerais do local

Após a análise das faturas de energia, foi realizado o estudo e levantamento das informações do local, coletando-se os principais dados para o dimensionamento de um sistema fotovoltaico, como cidade e estado da unidade consumidora, a posição geográfica local, latitude e longitude, orientação do telhado e área útil de telhado. Os dados coletados foram dispostos na tabela 5, que segue.

Tabela 5 - Dados coletados do local de instalação

Latitude	23°S
Longitude	51°O
Tipo de telhado	Fibrocimento
Orientação do telhado	NNE / SSO
Inclinação do telhado	23°
Área útil de telhado NNE	6000m ²
Área útil de telhado SSO	5000m ²

Fonte: Autoria própria (2020)

Dados de latitude, longitude e orientação do telhado foram obtidos com o auxílio do *software Google Earth Pro*.

A fim de manter o sigilo da unidade consumidora, não foram adicionados dados de latitude e longitude mais específicas, com minutos e segundos. Com relação à inclinação do telhado, definiu-se com sendo igual à latitude, visto que nenhum dos integrantes deste trabalho possuem aptidão para trabalho em altura, curso de NR 35, falta de equipamentos necessários para o cálculo de inclinação de telhado e autorização perante a empresa para a realização de tal levantamento. Através de uma inspeção visual, concluiu-se que poderia se considerar o valor de inclinação do telhado como sendo igual à latitude.

Sobre a orientação do telhado, sabe-se que a melhor orientação para sistemas fotovoltaicos, em se tratando de uma usina consumidora no hemisfério sul, a norte é a mais indicada, por não possuir perdas na geração (WA SOLAR, 2020). Para o estudo em questão, definiu-se que seriam realizados dois dimensionamentos, considerando a orientação NNE e a SSO. A definição da área útil de telhado auxilia para se saber a capacidade total de módulos fotovoltaicos que o telhado pode comportar.

3.1.3. Análise do consumo de energia da UC

A análise do consumo consistiu no levantamento do consumo de Agosto de 2018 a Julho de 2019, sendo este o mês vigente da fatura fornecida. Foram levantados os consumos de energia nos horários de ponta e fora de ponta conforme demonstrado na tabela 6. A partir destes dados, foram analisadas duas opções para o dimensionamento do sistema fotovoltaico, sendo a primeira dimensionar um sistema para abater apenas o consumo no horário fora ponta, e outro um sistema para abater os consumos dos horários de ponta e fora ponta.

Tabela 6- Dados de consumo da unidade consumidora

Mês	Consumo Fora Ponta kWh	Consumo Ponta kWh
Ago/18	490.594	62.921
Set/18	492.056	69.178
Out/18	452.537	57.869
Nov/18	483.924	62.677
Dez/18	449.437	56.124
Jan/19	366.118	46.150
Fev/19	438.008	55.730
Mar/19	422.298	60.836
Abr/19	428.890	59.380
Mai/19	374.856	56.714
Jun/19	427.056	63.852
Jul/19	397.594	53.636

Fonte: Autoria própria (2020)

3.1.4. Dados solarimétricos do local

Através do programa *SunData*, do Centro de Referência para as Energias Solar e Eólica Sérgio de S. Brito (CRESESB), pode-se realizar o levantamento da irradiação solar diária média mensal, dada em kWh/m².dia, para a unidade consumidora em questão. Para tal, seguiram-se os seguintes passos:

1° Passo: Acesso à página do CRESESB, através do site <http://www.cresesb.cepel.br/index.php?section=sundata> (CRESESB, 2020).

2° Passo: Foram inseridas as coordenadas geográficas do local (figura 17).

Figura 17 – Coordenadas geográficas do local

Coordenada Geográfica

Latitude **Sul** **Longitude** **Oeste**

Norte:

graus decimais (00.00°)

graus, minutos e segundos (00°00'00")

I. Os valores válidos de latitude devem estar na faixa de 12° Norte e 40° Sul e de longitude na faixa de 30° Oeste e 80° Oeste.
Em caso de dúvida entre em contato conosco.

Fonte: CRESESB (2020)

3° Passo: Resultado da busca

Através das coordenadas geográficas inseridas, foram gerados os seguintes resultados, conforme figura 18.

Figura 18 – Resultados das coordenadas geográficas

#	Estação	Município	UF	País	Irradiação solar diária média [kWh/m ² .dia]																	
					Latitude [°]	Longitude [°]	Distância [km]	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Média	Delta	
✓	Arapongas	Arapongas	PR	BRASIL	23,401° S	51,449° O		2,9	5,66	5,74	5,20	4,59	3,63	3,37	3,56	4,48	4,68	5,33	5,95	6,21	4,88	2,84
✓	Arapongas	Arapongas	PR	BRASIL	23,401° S	51,349° O		7,9	5,79	5,68	5,16	4,58	3,63	3,36	3,56	4,51	4,67	5,27	5,93	6,20	4,86	2,84
✓	Rolândia	Rolândia	PR	BRASIL	23,301° S	51,449° O		10,1	5,91	5,80	5,28	4,62	3,66	3,38	3,59	4,50	4,69	5,33	6,00	6,26	4,91	2,88

Estação: Arapongas
Município: Arapongas , PR - BRASIL
Latitude: 23,401° S
Longitude: 51,449° O
Distância do ponto de ref. (23,38889° S; 51,424722° O): 12,8 km

#	Ângulo	Inclinação	Irradiação solar diária média mensal [kWh/m ² .dia]													
			Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Média	Delta
✓	Plano Horizontal	0° N	5,88	5,74	5,20	4,59	3,63	3,37	3,56	4,48	4,68	5,33	5,95	6,21	4,88	2,84
✓	Ângulo igual a latitude	23° N	5,30	5,48	5,37	5,23	4,50	4,39	4,56	5,33	5,00	5,22	5,45	5,52	5,11	1,13
✓	Maior média anual	21° N	5,38	5,53	5,38	5,20	4,45	4,33	4,49	5,29	4,99	5,25	5,52	5,60	5,12	1,28
✓	Maior mínimo mensal	36° N	4,76	5,08	5,19	5,32	4,75	4,73	4,87	5,63	4,92	4,88	4,92	4,90	4,99	,79

Estação: Arapongas
Município: Arapongas , PR - BRASIL
Latitude: 23,401° S
Longitude: 51,349° O
Distância do ponto de ref. (23,38889° S; 51,424722° O): 17,9 km

#	Ângulo	Inclinação	Irradiação solar diária média mensal [kWh/m ² .dia]													
			Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Média	Delta
✓	Plano Horizontal	0° N	5,79	5,69	5,18	4,58	3,63	3,38	3,56	4,51	4,67	5,27	5,93	6,20	4,88	2,84
✓	Ângulo igual a latitude	23° N	5,24	5,44	5,33	5,22	4,49	4,38	4,56	5,37	4,99	5,16	5,43	5,51	5,09	1,13
✓	Maior média anual	21° N	5,31	5,48	5,34	5,19	4,44	4,31	4,49	5,32	4,99	5,19	5,50	5,59	5,10	1,28
✓	Maior mínimo mensal	36° N	4,70	5,03	5,15	5,30	4,74	4,72	4,87	5,67	4,91	4,84	4,90	4,89	4,97	,87

Estação: Rolândia
Município: Rolândia , PR - BRASIL
Latitude: 23,301° S
Longitude: 51,449° O
Distância do ponto de ref. (23,38889° S; 51,424722° O): 10,1 km

#	Ângulo	Inclinação	Irradiação solar diária média mensal [kWh/m ² .dia]													
			Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Média	Delta
✓	Plano Horizontal	0° N	5,91	5,80	5,28	4,62	3,66	3,38	3,59	4,50	4,69	5,33	6,00	6,26	4,91	2,88
✓	Ângulo igual a latitude	23° N	5,34	5,54	5,42	5,27	4,54	4,41	4,60	5,37	5,01	5,21	5,49	5,56	5,15	1,15
✓	Maior média anual	21° N	5,41	5,59	5,43	5,24	4,48	4,34	4,53	5,32	5,00	5,25	5,56	5,64	5,15	1,30
✓	Maior mínimo mensal	36° N	4,79	5,13	5,24	5,36	4,79	4,75	4,91	5,67	4,93	4,89	4,96	4,93	5,02	,82

Fonte: CRESEB (2020)

4° Passo: Dados utilizados

Por fim, os dados utilizados foram os índices de irradiação solar diária média mensal do local mais próximo à unidade consumidora sob análise, e os índices no qual o ângulo é igual à latitude, em virtude do que foi discutido no índice 3.2, em que se definiu a inclinação do telhado igual à latitude do local.

Os dados utilizados para a sequência do dimensionamento seguem abaixo, nas tabelas 7 e 8.

Tabela 7 - Dados solarimétricos

Distância do local	Arapongas
Distância do local	2,8km
Latitude	23,401° S
Longitude	51,449° O

Fonte: Aatoria própria (2020)

Tabela 8 - Irradiação solar diária média mensal (kWh/m².dia)

Mês	Inclinação 23°
Janeiro	5,31
Fevereiro	5,49
Março	5,37
Abril	5,23
Maio	4,50
Junho	4,40
Julho	4,56
Agosto	5,34
Setembro	5,00
Outubro	5,25
Novembro	5,52
Dezembro	5,60
Mínimo	4,40
Média	5,13
Máximo	5,60

Fonte: Aatoria própria (2020)

Estes dados serão utilizados, posteriormente, para o cálculo de geração mensal de energia do sistema fotovoltaico a ser dimensionado.

3.1.5 Definição do módulo fotovoltaico

Os critérios de escolha para o módulo foram a confiabilidade da marca, potência do módulo, rendimento, custo e certificação no Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia (Inmetro). Assim sendo, optou-se pela utilização do módulo fotovoltaico da fabricante Canadian Solar. As especificações do produto encontram-se na tabela 9.

Tabela 9- Dados do Módulo Fotovoltaico

MÓDULO FOTOVOLTAICO	
Fabricante	Canadian Solar
Modelo	CS3W - 425P
Tipo	Policristalino
Potência	425 W
η Módulo	19,24%
Número de células	144
$I_{m\acute{a}x}$	10,71 A
$V_{m\acute{a}x}$	39,7 V
I_{sc}/I_{cc}	11,29 A
V_{oc}/V_{ca}	48,2 V
Peso	24,9 kg
Área (m²)	2,21
Dimensões (mm)	2108x1048x40
Inmetro	Aprovado
Máx. Corr. Fusível (série)	30 A
Coef. Temperatura/°C	-0,37%
Depreciação a.a.	0,60%

Fonte: Adaptado de Canadian Solar (2020)

Os dados apresentados, bem como o registro do produto perante o Inmetro, estão contidos nos Anexo B e C (CANADIAN SOLAR, 2020).

3.1.6 Perdas no sistema fotovoltaico

O sistema fotovoltaico está sujeito a perdas, que influenciam diretamente em seu rendimento (GOBBO, 2018). Os tópicos que seguem apresentam os principais fatores de perdas para um sistema fotovoltaico, e que foram considerados no sistema.

3.1.6.1 Perda por orientação

Conforme a orientação para onde o telhado está voltando, sendo norte, sul, leste ou oeste, podem ocorrer perdas na geração de energia. Os fatores de perdas estão dispostos na tabela 10 (WA SOLAR, 2020).

Tabela 10 - Perdas por orientação

Orientação	Porcentagem de perdas
Norte	0%
Nordeste	5%
Noroeste	5%
Leste	15%
Oeste	15%
Sul	20%

Fonte: Adaptado de WA SOLAR (2020)

3.1.6.2 Perda por inclinação

A inclinação dos módulos também pode ser um fator que cause perdas na geração de energia. Para sistemas elétricos *on grid*, o ângulo de inclinação igual à latitude é o mais indicado (WA SOLAR, 2020).

3.1.6.3 Sombreamento

Sombreamento é um dos maiores responsáveis pelas perdas causadas em sistemas fotovoltaicos, pois impede a incidência da irradiação sobre os módulos. Deste modo, é necessário observar o local de instalação do sistema, a fim de detectar possíveis causadores de sombreamento, e não prejudicar o rendimento do sistema. Para este caso, o percentual de perdas deve ser analisado (GOBBO, 2018; WA SOLAR, 2020).

3.1.6.4 Temperatura

Sabe-se que a produção de energia em sistemas fotovoltaicos ocorre através da irradiação incidente sobre os módulos. A temperatura é um agente que pode gerar perdas no sistema, em virtude de sua constante variação. (GOBBO, 2018).

3.1.6.5 Mismatch

A perda por *mismatch* está relacionada com a diferença entre a quantidade de energia gerada entre os módulos. Ocorre quando existem módulos que são conectados em série, ou em um mesmo ponto de máxima potência do inversor (MPPT), e estes possuem diferenças construtivas entre si, existência de pontos de sombreamento, módulos posicionados em diferentes orientações, ou as entradas do inversor (*strings*) possuem números diferentes de módulos em um mesmo MPPT. O percentual de perdas varia de 1,0% a 2,0% (GETPOWER, 2020).

3.1.6.6 Sujeira

Sujeiras são acúmulos de partículas na face dos módulos, principalmente em épocas do ano com baixa pluviosidade. Isso faz com que o rendimento dos módulos seja menor (GOBBO, 2018).

Figura 19 - Representação do módulo com sujeira



Fonte: ESTRUTURAS (2020)

3.1.6.7 Cabos CC

Na condução de corrente dos módulos até os inversores existem perdas que devem ser consideradas. Quanto maior a distância, maiores as perdas. O percentual de perdas varia de 0,5% a 1,0% (GETPOWER, 2020).

3.1.6.8 Cabos CA

Assim como na corrente contínua, a condução em corrente alternada possui perdas, que também variam de acordo com a distância. O percentual de perdas varia de 0,5% a 1,0% (GETPOWER, 2020).

3.1.6.9 Inversor

O inversor é o equipamento responsável pela transformação da energia em corrente contínua (CC), em energia em corrente alternada (CA). Sua eficiência está diretamente relacionada com as perdas na condução e comutação interna. Sendo assim, seu percentual de perdas é considerado a partir de informação sobre a eficiência máxima apresentada pelo fabricante (ARAÚJO, 2016).

3.1.6.10 Tabela com a porcentagem relativa às perdas

Levando em consideração as perdas descritas nos itens anteriores e verificando o local de instalação, foram analisadas e determinadas suas respectivas porcentagens para o sistema em questão. Os dados foram dispostos na tabela 11, a seguir.

Tabela 11 - Perdas do sistema	
Orientação	2,5%
Inclinação	0,0%
Sombreamento	0,0%
Temperatura	6,3%
Mismatch	1,5%
Sujeira	1,0%
Cabos CC	1,0%
Cabos CA	1,0%
Inversor	1,1%
Porcentagem total de perdas (PT)	14,4%
Taxa de desempenho do sistema (TD)	85,6%

Fonte: Autoria própria (2020)

Onde, a porcentagem total de perdas (P_T) é a soma de todas as porcentagens das perdas para o sistema em análise, e a taxa de desempenho do sistema, apresentada na equação 9, é dada por:

$$T_D = 100\% * P_T \quad (9)$$

Esta taxa será, posteriormente, utilizada para a realização do cálculo de geração diária de energia do sistema fotovoltaico.

3.1.7 Definição da potência total instalada

Para obter a potência total instalada no sistema, foi calculada a quantidade de módulos fotovoltaicos. Para tanto, foram simuladas a quantidade de painéis em quatro situações distintas.

- a. Quantidade de módulos necessários para abater o consumo de energia total;
- b. Quantidade de módulos necessários para abater o consumo de energia no horário fora de ponta;
- c. Quantidade de módulos ocupando toda a área disponível de telhado;
- d. Quantidade de módulos utilizando a área disponível de telhado nas orientações NNE e SSO, com potência limitada à demanda contratada da unidade consumidora.

Segundo a NTC da Copel, o sistema não pode possuir potência maior do que a demanda contratada (limitação) (COPEL, 2018).

3.1.8. Geração de energia

Após o dimensionamento da quantidade de módulos fotovoltaicos do sistema, realizou-se uma análise a respeito da geração de energia total do sistema. Para tanto, primeiramente calculou-se a energia média produzida por um único módulo, considerando um único dia, e posteriormente, a energia média produzida por mês, de janeiro a dezembro, através das equações 10 e 11.

$$E_{MD} = I_{MN} * A_{MF} * N_{MF} * TD \quad (10)$$

Onde, E_{MD} é a energia média diária, I_{MN} a Irradiação solar diária média mensal, A_{MF} a área do módulo fotovoltaico, N_{MF} o rendimento do módulo, e TD a taxa de desempenho do sistema.

$$E_{MM} = E_{MD} * N_D \quad (11)$$

Onde, E_{MM} é a energia média mensal, E_{MD} a energia média diária, e N_D o número de dias relativos a cada mês.

Após isto, foi calculada a energia total produzida por todo o sistema, utilizando a equação 12:

$$E_{TP} = E_{MM} * Q_{TM} \quad (12)$$

Onde, E_{TP} é a energia total produzida, E_{MM} a energia média mensal, e Q_{TM} a quantidade de módulos do sistema fotovoltaico.

3.1.9. Energia gerada x energia consumida

A fim de comparar a energia total gerada pelo sistema com a energia consumida, foram comparados os dados de geração mensal, média e consumo, com os respectivos dados de consumo. Também, calculou-se uma proporção da energia gerada em relação ao consumo.

Com a finalidade de manter o sigilo dos dados de consumo de energia perante à unidade consumidora, o resultado apresentado neste trabalho será a relação, dada pela equação 13:

$$R_{EE} = E_{TG}/E_{TC} \quad (13)$$

Onde, R_{EE} é a relação entre as energias gerada e consumida, E_{TG} a energia total gerada, e E_{TC} a energia total consumida.

3.1.10. Definição do inversor

Após as definições de potência total instalada no sistema e quantidade de módulos fotovoltaicos, possibilitou-se a definição do inversor a ser utilizado no sistema. Os critérios de escolha foram os mesmos utilizados para a escolha dos módulos: confiabilidade da marca, potência do módulo, rendimento, custo e certificação nacional. Seguindo estes critérios, foi definida a escolha do inversor ABB PVS 100 TL, e suas principais informações estão contidas na tabela 12.

Tabela 12 - Dados do inversor

INVERSOR	
Quantidade	10
Marca	ABB
Modelo	PVS 100 TL
Tensão máxima de entrada	1000 VCC
Tensão mínima de entrada	480 VCC
Corrente Máxima de entrada	50 A
Tensão de saída	380 VCA
Frequência de saída	60 Hz
Corrente Máxima de Saída	145 A
Potência Nominal	100000 W
Eficiência Máxima	98,9%
Peso	55 kg

Fonte: Adaptado de ABB (2020)

O *datasheet* do produto, bem como o certificado de qualidade da fabricante do inversor em questão, encontra-se nos Anexos D e E (ABB, 2020).

3.1.11. Proteções do sistema

Os equipamentos do sistema estão sujeitos tanto às ações externas, que podem causar danos ou prejuízos aos componentes, como surtos provocados pelas redes de distribuição, descargas atmosféricas ou chaveamento de cargas no sistema de distribuição da concessionária local. Em virtude disto, é de suma importância a utilização de equipamentos de proteção, tanto para a parte em corrente contínua (CC) do sistema, quanto para a parte em corrente alternada (CA) (GOBBO, 2018).

3.2 Indicadores de viabilidade

Alinhado ao objetivo do trabalho de analisar a viabilidade econômica de instalação do sistema fotovoltaico, serão utilizados alguns indicadores como: Valor Presente Líquido (VPL), Taxa Interna de Retorno (TIR) e *Payback*.

3.2.1 Valor presente líquido

Sendo o VPL um indicador financeiro, o mesmo será utilizado como um critério de decisão para aceitar ou não o projeto. Esse indicador é baseado no valor presente de recebimentos futuros que o projeto vai gerar, ou seja, todos os recebimentos futuros que o projeto vai gerar serão trazidos para valores presentes e a partir da somatória desses valores presentes, toma-se uma decisão sobre a viabilidade do projeto (FINANÇAS, 2015).

Para que seja possível trazer os valores futuros para valores presentes, deve-se considerar uma taxa de desconto que represente o mínimo que se busca obter com o projeto, sendo essa chamada de Taxa Mínima de Atratividade (TMA). A TMA é uma taxa de remuneração mínima de um projeto para que o mesmo se torne viável. A definição dela não possui uma fórmula exata, sendo então uma escolha pessoal do investidor do projeto. Existem alguns critérios que podem ser seguidos para a definição dessa taxa, nesse trabalho será utilizada a taxa de juros reais (CAMARGO, 2017).

Sendo assim, para o cálculo do VPL, tem-se a equação 14, a seguir:

$$VPL = -Investimento\ inicial + \frac{FC_1}{(1+i)^1} + \frac{FC_2}{(1+i)^2} + \dots + \frac{FC_n}{(1+i)^n} \quad (14)$$

Sendo, *VPL* o Valor Presente Líquido, *FC* o Fluxo de caixa, *i* a Taxa de desconto e *n* o período de tempo.

3.2.2 Taxa de juros reais

A taxa de juros real corresponde à taxa de juros nominal descontada a inflação medindo a rentabilidade dos investimentos, ou seja, ao descontar a inflação, tem-se o ganho real do investimento no período considerado (NETO, 2016). Pode ser calculado através da equação 15, a seguir:

$$Juros\ reais = \left(\frac{1 + Juros\ nominais}{1 + Inflação} - 1 \right) * 100 \quad (15)$$

Para este trabalho, serão considerados como juros nominais a Taxa SELIC (Sistema Especial de Liquidação de Custódia). A SELIC é considerada a taxa básica de juros da economia do Brasil, influenciando as demais taxas de juros como, por exemplo, os juros dos empréstimos, financiamentos e até o retorno em aplicações. Já para a inflação, será considerado o IPCA (Índice Nacional de Preços ao Consumidor Amplo), que seu valor é baseado nas questões de demanda e oferta no mercado brasileiro.

3.2.3 Taxa interna de retorno

A Taxa Interna de Retorno (TIR) está fortemente ligada ao VPL. Isso se deve ao fato de que o TIR nada mais é que a taxa de desconto de um projeto para o qual o VPL passa a ser zero. Do ponto de vista financeiro, ter o VPL igual a zero significa que realizar o investimento ou não, não faz diferença. Porém, com o objetivo de analisar a viabilidade do projeto, devem-se comparar esses valores, e se o resultado de TIR for maior que a TMA, significa que o projeto é financeiramente viável.

A equação 16 apresenta o cálculo do TIR:

$$0 = VPL = \sum_{i=0}^T \frac{FC_i}{(i + TIR)^i} \quad (16)$$

Onde FC_i é o fluxo de caixa em um período i , e T o período total.

3.2.4 *Payback*

A técnica do *payback* determina o tempo necessário para a recuperação do investimento inicial, ou seja, é quando a somatória do fluxo de caixa ao longo dos anos se iguala ao investimento realizado. (FINANÇAS, 2015)

Para este trabalho, esta análise encontra-se na tabela 20, onde é apresentado o fluxo de caixa acumulado do sistema, bem como o momento em que o valor do investimento inicial é totalmente recuperado.

Este indicador é de fácil execução e interpretação, porém não é o mais indicado para analisar a viabilidade de um projeto fotovoltaico, visto que o mesmo não considera o valor do dinheiro no tempo e as inúmeras variações que podem ocorrer nas tarifas energéticas e na incidência solar.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 Sistema fotovoltaico

4.1.1 Quantidade de módulos

Conforme descrito no tópico 3.1.7, para dimensionar a quantidade total de módulos, e conseqüentemente, a potência instalada do sistema, foram simuladas quatro situações. Os resultados estão dispostos na tabela 13.

Tabela 13 - Simulações de dimensionamento para o sistema em questão

Situação para o dimensionamento	Quantidade de módulos	Área total de telhado (m²)	Potência total instalada (kW)
Abatendo a energia total consumida (horário ponta + fora de ponta)	8700	19227	3600
Abatendo a energia horário fora de ponta	7665	16940	3200
Utilizando toda a área útil disponível de telhado	4977	10999	2100
Módulos dispostos nas orientações NNE e SSO, com potência total instalada limitada à demanda contratada	2480 para a orientação NNE e 1120 módulos para a orientação SSO	5481m ² para a orientação NNE e 2475m ² para a orientação SSO	1500

Fonte: Autoria própria (2020)

Pode-se notar para as duas primeiras situações, o sistema seria inviável, em virtude de a unidade consumidora possuir 11000m² de área disponível de telhado, sendo que os sistemas dimensionados necessitariam de 19227m² e 16940m², respectivamente, de área total de telhado.

Segundo Copel (2018), a potência total de sistema fotovoltaico deve ser menor ou igual à demanda contratada de energia, assim sendo, a terceira

situação se torna inviável, pois a potência total instalada seria 2100kW, sendo esta superior à demanda contratada da UC em questão.

Por fim, limitando-se o dimensionamento à demanda contratada, tem-se que seriam necessários 2480 para a orientação NNE e 1120 módulos para a orientação SSO, resultando na utilização de 5481m² para a orientação NNE e 2475m² para a orientação SSO, atendendo, neste caso, às restrições de potência instalada e de área disponível de telhado. Vale ressaltar que este estudo abrange apenas o dimensionamento do sistema fotovoltaico, não levando em consideração cálculos estruturais, a fim de confirmar que o telhado suportará a quantidade de módulos dimensionados. Para tal análise, é recomendado a contratação de um engenheiro civil ou mecânico.

4.1.2 Potência instalada

Conforme o índice acima, conclui-se que a potência total instalada do sistema é de 1500kW, atendendo às normas técnicas da Copel, NTC 905200 (COPEL, 2018). O resumo do dimensionamento final do sistema encontra-se na tabela 14.

Tabela 14 - Dimensionamento final do sistema

Situação para o dimensionamento	Quantidade de módulos	Área total de telhado (m²)	Potência total instalada (kW)
Módulos dispostos nas orientações NNE e SSO, com potência total instalada limitada à demanda contratada	2480 para a orientação NNE e 1120 módulos para a orientação SSO	5481m ² para a orientação NNE e 2475m ² para a orientação SSO	1500

Fonte: Autoria própria (2020)

4.1.3 Dados de geração do sistema

A partir do dimensionamento da quantidade de módulos, apresentados anteriormente, possibilitou obter os dados de geração do sistema, dispostos nas tabelas 15, 16, 17 e 18.

Tabela 15 - Energia média produzida por um módulo - orientação NNE		
Mês	Energia média diária (kWh)	Energia média mensal (kWh)
Janeiro	1,93	59,92
Fevereiro	2,00	55,96
Março	1,95	60,60
Abril	1,90	57,11
Maió	1,64	50,78
Junho	1,60	48,05
Julho	1,66	51,46
Agosto	1,94	60,26
Setembro	1,82	54,60
Outubro	1,91	59,24
Novembro	2,01	60,28
Dezembro	2,04	63,19
Média	1,87	56,79
Total	22,41	681,46

Fonte: Autoria própria (2020)

Tabela 16 - Energia média produzida por um módulo - orientação SSO		
Mês	Energia média diária (kWh)	Energia média mensal (kWh)
Janeiro	1,59	49,42
Fevereiro	1,65	46,15
Março	1,61	49,98
Abril	1,57	47,11
Maió	1,35	41,88
Junho	1,32	39,63
Julho	1,37	42,44
Agosto	1,60	49,70
Setembro	1,50	45,04
Outubro	1,58	48,86
Novembro	1,66	49,72
Dezembro	1,68	52,12
Média	1,54	46,84
Total	18,49	562,06

Fonte: Autoria própria (2020)

Tabela 17 - Energia total produzida por todo sistema (orientação NNE)

Mês	Energia média diária (kWh)
Janeiro	148.603,74
Fevereiro	138.772,65
Março	150.282,88
Abril	141.643,44
Maio	125.935,37
Junho	119.164,65
Julho	127.614,51
Agosto	149.443,31
Setembro	135.414,38
Outubro	146.924,60
Novembro	149.497,47
Dezembro	156.719,57
Mínimo	119.164,65
Média	140.834,71
Máximo	156.719,57
Total	1.690.016,57

Fonte: Autoria própria (2020)

Tabela 18 - Energia total produzida por todo sistema (orientação SSO)

Mês	Energia média diária (kWh)
Janeiro	55.352,57
Fevereiro	51.690,64
Março	55.978,02
Abril	52.759,97
Maio	46.908,96
Junho	44.386,97
Julho	47.534,41
Agosto	55.665,30
Setembro	50.439,74
Outubro	54.727,12
Novembro	55.685,47
Dezembro	58.375,59
Mínimo	44.386,97
Média	52.458,73
Máximo	58.375,59
Total	629.504,76

Fonte: Autoria própria (2020)

Por fim, calculando-se a relação entre as energias gerada e consumida, tem-se que:

$$R_{EE} = 44\% \quad (17)$$

Ou seja, o sistema em questão está dimensionado para abater 44% do consumo total de energia de unidade consumidora.

4.2 Análise do investimento

4.2.1 Custo total do investimento

Com o dimensionamento do sistema realizado e o auxílio de uma empresa do ramo de sistemas fotovoltaicos, pode-se obter um orçamento que contempla todos os equipamentos, projeto e execução da obra apresentado na tabela a seguir.

Tabela 19 - Valor do investimento	
INVESTIMENTO	
Projeto e execução	R\$1.417.993,32
Equipamentos	R\$3.461.143,35
TOTAL	R\$4.879.136,67

Fonte: Autoria própria (2020)

4.2.2 Análise da tarifa energética

Para realizar a análise do investimento é de suma importância definir o valor da tarifa energética que será considerada no estudo. O sistema fotovoltaico será instalado em uma unidade consumidora participante do mercado livre de energia, dessa forma, a tarifa energética utilizada será a média do PLD dos últimos 12 meses no submercado Sul, no valor de R\$ 0,21093 por kWh. Não serão considerados reajustes tarifários devido à instabilidade do valor no ACL, principalmente com a alteração para o PLD horário.

4.2.3 Custo de manutenção

Para que um sistema fotovoltaico permaneça eficiente ao longo dos anos, devem-se realizar manutenções periódicas para a garantia de operação. O cálculo desse parâmetro não é precisamente definido. Dessa forma, segundo ABINEE (2012), uma estimativa comum para o custo anual de operação e manutenção (O&M) de sistemas de grande porte é de 0,5% do investimento realizado.

Sabe-se que existe uma variação dos preços ao longo dos anos. Sendo assim, definiu-se a média dos últimos 10 anos do Índice de Preços ao Consumidor Amplo (IPCA) como referência de taxa de variação demonstrada na tabela 20.

Tabela 20 - Histórico de IPCA	
ANO	IPCA %
2019	4,31
2018	3,75
2017	2,95
2016	6,29
2015	10,67
2014	6,41
2013	5,91
2012	5,84
2011	6,50
2010	5,91
MÉDIA	5,854

Fonte: Adaptado de Toro Radar (2020)

Assim, a taxa de 5,854% será aplicada ao final de cada ano para os custos com O&M, que será descontado no fluxo de caixa anual do investimento. Além disso, considerou-se que a troca dos inversores será feita a cada 10 anos, descontando o valor da troca deste equipamento no fluxo de caixa.

4.2.4 Payback

O primeiro método utilizado para analisar a viabilidade do sistema é a realização do *payback* simples. Como já mencionado anteriormente, esse

indicador possibilita a análise do prazo de retorno do investimento realizado, e para isso, a tabela 21 foi elaborada seguindo os parâmetros:

- Energia produzida (kWh) com depreciação de 2,5% no primeiro ano, e 0,6% nos anos seguintes (Anexo F – CANADIAN SOLAR, 2020).
- O&M de 0,5% do investimento do sistema, com 5,854% de ajuste anual.
- Tarifa energética de R\$ 0,21093.
- Troca de inversores a cada 10 anos.

Tabela 21 - Fluxo de Caixa

Ano	Energia produzida (kWh)	Tarifa (R\$/kWh)	O&M (R\$)	Troca de inversor (R\$)	Fluxo de caixa (R\$)	Fluxo de caixa acumulado (R\$)
0						-4.879.316,67
1	2319521,33	0,21093	23.217,07		466.039,56	-4.413.277,11
2	2261533,300	0,21093	24.217,73		452.807,49	-3.960.469,61
3	2247964,101	0,21093	25.261,51		448.901,56	-3.511.568,05
4	2234476,316	0,21093	26.350,28		444.967,81	-3.066.600,25
5	2221069,458	0,21093	27.485,98		441.004,20	-2.625.596,04
6	2207743,041	0,21093	28.670,62		437.008,62	-2.188.587,43
7	2194496,583	0,21093	29.906,33		432.978,84	-1.755.608,59
8	2181329,604	0,21093	31.195,29		428.912,56	-1.326.696,03
9	2168241,626	0,21093	32.539,81		424.807,40	-901.888,63
10	2155232,176	0,21093	33.942,27	-995.685,00	420.660,85	-1.476.912,78
11	2142300,783	0,21093	35.405,18		416.470,32	-1.060.442,46
12	2129446,978	0,21093	36.931,15		412.233,10	-648.209,35
13	2116670,297	0,21093	38.522,88		407.946,38	-240.262,97
14	2103970,275	0,21093	40.183,22		403.607,23	163.344,26
15	2091346,453	0,21093	41.915,11		399.212,59	562.556,86
16	2078798,374	0,21093	43.721,65		394.759,29	957.316,14
17	2066325,584	0,21093	45.606,06		390.244,00	1.347.560,14
18	2053927,631	0,21093	47.571,68		385.663,28	1.733.223,42
19	2041604,065	0,21093	49.622,02		381.013,53	2.114.236,94
20	2029354,441	0,21093	51.760,73		376.291,00	2.490.527,95
21	2017178,314	0,21093	53.991,62	-995.685,00	371.491,81	1.866.334,75
22	2005075,244	0,21093	56.318,65		366.611,87	2.232.946,62
23	1993044,793	0,21093	58.745,99		361.646,95	2.594.593,57
24	1981086,524	0,21093	61.277,94		56.592,64	2.951.186,21
25	1969200,005	0,21093	63.919,02		351.444,34	3.302.630,55

Fonte: Autoria própria (2020)

A tabela 21 apresenta o fluxo de caixa e o fluxo de caixa acumulado do sistema, onde o primeiro representa as entradas e saídas do sistema a cada ano, e o segundo representa a somatória dos períodos anteriores ao valor do período considerado, permitindo visualizar o ano que o investimento se paga.

Pode-se observar que ao longo dos 25 anos, o período que o *payback* ocorre está entre o 13° e o 14° ano, onde o fluxo de caixa acumulado se torna positivo com o valor de R\$163.344,26.

4.2.5 VPL e TIR

Sabe-se que o valor do dinheiro se altera com o tempo, por isso a realização de um *payback* simples nem sempre retorna um resultado real. A partir disso, serão analisados outros indicadores para este estudo, o Valor Presente Líquido (VPL) e a Taxa Interna de Retorno.

Para obter o VPL, segundo Mansilha (2015), deve-se transferir todos os eventos financeiros futuros que compõe o fluxo de caixa, para a data zero. Para que isso seja possível, deve-se utilizar a Taxa Mínima de Atratividade (TMA). Essa taxa representa o mínimo que um investidor se propõe a ganhar (CAMARGO, 2017). Conforme já mencionado, para esse trabalho, será considerada como TMA a taxa de juros reais do investimento, onde o juro nominal será a taxa básica de juros SELIC acumulada de 2019, e a inflação será considerado o IPCA acumulado de 2019. Seus respectivos valores são 5,95% (SELIC) e 4,31% (IPCA).

$$Juros\ reais = \left(\frac{1 + 0,0595}{1 + 0,0431} - 1 \right) * 100 = 1,572\% \quad (18)$$

A partir do valor da TMA definido, pode-se calcular o VPL e TIR demonstrado na tabela 22 a seguir.

Tabela 22 - Fluxo de caixa - VPL

Ano	Fluxo de caixa (R\$)	Fluxo de caixa acumulado (R\$)	VPL	VPL - Fluxo de caixa acumulado	TIR
0		- 4.879.316,67	- 4.879.316,67	- 4.879.316,67	-89,4634%
1	466.039,56	- 4.413.277,11	458.826,81	- 4.420.489,86	-62,2499%
2	452.807,49	- 3.960.469,61	438.900,02	- 3.981.589,85	-41,7422%
3	448.901,56	- 3.511.568,05	428.379,92	- 3.553.209,93	-28,1050%
4	444.967,81	- 3.066.600,25	418.054,19	- 3.135.155,74	-18,9056%
5	441.004,20	- 2.625.596,04	407.917,85	- 2.727.237,90	-12,4920%
6	437.008,62	- 2.188.587,43	397.966,01	- 2.329.271,89	-7,8740%
7	432.978,84	- 1.755.608,59	388.193,84	- 1.941.078,05	-4,4539%
8	428.912,56	- 1.326.696,03	378.596,62	- 1.562.481,43	-1,8599%
9	424.807,40	- 901.888,63	369.169,69	- 1.193.311,74	0,1479%
10	- 575.024,15	- 1.476.912,78	-635.776,54	- 1.829.088,28	1,7289%
11	416.470,32	- 1.060.442,46	350.808,42	- 1.478.279,85	2,9923%
12	412.233,10	- 648.209,35	341.865,14	- 1.136.414,72	4,0147%
13	407.946,38	- 240.262,97	333.074,23	- 803.340,48	4,8513%
14	403.607,23	163.344,26	324.431,40	- 478.909,08	5,5425%
15	399.212,59	562.556,86	315.932,40	-162.976,67	6,1184%
16	394.759,29	957.316,14	307.573,06	144.596,38	6,6019%
17	390.244,00	1.347.560,14	299.349,24	443.945,63	7,0104%
18	385.663,28	1.733.223,42	291.256,89	735.202,52	7,3577%
19	381.013,53	2.114.236,94	283.292,01	1.018.494,53	7,6546%
20	376.291,00	2.490.527,95	275.450,62	1.293.945,15	7,9095%
21	- 624.193,19	1.866.334,75	- 727.956,16	565.988,99	8,1294%
22	366.611,87	2.232.946,62	260.122,81	826.111,79	8,3198%
23	361.646,95	2.594.593,57	252.628,72	1.078.740,51	8,4853%
24	356.592,64	2.951.186,21	245.242,81	1.323.983,32	8,6295%
25	351.444,34	3.302.630,55	237.961,36	1.561.944,68	8,6295%

Fonte: Autoria própria (2020)

Como demonstrado, a partir do investimento e uma projeção de 25 anos, o VPL final é de R\$1.561.955,68 com TIR de 8,6295%. Dessa forma, com um VPL positivo e o TIR maior que o TMA adotado, o investimento é viável e economicamente atrativo. Realizando uma análise de tempo, pode-se perceber que o investimento começa a retornar entre o 15º e 16º ano, onde o valor acumulado passa a ser positivo. Para uma melhor visualização, a tabela 23 demonstra todos os resultados obtidos com os indicadores de viabilidade.

Tabela 23 - Retorno do investimento

INDICADOR	RESULTADO
Payback	13 anos - R\$ 3.302.444,34
VPL	R\$ 1.561.944,68
TIR	8,6295%

Fonte: Autoria própria (2020)

5 CONCLUSÃO

No decorrer deste trabalho foi possível compreender muitos conceitos relacionados ao dimensionamento de sistemas fotovoltaicos. Nota-se que ainda é um assunto com muitos mitos, em virtude de se tratar de um investimento com alto valor inicial. Porém, através deste trabalho, pode-se perceber que é necessária a análise caso a caso, a fim de verificar a viabilidade, ou não, de um sistema em questão. Foi possível compreender que existem muitas variáveis em torno de um dimensionamento fotovoltaico, havendo também, variáveis diferentes para consumidores participantes do ambiente de contratação regulada e consumidores do ambiente de contratação livre, em se tratando do mercado livre de energia. Durante o decorrer deste trabalho, foram levantadas várias normativas que regem um estudo de instalação de sistemas fotovoltaicos.

Em se tratando do dimensionamento propriamente dito, notou-se que existiam restrições iniciais para o projeto, como área útil de telhado, demanda contratada do local. Além das restrições, foi necessário um estudo do local para realizar-se um estudo das perdas que poderiam ocorrer no sistema fotovoltaico, desde as perdas por orientação, até perdas existentes nos módulos fotovoltaicos, ou inversores. Diversas análises foram necessárias para que se chegasse a um dimensionamento final para o sistema da unidade consumidora em questão.

Para uma análise de viabilidade econômica do projeto, foram utilizados indicadores de viabilidade, como *payback*, VLP e TIR. Através das análises de seus resultados, foi possível verificar se o sistema em questão seria viável ou não. Por fim, conclui-se que, para uma projeção de 25 anos, o sistema é viável, possuindo um *payback* de 13 anos, e retorno financeiro de R\$ 3.302.630,55 reais. Considerando os outros indicadores, percebe-se que o VPL tem resultado positivo e o valor de TIR é maior que a TMA adotada, sendo assim, o projeto é economicamente viável.

REFERÊNCIAS

- ABB. **Certificados de qualidade**. Disponível em: <https://new.abb.com/br/empresa/brasil/certificados-de-qualidade>. Acesso em: 16 maio 2020.
- ABB. **Solar inverters**: ABB string inverters - PVS-100/120-TL. Disponível em: https://library.e.abb.com/public/566b2888e7c24dba90f18120d8b44d69/PVS-100-120-TL_BCD.00662_EN_Rev-I.pdf. Acesso em: 02 maio 2020.
- AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA (ANEEL): Cadernos Temáticos ANEEL – Micro e Minigeração Distribuída Sistema de Compensação de Energia Elétrica. 2 ed. Brasília: Centro de Documentação - Cedoc, 2016.
- AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA (ANEEL). **Informações Gerenciais**. Disponível em: <https://www.aneel.gov.br/documents/656877/14854008/Boletim+de+Informa%C3%A7%C3%B5es+Gerenciais+-+1%C2%BA+trimestre+de+2019/b860054f-79ec-6608-951a-fb2288701434>. Acesso em: 29 out. 2019.
- AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA (ANEEL). **Mercado de Eletricidade**: Regulação do Mercado de Energia Elétrica - Comercialização. Disponível em: <https://www.aneel.gov.br/mercado-de-eletricidade>. Acesso em: 04 nov. 2019.
- AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA (ANEEL). **RESOLUÇÃO NORMATIVA N° 482**: Resolução Normativa N° 482, de 17 de abril de 2012. Brasil: Aneel, 2012.
- AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA (ANEEL). **RESOLUÇÃO NORMATIVA N° 687**: Resolução Normativa N° 687, de 24 de novembro de 2015. Brasil: Aneel, 2015.
- ALVES, Guilherme Henrique. **Projeto e Análise da Viabilidade Econômica da Instalação de Paineis Fotovoltaicos no Setor Industrial**. 2016. 106 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Elétrica, Universidade de São Paulo - USP, São Carlos, 2016.
- ARANTES, Vera L. **Propriedades Elétricas dos Materiais**. Disponível em: https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/188823/mod_resource/content/1/aula%209%20Propriedades%20el%C3%A9tricas.pdf. Acesso em: 23 out. 2019.
- ARAÚJO, Ana Júlia Nunes de. **ANÁLISE DOS FATORES DE PERDAS NOS SISTEMAS FOTOVOLTAICOS CONECTADOS À REDE ELÉTRICA EM CURITIBA**. 2016. 85 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Elétrica, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2016.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA ELÉTRICA E ELETRÔNICA (ABINEE). **Propostas para Inserção da Energia Solar Fotovoltaica na Matriz Elétrica Brasileira**. 2012. Disponível em: <http://www.abinee.org.br/informac/arquivos/profotov.pdf>. Acesso em: 01 jun. 2020.

BIGSUN. **Retorno do Investimento em Energia Solar Fotovoltaica: Principais variáveis que devemos analisar**. Disponível em: <https://www.bigsun.com.br/analise-financeira-da-energia-solar-fotovoltaica/>. Acesso em: 01 jun. 2020.

BLUE SOL ENERGIA SOLAR. **Célula Fotovoltaica**. Disponível em: <https://blog.bluesol.com.br/celula-fotovoltaica-guia-completo/>. Acesso em: 23 out. 2019.

BRASIL, Banco Central do. **Taxa Selic**. Disponível em: <https://www.bcb.gov.br/controleinflacao/taxaselic>. Acesso em: 02 jun. 2020.

BRASIL, Solar. **Módulos Fotovoltaicos – Características Elétricas**. Disponível em: <https://www.solarbrasil.com.br/blog/modulos-fotovoltaicos-caracteristicas-eletricas/>. Acesso em: 03 jun. 2020.

CAMARGO, Renata Freitas de. **Entenda sobre a Taxa Mínima de Atratividade: o que é, quando usar e por que pensar em TMA na hora de investir**. 2017. Disponível em: <https://www.treasy.com.br/blog/taxa-minima-de-atratividade-tma/>. Acesso em: 03 jun. 2020.

CAMERGE. **Quais são as vantagens e riscos do Mercado Livre de Energia Elétrica?** 2020. Disponível em: <http://camerge.com.br/novidades/mercado-livre-de-energia-2/>. Acesso em: 03 jun. 2020.

CÂMARA DE COMERCIALIZAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA (CCEE). **Preços médios**. Disponível em: https://www.ccee.org.br/portal/faces/pages_publico/o-que-fazemos/como_ccee_atua/precos/precos_medios?_adf.ctrl-state=s5uu7ss1p_1&_afLoop=31372804783927. Acesso em: 30 maio 2020.

CANADIAN SOLAR. **Downloads**. Disponível em: <https://www.canadiansolar.com/downloads/>. Acesso em: 16 maio 2020.

CANADIAN SOLAR. **Downloads**. Disponível em: <https://www.canadiansolar.com/downloads/>. Acesso em: 16 maio 2020.

CENTRO DE REFERÊNCIA PARA ENERGIAS SOLAR E EÓLICA SÉRGIO DE S. BRITO (CRESESB). **Potencial Solar - SunData v 3.0**. Disponível em: <http://www.cresesb.cepel.br/index.php?section=sundata>. Acesso em: 06 jun. 2020.

COMPANHIA ENERGÉTICA DE MINAS GERAIS (CEMIG). **Alternativas Energéticas: Uma visão Cemig**. Belo Horizonte: CEMIG, 2012.

COMPANHIA PARANAENSE DE ENERGIA (COPEL). **NTC 905200: ACESSO DE MICRO E MINIGERAÇÃO DISTRIBUÍDA AO SISTEMA DA COPEL (com compensação de energia)**. Curitiba: Superintendência de Planejamento e Infraestrutura da Expansão da Distribuição, 2018.

COMPANHIA PARANAENSE DE ENERGIA (COPEL). **Tarifas de Energia da COPEL: Informações Úteis.** Disponível em: <https://www.copel.com/hpcopel/root/nivel2.jsp?endereco=%2Fhpcopel%2Froot%2Fpagcopel2.nsf%2F5d546c6fdeabc9a1032571000064b22e%2Fb2f4a2f0687eb6cf03257488005939b9>. Acesso em: 02 jun. 2020.

CENTRO DE REFERÊNCIA PARA ENERGIAS SOLAR E EÓLICA SÉRGIO DE S. BRITO (CRESESB). **Energia Solar Fotovoltaica.** Disponível em: http://www.cresesb.cepel.br/index.php?section=com_content&lang=pt&cid=321. Acesso em: 22 out. 2019.

ELÉTRICA, Mercado Livre de Energia. **Mercado Livre de Energia.** Disponível em: <https://www.mercadolivredeenergia.com.br/mercado-livre-de-energia/>. Acesso em: 31 out. 2019.

ENERGIA, Mercado Livre de. **PLD (Preço de Liquidação das Diferenças).** Disponível em: <https://www.mercadolivredeenergia.com.br/pld/>. Acesso em: 25 nov. 2019.

ENERGIA, Portal. **Energia Fotovoltaica: Manual sobre tecnologias, projecto e instalação.** Disponível em: <https://www.portal-energia.com/downloads/guia-tecnico-manual-energia-fotovoltaica.pdf>. Acesso em: 28 out. 2019.

ENERGIA, Portal. **Energia Solar.** Disponível em: <https://www.portal-energia.com/principais-tipos-de-celulas-fotovoltaicas-constituintes-de-paineis-solares/>. Acesso em: 23 out. 2019.

ENERGÉTICA, Empresa de Pesquisa. **Recursos Energéticos Distribuídos: documento de apoio ao pne 2050.** Documento de Apoio ao PNE 2050. Disponível em: <http://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-227/topico-457/GT%20PNE%20-%20RED%20-%20Relat%C3%B3rio%20Final.pdf>. Acesso em: 01 jun. 2020.

ENERGY, Share. **Como saber se a energia solar é viável financeiramente?** Disponível em: <https://shareenergy.com.br/como-saber-se-a-energia-solar-e-viavel-financeiramente/>. Acesso em: 30 maio 2020.

ENERGY, Share. **Geração própria no Mercado Livre de Energia.** Disponível em: <https://shareenergy.com.br/geracao-propria-no-mercado-livre-de-energia/>. Acesso em: 30 maio 2020.

ESTRUTURAS, Sonnen. **A importância da limpeza dos painéis solares.** Disponível em: <http://www.solarfix.com.br/2017/08/15/4803/>. Acesso em: 06 jun. 2020.

ENGENHARIA, Fej. **Utilização de Cobre em Instalação Fotovoltaica.** Itatiba: Fej, 2015.

FINANÇAS, Elétrica e. **VPL, TIR e Payback (Sistema Fotovoltaico).** Disponível em: <https://eletricaefinancas.wordpress.com/2015/09/24/vpl-tir-e-payback-sistema-fotovoltaico/>. Acesso em: 30 maio 2020.

Gero Rueter. **Alemanha registra recorde de energia renovável.** Disponível em: <https://www.dw.com/pt-br/alemanha-registra-recorde-de-energia-renov%C3%A1vel/a-47001526>. Acesso em: 07 set. 2020.

GETPOWER ENERGIA SOLAR. **Fatores de Perda em Sistemas Fotovoltaicos.** Disponível em: <https://getpowersolar.com.br/fatores-de-perda-em-sistemas-fotovoltaicos/>. Acesso em: 03 jun. 2020.

GRAÇA, Prof. Cláudio. **Condutores, Isolantes, Semicondutores e Supercondutores.** Disponível em: http://coral.ufsm.br/cograca/graca5_3.pdf. Acesso em: 21 out. 2019. UNIOESTE, Universidade Estadual do Oeste do Paraná. **Materiais Semicondutores.** Disponível em: <http://www.foz.unioeste.br/~lamat/downmateriais/materiaiscap15.pdf>. Acesso em: 21 out. 2019.

GOBBO, Germano Gabriel. **Estudo de Viabilidade Econômica de uma Usina Fotovoltaica na Universidade Estadual de Londrina.** 2018. 101 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Elétrica, Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2018.

GROTH, Júlio Augusto. **Usina de Geração Fotovoltaica: custo de implementação, operação e taxa de retorno do investimento.** 2013. 121 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Elétrica, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2013.

IKUTA JÚNIOR, Emerson Shinji. **ESTUDO DA VIABILIDADE TÉCNICO-ECONOMICA DE SISTEMAS FOTOVOLTAICOS INTERLIGADOS À REDE ELÉTRICA EM DIFERENTES CENÁRIOS DE GERAÇÃO.** 2014. 102 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Industrial Elétrica, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2014.

INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGIA, QUALIDADE E TECNOLOGIA (INMETRO). **Registro de Objeto:** Detalhes do registro 004525/2018. Disponível em: <http://registro.inmetro.gov.br/consulta/detalhe.aspx?pag=1&NumeroRegistro=004525/2018>. Acesso em: 16 maio 2020.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **O que é inflação.** Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/explica/inflacao.php>. Acesso em: 30 maio 2020.

INVESTIMENTOS, XP. **Taxa de juros real: o que é e como calcular.** Disponível em: https://blog.xpi.com.br/juros-real/?campaignid=1733456552&adgroupid=66754353326&adid=338035826399&gclid=CjwKCAjwiMj2BRBFEiwAYfTbCqC_prrE_noFwxfn51anb3d84PVqdUgaiAl6cVoSHU28W9_UwE52iRoCYngQAvD_BwE. Acesso em: 30 maio 2020.

LAU, Lucas. **Geração própria no mercado livre.** 2018. Disponível em: <https://shareenergy.com.br/geracao-propria-no-mercado-livre-de-energia/>. Acesso em: 30 maio 2020.

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA (MME). **NOTA TÉCNICA EPE:** Análise da Inserção da Geração Solar na Matriz Elétrica Brasileira. Rio de Janeiro: Empresa de Pesquisa Energética, 2012.

MIRANDA, Arthur Biagio Canedo Montesano. **ANÁLISE DE VIABILIDADE ECONÔMICA DE UM SISTEMA FOTOVOLTAICO CONECTADO À REDE**. 2014. 98 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Elétrica, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2014. Disponível em: <<http://monografias.poli.ufrj.br/monografias/monopoli10010504.pdf>>. Acesso em: 26 out. 2019.

PEREIRA, Enio Bueno et al. **Atlas Brasileiro de Energia Solar**. 2006. Disponível em: <http://ftp.cptec.inpe.br/labren/publ/livros/brazil_solar_atlas_R1.pdf>. Acesso em: 24 out. 2019.

PEREIRA, Enio Bueno et al. **Atlas Brasileiro de Energia Solar**. 2017. Disponível em: <http://ftp.cptec.inpe.br/labren/publ/livros/Atlas_Brasileiro_Energia_Solar_2a_Edicao.pdf>. Acesso em: 26 out. 2019.

PINHO, João Tavares; GALDINO, Marco Antônio. **Manual de Engenharia para Sistemas Fotovoltaicos**. 2014. CRECESB - CEPEL. Disponível em: <http://www.cresesb.cepel.br/publicacoes/download/Manual_de_Engenharia_FV_2014.pdf>. Acesso em: 01 Nov. 2019.

PRATES, WR. **Qual a diferença entre payback simples e descontado?** Disponível em: <https://www.wrprates.com/qual-e-a-diferenca-entre-payback-simples-e-descontado/>. Acesso em: 30 maio 2020.

RUTHER, R. – Edifícios solares fotovoltaicos: o potencial de geração solar fotovoltaica integrada a edificações urbanas e interligadas a rede elétrica pública no Brasil. Florianópolis, SC: Labsolar, 2004.

SOLARLIGHT. **Estudos Técnicos**. Disponível em: <<http://solarlight.com.br/estudos-tecnicos/>>. Acesso em: 26 out. 2019.

TIBOLA, Ademar. Análise da viabilidade econômico-financeira da energia solar fotovoltaica em uma Instituição de Ensino Superior do Sul do Brasil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CUSTOS, 22., 2015, Foz do Iguaçu. **Artigo**. Chapecó: Unochapecó, 2015. p. 1-16.

TORO RADAR. **O que é IPCA?**: entenda o índice ipca e a inflação acumulada atual. Entenda o índice IPCA e a inflação acumulada atual. 2020. Disponível em: <https://www.tororadar.com.br/investimento/bovespa/o-que-e-ipca-e-inflacao-acumulada>. Acesso em: 01 jun. 2020.

TORO RADAR. **Taxa Selic: O que é e qual a taxa acumulada hoje?**. Disponível em: <https://artigos.toroinvestimentos.com.br/taxa-selic-o-que-e-tabela-acumulada-mensal>. Acesso em: 01 jun. 2020.

UMANS, Stephen D. **Máquinas elétricas de Fitzgerald e Kingsley**. Porto Alegre - Brasil: AMGH, 2014. 724 p. 36

UNIOESTE, Universidade Estadual do Oeste do Paraná. **Materiais Semicondutores**. Disponível em:

<<http://www.foz.unioeste.br/~lamat/downmateriais/materiaiscap15.pdf>>. Acesso em: 21 out. 2019.

VINTURINI, Mateus. **O que é DPS e como é usado nos sistemas fotovoltaicos**. Disponível em:

<https://canalsolar.com.br/index.php/artigos/item/154-o-que-e-dps-como-utilizar-sistema-fv>. Acesso em: 26 ago. 2019.

WA SOLAR. **Melhor direção e inclinação do painel solar fotovoltaico**.

Disponível em: <http://www.wasolar.com.br/melhor-direcao-e-inclinacao-do-painel-solar>. Acesso em: 06 jun. 2020.

**ANEXO A – Anexo VI – Formulário de Solicitação de Acesso para
Minigeração Distribuída – NTC 905200**

ACESSO DE MICRO E MINIGERAÇÃO DISTRIBUÍDA AO SISTEMA DA COPEL
ANEXO VI FORMULÁRIO DE SOLICITAÇÃO DE ACESSO PARA MINIGERAÇÃO
**FORMULÁRIO DE SOLICITAÇÃO DE ACESSO PARA
MINIGERAÇÃO DISTRIBUÍDA**

1 - Identificação da Unidade Consumidora - UC		
Código da UC:	Grupo B <input type="checkbox"/> Grupo A <input type="checkbox"/> Classe:	
Titular da UC :		
Rua/Av.:	Nº: CEP:	
Bairro:	Cidade:	
E-mail:		
Telefone:	Celular:	
CNPJ/CPF:		
2 - Dados da Unidade Consumidora		
Localização em coordenadas: Latitude:	Longitude:	
Potência instalada (kW):	Tensão de atendimento (V):	
Tipo de conexão: monofásica <input type="checkbox"/> bifásica <input type="checkbox"/> trifásica <input type="checkbox"/>		
Transformador particular (kVA): 75 <input type="checkbox"/> 112,5 <input type="checkbox"/> 225 <input type="checkbox"/> outro:		
Tipo de instalação: Posto de transformação <input type="checkbox"/> cabina <input type="checkbox"/> subestação <input type="checkbox"/>		
Tipo de ligação do transformador:		
Impedância percentual do transformador:		
Tipo de ramal: aéreo <input type="checkbox"/> subterrâneo <input type="checkbox"/>		
3 - Dados da Geração		
Potência instalada de geração (kW):		
Tipo da Fonte de Geração:		
Hidráulica <input type="checkbox"/> Solar <input type="checkbox"/> Eólica <input type="checkbox"/> Biomassa <input type="checkbox"/> Cogeração Qualificada <input type="checkbox"/>		
Outra (especificar):		
4 - Documentação a Ser Anexada		
1. ART do Responsável Técnico pelo projeto elétrico e instalação do sistema de minigeração	<input type="checkbox"/>	
2. Projeto elétrico das instalações de conexão, memorial descritivo	<input type="checkbox"/>	
3. Estágio atual do empreendimento, cronograma de implantação e expansão	<input type="checkbox"/>	
4. Diagrama unifilar e de blocos do sistema de geração, carga e proteção	<input type="checkbox"/>	
5. Certificado de conformidade do(s) inversor(es) ou número de registro da concessão do Inmetro do(s) inversor(es) para a tensão nominal de conexão com a rede.	<input type="checkbox"/>	
6. Dados necessários ao registro da central geradora conforme disponível no site da ANEEL: www.aneel.gov.br/scg	<input type="checkbox"/>	
7. Lista de unidades consumidoras participantes do sistema de compensação (se houver) indicando a porcentagem de rateio dos créditos e o enquadramento conforme incisos VI a VIII do art. 2º da Resolução Normativa nº 482/2012	<input type="checkbox"/>	
8. Cópia de instrumento jurídico que comprove o compromisso de solidariedade entre os integrantes (se houver)	<input type="checkbox"/>	
9. Documento que comprove o reconhecimento, pela ANEEL, da cogeração qualificada (se houver)	<input type="checkbox"/>	
5 - Contato na Distribuidora (preenchido pela Distribuidora)		
Responsável/Área:		
Endereço:		
Telefone:		
E-mail:		
6 - Solicitante		
Nome/Procurador Legal:		
Telefone:		
E-mail:		
_____	/ /	_____
Local	Data	Assinatura do Responsável

ANEXO B – Datasheet – Módulos fotovoltaicos CS3W-425P



HiKu

SUPER HIGH POWER POLY PERC MODULE

420 W ~ 435 W

CS3W-420 | 425 | 430 | 435P

MORE POWER



24 % more power than conventional modules



Up to 4.5 % lower LCOE
Up to 2.7 % lower system cost



Low NMOT: 42 ± 3 °C
Low temperature coefficient (Pmax):
 -0.37 % / °C



Better shading tolerance

MORE RELIABLE



Lower internal current,
lower hot spot temperature



Cell crack risk limited in small region,
enhance the module reliability



Heavy snow load up to 5400 Pa,
wind load up to 3600 Pa*



linear power output warranty*



enhanced product warranty on materials and workmanship*

*According to the applicable Canadian Solar Limited Warranty Statement.

MANAGEMENT SYSTEM CERTIFICATES*

ISO 9001:2015 / Quality management system
ISO 14001:2015 / Standards for environmental management system
OHSAS 18001:2007 / International standards for occupational health & safety

PRODUCT CERTIFICATES*

IEC 61215 / IEC 61730: VDE / CE / INMETRO
IEC 61701 ED2: VDE / IEC 62716: VDE
UL 1703: CSA
Take-e-way



* As there are different certification requirements in different markets, please contact your local Canadian Solar sales representative for the specific certificates applicable to the products in the region in which the products are to be used.

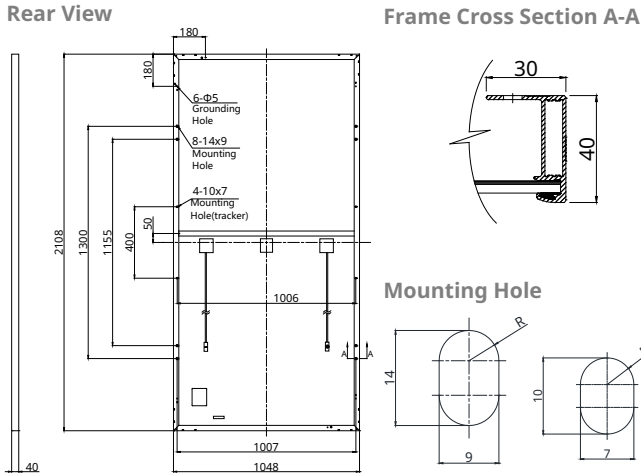
CANADIAN SOLAR INC. is committed to providing high quality solar products, solar system solutions and services to customers around the world. No. 1 module supplier for quality and performance/price ratio in IHS Module Customer Insight Survey. As a leading PV project developer and manufacturer of solar modules with over 36 GW deployed around the world since 2001.

* For detail information, please refer to Installation Manual.

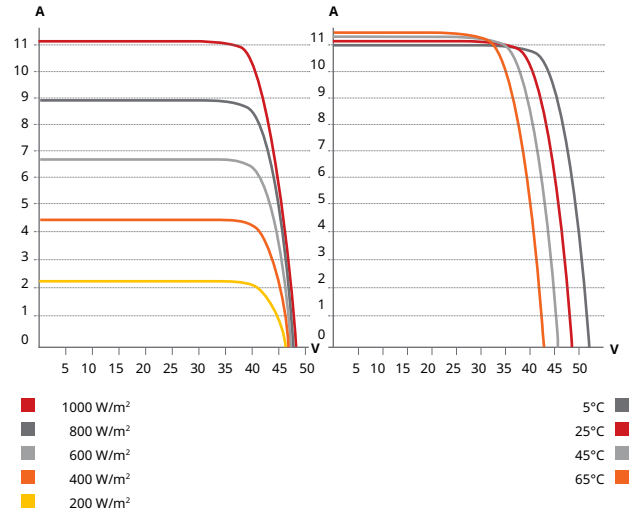
CANADIAN SOLAR INC.

545 Speedvale Avenue West, Guelph, Ontario N1K 1E6, Canada, www.canadiansolar.com, support@canadiansolar.com

ENGINEERING DRAWING (mm)



CS3W-420P / I-V CURVES



ELECTRICAL DATA | STC*

CS3W	420P	425P	430P	435P
Nominal Max. Power (P _{max})	420 W	425 W	430 W	435 W
Opt. Operating Voltage (V _{mp})	39.5 V	39.7 V	39.9 V	40.1 V
Opt. Operating Current (I _{mp})	10.64 A	10.71 A	10.78 A	10.85 A
Open Circuit Voltage (V _{oc})	48.0 V	48.2 V	48.4 V	48.6 V
Short Circuit Current (I _{sc})	11.26 A	11.29 A	11.32 A	11.35 A
Module Efficiency	19.01%	19.24%	19.46%	19.69%
Operating Temperature	-40°C ~ +85°C			
Max. System Voltage	1500V (IEC/UL) or 1000V (IEC/UL)			
Module Fire Performance	TYPE 1 (UL 1703) or CLASS C (IEC 61730)			
Max. Series Fuse Rating	20 A			
Application Classification	Class A			
Power Tolerance	0 ~ + 5 W			

* Under Standard Test Conditions (STC) of irradiance of 1000 W/m², spectrum AM 1.5 and cell temperature of 25°C.

ELECTRICAL DATA | NMOT*

CS3W	420P	425P	430P	435P
Nominal Max. Power (P _{max})	312 W	316 W	320 W	323 W
Opt. Operating Voltage (V _{mp})	36.7 V	36.9 V	37.1 V	37.3 V
Opt. Operating Current (I _{mp})	8.51 A	8.57 A	8.62 A	8.68 A
Open Circuit Voltage (V _{oc})	45.0 V	45.2 V	45.4 V	45.6 V
Short Circuit Current (I _{sc})	9.08 A	9.11 A	9.13 A	9.16 A

* Under Nominal Module Operating Temperature (NMOT), irradiance of 800 W/m²-spectrum AM 1.5, ambient temperature 20°C, wind speed 1 m/s.

MECHANICAL DATA

Specification	Data
Cell Type	Poly-crystalline
Cell Arrangement	144 [2 X (12 X 6)]
Dimensions	2108 X 1048 X 40 mm (83.0 X 41.3 X 1.57 in)
Weight	24.9 kg (54.9 lbs)
Front Cover	3.2 mm tempered glass
Frame	Anodized aluminium alloy, crossbar enhanced
J-Box	IP68, 3 bypass diodes
Cable	4 mm ² (IEC), 12 AWG (UL)
Cable Length (Including Connector)	Portrait: 500 mm (19.7 in) (+) / 350 mm (13.8 in) (-); landscape: 1400 mm (55.1 in); leap-frog connection: 1670 mm (65.7 in)*
Connector	T4 series or H4 UTX or MC4-EVO2
Per Pallet	27 pieces
Per Container (40' HQ)	594 pieces

* For detailed information, please contact your local Canadian Solar sales and technical representatives.

TEMPERATURE CHARACTERISTICS

Specification	Data
Temperature Coefficient (P _{max})	-0.37 % / °C
Temperature Coefficient (V _{oc})	-0.29 % / °C
Temperature Coefficient (I _{sc})	0.05 % / °C
Nominal Module Operating Temperature	42 ± 3°C

PARTNER SECTION



* The specifications and key features contained in this datasheet may deviate slightly from our actual products due to the on-going innovation and product enhancement. Canadian Solar Inc. reserves the right to make necessary adjustment to the information described herein at any time without further notice.

Please be kindly advised that PV modules should be handled and installed by qualified people who have professional skills and please carefully read the safety and installation instructions before using our PV modules.

CANADIAN SOLAR INC.

545 Speedvale Avenue West, Guelph, Ontario N1K 1E6, Canada, www.canadiansolar.com, support@canadiansolar.com

ANEXO C – Certificação Inmetro – Módulos Canadian Solar

<p>A Registro 004525/2018 Data Concessão 27/08/2018 Validade 27/08/2022</p>	
<p>Razão Social CANADIAN SOLAR BRASIL COMERCIALIZAÇÃO, IMPORTAÇÃO E EXPORTAÇÃO DE PAINÉIS SOLARES LTDA. - 17.302.990/0001-15</p>	<p>Número de certificado Não aplicável</p>
<p>Endereço AV. ROQUE PETRONI JÚNIOR, 999 4º ANDAR Cep:04707910 JD. DAS ACÁCIAS - SÃO PAULO - SP</p>	<p>Telefone (11) 3957.0336</p>
<p>E-mail toni.viladot@canadiansolar.com</p>	
<p>Objeto/Produto</p>	
<p>Programa de Avaliação da Conformidade: Sistemas e equipamentos para energia fotovoltaica (módulo, controlador de carga, inversor e bateria)</p>	
<p>Portaria: 4 de 04/01/2011</p>	
<p>Nome de Família: Silício Policristalino High Efficiency 144 células</p>	

Data	Alteração	Marca	Modelo	Descrição	Código de barras
27/08/2018	Incluído	Canadian Solar	CS3W-385P	MÓDULO FOTOVOLTAICO DE 144 CELULAS POLICRISTALINAS, 385W DE POTÊNCIA PICO, EFICIÊNCIA ENERGÉTICA DE 17'43% (CLASSE A) E ISOLAMENTO ELÉTRICO DE 1000V; 2108X1048MM E 24.9KG DE PESO.	
27/08/2018	Incluído	Canadian Solar	CS3W-390P	MÓDULO FOTOVOLTAICO DE 144 CELULAS POLICRISTALINAS, 390W DE POTÊNCIA PICO, EFICIÊNCIA ENERGÉTICA DE 17'65% (CLASSE A) E ISOLAMENTO ELÉTRICO DE 1000V; 2108X1048MM E 24.9KG DE PESO.	
27/08/2018	Incluído	Canadian Solar	CS3W-395P	MÓDULO FOTOVOLTAICO DE 144 CELULAS POLICRISTALINAS, 395W DE POTÊNCIA PICO, EFICIÊNCIA ENERGÉTICA DE 17'88% (CLASSE A) E ISOLAMENTO ELÉTRICO DE 1000V; 2108X1048MM E 24.9KG DE PESO.	

27/08/2018	Incluído	Canadian Solar	CS3W-400P	MÓDULO FOTOVOLTAICO DE 144 CELULAS POLICRISTALINAS, 400W DE POTÊNCIA PICO, EFICIÊNCIA ENERGÉTICA DE 18'11% (CLASSE A) E ISOLAMENTO ELÉTRICO DE 1000V; 2108X1048MM E 24.9KG DE PESO.	
27/08/2018	Incluído	Canadian Solar	CS3W-385P (1500V)	MÓDULO FOTOVOLTAICO DE 144 CELULAS POLICRISTALINAS, 385W DE POTÊNCIA PICO, EFICIÊNCIA ENERGÉTICA DE 17'43% (CLASSE A) E ISOLAMENTO ELÉTRICO DE 1500V; 2108X1048MM E 24.9KG DE PESO.	
27/08/2018	Incluído	Canadian Solar	CS3W-390P (1500V)	MÓDULO FOTOVOLTAICO DE 144 CELULAS POLICRISTALINAS, 390W DE POTÊNCIA PICO, EFICIÊNCIA ENERGÉTICA DE 17'65% (CLASSE A) E ISOLAMENTO ELÉTRICO DE 1500V; 2108X1048MM E 24.9KG DE PESO.	
27/08/2018	Incluído	Canadian Solar	CS3W-395P (1500V)	MÓDULO FOTOVOLTAICO DE 144 CELULAS POLICRISTALINAS, 395W DE POTÊNCIA PICO, EFICIÊNCIA ENERGÉTICA DE 17'88% (CLASSE A) E ISOLAMENTO ELÉTRICO DE 1500V; 2108X1048MM E 24.9KG DE PESO.	
27/08/2018	Incluído	Canadian Solar	CS3W-400P (1500V)	MÓDULO FOTOVOLTAICO DE 144 CELULAS POLICRISTALINAS, 400W DE POTÊNCIA PICO, EFICIÊNCIA ENERGÉTICA DE 18'11% (CLASSE A) E ISOLAMENTO ELÉTRICO DE 1500V; 2108X1048MM E 24.9KG DE PESO.	
21/01/2019	Incluído	Canadian Solar	CS3W-405P	MÓDULO FOTOVOLTAICO DE 144 CELULAS POLICRISTALINAS, 405W DE POTÊNCIA PICO, EFICIÊNCIA ENERGÉTICA DE 18'33% (CLASSE A) E ISOLAMENTO ELÉTRICO DE 1000V; 2108X1048MM E 24.9KG DE PESO.	
21/01/2019	Incluído	Canadian Solar	CS3W-410P	MÓDULO FOTOVOLTAICO DE 144 CELULAS POLICRISTALINAS, 410W DE POTÊNCIA PICO, EFICIÊNCIA ENERGÉTICA DE 18'56% (CLASSE A) E ISOLAMENTO ELÉTRICO DE 1000V; 2108X1048MM E 24.9KG DE PESO.	
21/01/2019	Incluído	Canadian Solar	CS3W-415P	MÓDULO FOTOVOLTAICO DE 144 CELULAS POLICRISTALINAS, 415W DE POTÊNCIA PICO, EFICIÊNCIA ENERGÉTICA DE 18'79% (CLASSE A) E ISOLAMENTO ELÉTRICO DE 1000V; 2108X1048MM E 24.9KG DE PESO.	

21/01/2019	Incluído	Canadian Solar	CS3W-405P (1500V)	MÓDULO FOTOVOLTAICO DE 144 CELULAS POLICRISTALINAS, 405W DE POTÊNCIA PICO, EFICIÊNCIA ENERGÉTICA DE 18'33% (CLASSE A) E ISOLAMENTO ELÉTRICO DE 1500V; 2108X1048MM E 24.9KG DE PESO.	
21/01/2019	Incluído	Canadian Solar	CS3W-410P (1500V)	MÓDULO FOTOVOLTAICO DE 144 CELULAS POLICRISTALINAS, 410W DE POTÊNCIA PICO, EFICIÊNCIA ENERGÉTICA DE 18'56% (CLASSE A) E ISOLAMENTO ELÉTRICO DE 1500V; 2108X1048MM E 24.9KG DE PESO.	
21/01/2019	Incluído	Canadian Solar	CS3W-415P (1500V)	MÓDULO FOTOVOLTAICO DE 144 CELULAS POLICRISTALINAS, 415W DE POTÊNCIA PICO, EFICIÊNCIA ENERGÉTICA DE 18'79% (CLASSE A) E ISOLAMENTO ELÉTRICO DE 1500V; 2108X1048MM E 24.9KG DE PESO.	
13/09/2019	Incluído	Canadian Solar	CS3W-420P	MÓDULO FOTOVOLTAICO DE 144 CELULAS POLICRISTALINAS, 420W DE POTÊNCIA PICO, EFICIÊNCIA ENERGÉTICA DE 19'01% (CLASSE A) E ISOLAMENTO ELÉTRICO DE 1000V; 2108X1048MM E 24.9KG DE PESO.	
13/09/2019	Incluído	Canadian Solar	CS3W-425P	MÓDULO FOTOVOLTAICO DE 144 CELULAS POLICRISTALINAS, 425W DE POTÊNCIA PICO, EFICIÊNCIA ENERGÉTICA DE 19'24% (CLASSE A) E ISOLAMENTO ELÉTRICO DE 1000V; 2108X1048MM E 24.9KG DE PESO.	
13/09/2019	Incluído	Canadian Solar	CS3W-430P	MÓDULO FOTOVOLTAICO DE 144 CELULAS POLICRISTALINAS, 430W DE POTÊNCIA PICO, EFICIÊNCIA ENERGÉTICA DE 19'46% (CLASSE A) E ISOLAMENTO ELÉTRICO DE 1000V; 2108X1048MM E 24.9KG DE PESO.	
13/09/2019	Incluído	Canadian Solar	CS3W-435P	MÓDULO FOTOVOLTAICO DE 144 CELULAS POLICRISTALINAS, 435W DE POTÊNCIA PICO, EFICIÊNCIA ENERGÉTICA DE 19'69% (CLASSE A) E ISOLAMENTO ELÉTRICO DE 1000V; 2108X1048MM E 24.9KG DE PESO.	
13/09/2019	Incluído	Canadian Solar	CS3W-440P	MÓDULO FOTOVOLTAICO DE 144 CELULAS POLICRISTALINAS, 440W DE POTÊNCIA PICO, EFICIÊNCIA ENERGÉTICA DE 19'92% (CLASSE A) E ISOLAMENTO ELÉTRICO DE 1000V; 2108X1048MM E 24.9KG DE PESO.	

13/09/2019	Incluido	Canadian Solar	CS3W-420P (1500V)	MÓDULO FOTOVOLTAICO DE 144 CELULAS POLICRISTALINAS, 420W DE POTÊNCIA PICO, EFICIÊNCIA ENERGÉTICA DE 19'01% (CLASSE A) E ISOLAMENTO ELÉTRICO DE 1500V; 2108X1048MM E 24.9KG DE PESO.	
13/09/2019	Incluido	Canadian Solar	CS3W-425P (1500V)	MÓDULO FOTOVOLTAICO DE 144 CELULAS POLICRISTALINAS, 425W DE POTÊNCIA PICO, EFICIÊNCIA ENERGÉTICA DE 19'24% (CLASSE A) E ISOLAMENTO ELÉTRICO DE 1500V; 2108X1048MM E 24.9KG DE PESO.	
13/09/2019	Incluido	Canadian Solar	CS3W-430P (1500V)	MÓDULO FOTOVOLTAICO DE 144 CELULAS POLICRISTALINAS, 430W DE POTÊNCIA PICO, EFICIÊNCIA ENERGÉTICA DE 19'46% (CLASSE A) E ISOLAMENTO ELÉTRICO DE 1500V; 2108X1048MM E 24.9KG DE PESO.	
13/09/2019	Incluido	Canadian Solar	CS3W-435P (1500V)	MÓDULO FOTOVOLTAICO DE 144 CELULAS POLICRISTALINAS, 435W DE POTÊNCIA PICO, EFICIÊNCIA ENERGÉTICA DE 19'69% (CLASSE A) E ISOLAMENTO ELÉTRICO DE 1500V; 2108X1048MM E 24.9KG DE PESO.	
13/09/2019	Incluido	Canadian Solar	CS3W-440P (1500V)	MÓDULO FOTOVOLTAICO DE 144 CELULAS POLICRISTALINAS, 440W DE POTÊNCIA PICO, EFICIÊNCIA ENERGÉTICA DE 19'92% (CLASSE A) E ISOLAMENTO ELÉTRICO DE 1500V; 2108X1048MM E 24.9KG DE PESO.	

ANEXO D – Datasheet – Inversor ABB PVS-100/120-TL

SOLAR INVERTERS

ABB string inverters

PVS-100/120-TL



—
PVS-100/120-TL
three-phase outdoor
string inverter

This platform, for extreme high power string inverters with power ratings up to 120 kW, maximizes the ROI for decentralized ground mounted and large rooftop applications. With six MPPT energy harvesting is optimized even in shading situations.

Extreme power with high integration level

The extreme high power module up to 120 kW saves installation resources as less units are required. Due to its compact size further savings are generated in logistics and in maintenance. Thanks to the integrated DC/AC disconnection, 24 string connections, fuses and surge protection no additional boxes are required.

Ease of installation

The horizontal and vertical mounting possibility creates flexibility for both ground mounted and rooftop installations. Covers are equipped with hinges and locks that are fast to open and reduce the risk of damaging the chassis and interior components when commissioning and performing maintenance actions.

Standard wireless access from any mobile device makes the configuration of inverter and plant easier and faster. Improved user experience thanks to a build in User Interface (UI) enables access to advanced inverter configuration settings.

The installer mobile APP, available for Android/iOS devices, further simplifies multi-inverter installations.

The design supports both copper and aluminum

The PVS-100/120-TL is ABB's cloud connected three-phase string solution for cost efficient decentralized photovoltaic systems for both ground mounted and large commercial applications.

cabling even up to 185 mm² cross section to minimize the energy losses.

Fast system integration

Industry standard Modbus/SUNSPEC protocol enables fast system integration. Two ethernet ports enable fast and future proof communication for PV plants.

ABB plant portfolio integration

Monitoring your assets is made easy as every inverter is capable to connect to ABB plant portfolio manager to secure your assets and profitability in long term.

Design flexibility and shade tolerance

The double stage conversion topology and six MPPT guarantee maximum flexibility for the system design on rooftops or hilly ground. With this technological choice energy harvesting is optimized even in shading situations.

Highlights

- 6 independent MPPT
- Transformerless inverter
- 120 kW for 480 Vac and 100 kW for 400 Vac
- Wi-Fi as standard for configuration
- Two ethernet ports for plant level communication
- Large set of specific grid codes available which can be selected directly in the field
- Double stage topology for a wide input range
- Both vertical and horizontal installation
- Separate wiring compartment for fast swap and replacement
- IP66 Environmental protection
- Maximum efficiency up to 98.9%

ABB string inverters

PVS-100/120-TL

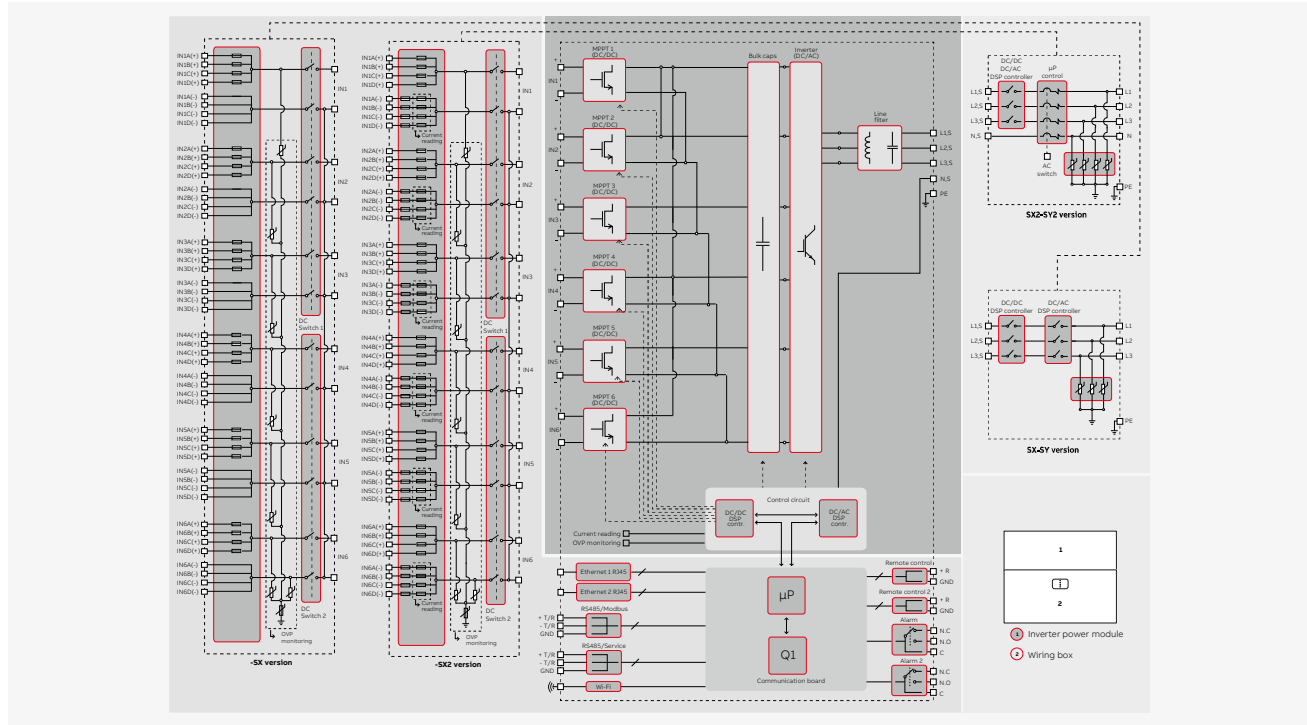
100 to 120 kW



Technical data and types

Type code	PVS-100-TL	PVS-120-TL
Input side		
Absolute maximum DC input voltage ($V_{max,abs}$)	1000V	
Start-up DC input voltage (V_{start})	420V (400...500 V)	
Operating DC input voltage range ($V_{dcmin}...V_{dcmax}$)	360...1000 V	
Rated DC input voltage (V_{dcr})	620V	720V
Rated DC input power (P_{dcr})	102 000W	123 000W
Number of independent MPPT	6	
MPPT input DC voltage range at ($V_{MPPTmin}...V_{MPPTmax}$) at P_{acr}	480...850V	570...850V
Maximum DC input power for each MPPT ($P_{MPPT,max}$)	17500 W [$480V \leq V_{MPPT} \leq 850V$]	20500 W [$570V \leq V_{MPPT} \leq 850V$]
Maximum DC input current for each MPPT (I_{dcmax})	36 A	
Maximum input short circuit current (I_{scmax}) for each MPPT	50 A ¹⁾	
Number of DC input pairs for each MPPT	4	
DC connection type	PV quick fit connector ²⁾	
Input protection		
Reverse polarity protection	Yes, from limited current source	
Input over voltage protection for each MPPT - replaceable surge arrester	Type II with monitoring only for SX and SX2 versions; Type I+II with monitoring only for SY and SY2 versions	
Photovoltaic array isolation control	as per IEC62109	
DC switch rating for each MPPT	50 A / 1000 V	
Fuse rating (versions with fuses)	15 A / 1000 V ³⁾	
String current monitoring	SX2, SY2: (24ch) Individual string current monitoring; SX, SY: (6ch) Input current monitoring per MPPT	
Output side		
AC Grid connection type	Three phase 3W+PE or 4W+PE	
Rated AC power ($P_{acr} @ \cos\phi=1$)	100 000 W	120 000 W
Maximum AC output power ($P_{acmax} @ \cos\phi=1$)	100 000 W	120 000 W
Maximum apparent power (S_{max})	100 000 VA	120 000 VA
Rated AC grid voltage (V_{acr})	400 V	480 V
AC voltage range	320...480 V ⁴⁾	384...576 ³⁾
Maximum AC output current ($I_{ac,max}$)	145 A	
Rated output frequency (f)	50 Hz / 60 Hz	
Output frequency range ($f_{min}...f_{max}$)	45...55 Hz / 55...65 Hz ⁵⁾	
Nominal power factor and adjustable range	> 0.995, 0...1 inductive/capacitive with maximum S_{max}	
Total current harmonic distortion	< 3%	
Maximum AC cable	185mm ² Aluminum and copper	
AC connection type	Provided bar for lug connections M10, single core cable glands 4xM40 and M25, multi core cable gland M63 as option	
Output protection		
Anti-islanding protection	According to local standard	
Maximum external AC overcurrent protection	225 A	
Output overvoltage protection - replaceable surge protection device	Type 2 with monitoring	
Operating performance		
Maximum efficiency (η_{max})	98.4%	98.9%
Weighted efficiency (EURO)	98.2%	98.6%
Communication		
Embedded communication interfaces	1x RS485, 2x Ethernet (RJ45), WLAN (IEEE802.11 b/g/n @ 2,4 GHz)	
User interface	4 LEDs, Web User Interface	
Communication protocol	Modbus RTU/TCP (Sunspec compliant)	
Commissioning tool	Web User Interface, Mobile APP/APP for plant level	
Remote monitoring services	Aurora Vision [®] monitoring portal	
Advanced features	Embedded logging, direct telemetry data transferring to ABB cloud	
Environmental		
Ambient temperature range	-25...+60°C / -13...140°F with derating above 40°C / 104 °F	

ABB PVS-100/120-TL string inverter block diagram



Technical data and types

Type code	PVS-100-TL	PVS-120-TL
Relative humidity	4%...100% condensing	
Sound pressure level, typical	68dB(A) @ 1m	
Maximum operating altitude without derating	2000 m / 6560 ft	
Physical		
Environmental protection rating	IP 66 (IP54 for cooling section)	
Cooling	Forced air	
Dimension (H x W x D)	869x1086x419 mm / 34.2" x 42.8" x 16.5"	
Weight	70kg / 154 lbs for power module ; ~55kg / 121 lbs for wiring box Overall max 125 kg / 276 lbs	
Mounting system	Mounting bracket vertical & horizontal support	
Safety		
Isolation level	Transformerless	
Marking & EMC	CE conformity according to LV and EMC directives	
Safety	IEC/EN 62109-1, IEC/EN 62109-2	
Grid standard (check your sales channel for availability)	CEI 0-16, CEI 0-21, IEC 61727, IEC 62116, IEC 60068, IEC 61683, JORDAN IRR-DCC-MV, AS/NZS4777.2, VDE-AR-N 4105, VDE V 0-126-1-1, VFR 2014, Belg C10-C11, UK59/3, P.O. 12.3, ITC-BT-40, EN50438 Generic +Ireland, CLC-TS 50549-1/2	

Available products variants

Inverter power module	PVS-100-TL-POWERMODULE-400	PVS-120-TL-POWERMODULE-480
Input with 24 quick fit connectors pairs + String fuses (both positive and negative pole) + DC disconnect switches + AC disconnect switch + AC and DC overvoltage surge arresters (Type II) + individual string monitoring (24 ch.)	WB-SX2-PVS-100-TL	WB-SX2-PVS-120-TL
Input with 24 quick fit connectors pairs + String fuses (positive pole) + DC disconnect switches + AC and DC overvoltage surge arresters (Type II) + MPPT level input current monitoring (6 ch.)	WB-SX-PVS-100-TL	WB-SX-PVS-120-TL
Input with 24 quick fit connectors pairs + String fuses (positive pole) + DC disconnect switches + AC and DC overvoltage surge arresters (Type II for AC and Type I+II for DC) + MPPT level input current monitoring (6 ch.)	WB-SY-PVS-100-TL	WB-SY-PVS-120-TL
Input with 24 quick fit connectors pairs + String fuses (both positive and negative pole) + DC disconnect switches + AC disconnect switch + AC and DC overvoltage surge arresters (Type II for AC and Type I+II for DC) + individual string monitoring (24 ch.)	WB-SY2-PVS-100-TL	WB-SY2-PVS-120-TL

Optional available

Support for multi core AC cable M63 + M25 (PE)	AC output panel M63 for wiring box
AC multicore cable gland plate	Supports M63 Ø 37...53mm + M25 Ø 10...17mm

- 1) Maximum number of opening 5 under overloading
- 2) Please refer to the document "String inverters – Product manual appendix" available at www.abb.com/solarinverters for information on the quick-fit connector brand and model used in the inverter
- 3) Maximum fuse size supported 20A. Additionally two strings input per MPPT supports

30A fuse size for connecting two strings per input.

- 4) The AC voltage range may vary depending on specific country grid standard
- 5) Frequency range may vary depending on specific country grid standard

Remark: Features not specifically listed in the present data sheet are not included in the product

ANEXO E – Certificação nacional – ABB Ltda

BUREAU VERITAS
Certification



ABB LTDA.

Av. do Anastácio, 740, City América, 05119-000 - **São Paulo/SP**

Brasil

Bureau Veritas Certification certifica que o Sistema de Gestão da organização acima foi avaliado e encontrado em conformidade com os requisitos da Norma detalhada abaixo.

Norma

ISO 9001:2015

Escopo de Certificação

ESCOPO EM ANEXO.

Data de Início do Ciclo de Certificação: **28 de Julho de 2018**

Sujeito à operação satisfatória contínua do Sistema de Gestão da Organização, este certificado é válido até: **27 de Julho de 2021**

Validade do certificado anterior: **28 de Julho de 2018**

Data da auditoria de recertificação: **06 de Junho de 2018**

Data de Aprovação Original: **26 de Outubro de 1993**

Certificado N°: **BR029159**

Versão: **1** Data da Revisão: **04 de Julho de 2018**


Lúcia Nunes - Gerente Técnica

Escritório local:

Av. Alfredo Egídio de Souza Aranha, 100, Torre C, 4º Andar
Vila Cruzeiro, 04726-170 - São Paulo/SP - Brasil



Esclarecimentos adicionais a respeito do escopo deste certificado e à aplicabilidade dos requisitos do Sistema de Gerenciamento podem ser obtidos consultando a Organização.
Para verificar a validade deste certificado, telefone para **+551126559001**.



BUREAU VERITAS
Certification



ABB LTDA.

Norma

ISO 9001:2015

Escopo de Certificação

MATRIZ	AV. DO ANASTÁCIO, 740, CITY AMÉRICA, 05119-000 - SÃO PAULO/SP	<p>VENDAS, DESENVOLVIMENTO E GERENCIAMENTO DE PROJETOS, COMERCIALIZAÇÃO E FORNECIMENTO DE EQUIPAMENTOS, MONTAGEM, INSTALAÇÃO E COMISSONAMENTO, SERVIÇOS DE ASSISTÊNCIA TÉCNICA E MANUTENÇÃO EM PLANTAS INDUSTRIAIS E TREINAMENTO PARA SISTEMAS ELÉTRICOS E AUTOMAÇÃO.</p> <p>MARKETING E ENGENHARIA DE APLICAÇÃO, VENDAS E ADMINISTRAÇÃO DE CONTRATOS PARA AS LINHAS DE PRODUTOS: INTERRUPTORES E TOMADAS RESIDENCIAIS (LINHA ZENIT, LINHA STEP, LINHA UNNO, LINHA UNNO LIFE); SISTEMA PARA AUTOMAÇÃO RESIDENCIAL E SENSORES DE PRESENÇA (LINHA LIVING SPACE, LINHA FREE@HOME); SISTEMA INTELIGENTE PARA AUTOMAÇÃO RESIDENCIAL/ PREDIAL – KNX; PLUGUES E TOMADAS INDUSTRIAIS (PLUGUES, PAINÉIS MODULARES, CONECTORES, TOMADAS DE EMBUTIR E SOBREPOR 2, 3, 4 E 5 PÓLOS); PRODUTOS PARA INSTALAÇÃO (SISTEMAS DE PROTEÇÃO DE CABOS ELÉTRICOS, SISTEMAS DE AMARRAÇÃO E MANUSEIO DE CABOS, CONTROLE E CONEXÕES, PRODUTOS DE SEGURANÇA); PROTEÇÃO ELÉTRICA E DISPOSITIVOS MODULARES (MINI-DISJUNTORES E DR'S, LINHA PADRÃO, LINHA COMPLETA, LINHA ALTA PERFORMANCE, FUSÍVEIS PARA LINHA MODULAR, LINHA CONTADORES MODULARES); DISJUNTORES EM CAIXA ABERTA E CAIXA MOLDADA (LINHA FÓRMULA, LINHA TMAX-XT, LINHA TMAX, LINHA EMAX, LINHA EMAX 2); CHAVES SECCIONADORAS, COMUTADORAS E FUSÍVEIS (LINHA OT E OS, LINHA ON, LINHA XLP, LINHA XLBM, FUSÍVEIS NH DE AÇÃO ULTRA-RÁPIDA, FUSÍVEIS NH DE AÇÃO RETARDADA, CHAVES DE BLOQUEIO/SEGURANÇA ENCLAUSURADAS); MEDIDORES – INSTRUMENTAÇÃO ELÉTRICA (LINHA ANALÓGICO, LINHA DE TCS, SHUNTS E ESCALAS, LINHA DIGITAIS, LINHA NEXUS); MONITOR DE ISOLAÇÃO – ISOLTESTER; CAPACITORES E CONTROLADORES DE FATOR DE POTÊNCIA (LINHA CAPACITORES CLMD, LINHA CONTROLADORES, LINHA CAPACITORES QCAP); QUADROS E PAINÉIS (LINHA MISTRAL, LINHA MAESTRO, LINHA GEMINI, CAIXAS METÁLICAS DE SOBREPOR - LINHA SR2, PAINEL PARA DISTRIBUIÇÃO - LINHA ARTU L, PAINEL PARA AUTOMAÇÃO - LINHA IS2, PAINEL PARA DISTRIBUIÇÃO - LINHA EPOWER, PAINÉIS DE DISTRIBUIÇÃO MNSR E CENTRO DE CONTROLE DE MOTORES MNS/MNS IS); CONTADORES (LINHA COMPACTA, LINHA EFICIENTE, LINHA AVANÇADA, CAIXAS DE PARTIDAS DIRETAS); CONTADORES DE BARRA (SENSORES DE TENSÃO E DE CORRENTE); RELÉS DE SOBRECARGA (LINHA EFICIENTE E LINHA AVANÇADA); DISJUNTORES-MOTOR (LINHA EFICIENTE E LINHA AVANÇADA), KIT MANOPLA; RELÉ INTELIGENTE UMC - LINHA UMC 100; ACESSÓRIOS INTELIGENTES FIELDBUSPLUG (INTERFACES ETHERNET, PROFIBUS DP, DEVICENET E MODBUS-RTU); PRODUTOS DE SINALIZAÇÃO E COMANDO (LINHA COMPACTA, LINHA MODULAR (IMPORTADOS), TORRES DE SINALIZAÇÃO); CHAVES FIM DE CURSO (CHAVES FIM DE CURSO DE SEGURANÇA E LINHA LS, PEDALEIRAS - LINHAS IPM e IPS); EPRs - PRODUTOS ELETRÔNICOS E RELÉS (RELÉS DE TEMPO E MONITORAMENTO, RELÉS DE INTERFACE, RELÉS LÓGICOS, FONTES); PRODUTOS DE SEGURANÇA</p>
--------	---	---

Certificado N°: **BR029159**

Versão: **1**

Data da Revisão: **04 de Julho de 2018**


Lúcia Nunes Gerente Técnica

Escritório local: Av. Alfredo Egídio de Souza Aranha, 100, Torre C, 4º Andar
Vila Cruzeiro, 04726-170 - São Paulo/SP - Brasil



Esclarecimentos adicionais a respeito do escopo deste certificado e à aplicabilidade dos requisitos do Sistema de Gerenciamento podem ser obtidos consultando a Organização.
Para verificar a validade deste certificado, telefone para +551126559001.



BUREAU VERITAS
Certification



ABB LTDA.

Norma

ISO 9001:2015


Escopo de Certificação

MATRIZ	AV. DO ANASTÁCIO, 740, CITY AMÉRICA, 05119-000 - SÃO PAULO/SP	(RELÉS DE SEGURANÇA, SENSORES DE SEGURANÇA, CORTINAS DE LUZ, GRADES DE LUZ, ACESSÓRIOS (VITAL, ORION E EDEN), CLPs DE SEGURANÇA, CHAVES DE SEGURANÇA, DISPOSITIVOS DE ACIONAMENTO, SCANNERS); SISTEMA DE PROTEÇÃO CONTRA ARCO ELÉTRICO – LINHA TVOC2; PARTES E PEÇAS PARA: DISJUNTORES DE BAIXA TENSÃO, ACESSÓRIOS, EMAX, MEGAMAX, TMAX; BORNES E MARCADORES (LINHA SNK, LINHA SNA, LINHA ESSAILEC, RÉGUA DE BORNES, IMPRESSORAS E MARCADORES); PARTIDA DE MOTOR – DRAX ; PRODUTOS PARA ENERGIA SOLAR (INVERSOR SOLAR, STRING –BOX); CARREGADORES VEICULARES ; UPS.
UNIDADE GUARULHOS	AV. MONTEIRO LOBATO, 3411, VILA SÃO ROQUE, 07190-904 GUARULHOS/SP	<p>VENDAS, DESENVOLVIMENTO E GERENCIAMENTO DE PROJETOS, FORNECIMENTO DE EQUIPAMENTOS, MONTAGEM, INSTALAÇÃO, COMISSIONAMENTO, SERVIÇOS DE ASSISTÊNCIA TÉCNICA, GERENCIAMENTO E REALIZAÇÃO DE SERVIÇOS DE MANUTENÇÃO EM PLANTAS INDUSTRIAIS E TREINAMENTOS PARA ROBÓTICA.</p> <p>VENDAS, PROJETO E DESENVOLVIMENTO, FABRICAÇÃO, ENSAIOS, LOGÍSTICA DE TRANSPORTE, MONTAGEM, COMISSIONAMENTO, ASSISTÊNCIA TÉCNICA, REPAROS, REVITALIZAÇÕES E DIAGNÓSTICOS TÉCNICOS DE TRANSFORMADORES E AUTOTRANSFORMADORES DE POTÊNCIA, TRANSFORMADORES DE POTÊNCIA PARA PROCESSOS INDUSTRIAIS (RETIFICADORES E FORNOS), TRANSFORMADORES E AUTOTRANSFORMADORES DE POTÊNCIA REGULADORES DE TENSÃO, TRANSFORMADORES DE POTÊNCIA DEFASADORES, TRANSFORMADORES CONVERSORES PARA SISTEMAS DE TRANSMISSÃO EM CORRENTE CONTÍNUA DE ALTA TENSÃO, TRANSFORMADORES PARA SISTEMAS DE TRACÇÃO ELÉTRICA, TRANSFORMADORES DE POTÊNCIA PARA SUBESTAÇÕES MÓVEIS, REATORES DERIVAÇÃO (SHUNTS) E REATORES DE ALISAMENTO.</p> <p>VENDAS E ADMINISTRAÇÃO DE CONTRATOS, PROJETO, FABRICAÇÃO, MONTAGEM, ENSAIOS, SUPERVISÃO DE MONTAGEM NO CAMPO, COMISSIONAMENTO, MANUTENÇÃO, RETROFIT (SUBSTITUIÇÃO EM CAMPO) E REPAROS DE FILTROS DE HARMÔNICOS, BANCO DE CAPACITORES E DISJUNTORES DE ALTA TENSÃO.</p> <p>VENDAS E ADMINISTRAÇÃO DE CONTRATOS, MONTAGEM, COMISSIONAMENTO, REPARO, RETROFIT E MANUTENÇÃO EM CAMPO DE TRANSFORMADORES DE CORRENTE, TRANSFORMADORES DE POTENCIAL, TRANSFORMADOR POTENCIAL CAPACITIVO, PARARAIOS, CHAVES SECCIONADORAS, MÓDULOS GIS / PASS E GCB, DISJUNTORES DE ALTA TENSÃO, CHAVES A VÁCUO E MEDIDOR DE CAPACITÂNCIA – CB-2000.</p> <p>VENDAS, COMERCIALIZAÇÃO E ADMINISTRAÇÃO DE CONTRATOS DE PRODUTOS, PEÇAS SOBRESALENTES E ACESSÓRIOS PARA PRODUTOS DE ALTA TENSÃO.</p> <p>VENDAS, ENGENHARIA DE APLICAÇÃO, FABRICAÇÃO, MONTAGEM, TESTES, ASSISTÊNCIA TÉCNICA E REPAROS DE PRODUTOS DE AUTOMAÇÃO DE SUBESTAÇÕES (IED – INTELLIGENT ELECTRONIC DEVICE).</p> <p>COMERCIALIZAÇÃO, ENGENHARIA DE APLICAÇÃO E ASSISTÊNCIA TÉCNICA DE PRODUTOS DE AUTOMAÇÃO DE SUBESTAÇÕES (RTU – REMOTE TERMINAL UNIT).</p>

Certificado N°: **BR029159**

Versão: 1

Data da Revisão: **04 de Julho de 2018**


Lúcia Nunes - Gerente Técnica

Escritório local: Av. Alfredo Egídio de Souza Aranha, 100, Torre C, 4° Andar
Vila Cruzeiro, 04726-170 - São Paulo/SP - Brasil



Esclarecimentos adicionais a respeito do escopo deste certificado e à aplicabilidade dos requisitos do Sistema de Gerenciamento podem ser obtidos consultando a Organização.
Para verificar a validade deste certificado, telefone para **+551126559001**.



**BUREAU
VERITAS**



ABB LTDA.

Norma

ISO 9001:2015


Escopo de Certificação

UNIDADE GUARULHOS	AV. MONTEIRO LOBATO, 3411, VILA SÃO ROQUE, 07190-904 GUARULHOS/SP	<p>VENDAS, PROJETO E DESENVOLVIMENTO, FABRICAÇÃO, TESTES, ASSISTÊNCIA TÉCNICA E REPAROS DE PAINÉIS DE AUTOMAÇÃO E CONTROLE PARA SUBESTAÇÕES.</p> <p>VENDAS, PROJETO E DESENVOLVIMENTO, GERENCIAMENTO DE PROJETO MONTAGEM NO CAMPO, COMISSONAMENTO E ASSISTÊNCIA TÉCNICA DE SISTEMAS DE TRANSMISSÃO E DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA, SUBESTAÇÕES DE MÉDIA E ALTA TENSÃO, SISTEMAS DE DISTRIBUIÇÃO E RETROFIT COM FORNECIMENTO EM REGIME "TURN KEY".</p> <p>VENDAS, PROJETO E DESENVOLVIMENTO, GERENCIAMENTO DE PROJETO, IMPLEMENTAÇÃO DE SISTEMAS ELÉTRICOS, AUTOMAÇÃO, SUPERVISÃO E CONTROLE, INSTRUMENTAÇÃO, PROTEÇÃO, TELEPROTEÇÃO E TELECOMUNICAÇÃO; CENTROS DE OPERAÇÃO INCLUINDO O PLANEJAMENTO, FABRICAÇÃO, MONTAGEM, FORNECIMENTO DE EQUIPAMENTOS E MATERIAIS, INSTALAÇÃO, COMISSONAMENTO E TESTES, TREINAMENTO, ASSISTÊNCIA TÉCNICA E REPAROS.</p> <p>VENDAS, FABRICAÇÃO, ENSAIOS, ASSISTENCIA TÉCNICA E REPAROS DE COMPONENTES: COMUTADORES SOB CARGA, COMUTADORES SEM CARGA, BUCHAS CONDENSIVAS, FILTROS DE ÓLEO PARA COMUTADORES, E ACESSÓRIOS PARA BUCHAS E COMUTADORES.</p> <p>VENDAS E SUPRIMENTOS PARA COMPONENTES: COMUTADORES SOB CARGA, COMUTADORES SEM CARGA, BUCHAS CONDENSIVAS, FILTROS DE ÓLEO PARA COMUTADORES, E ACESSÓRIOS PARA BUCHAS E COMUTADORES.</p> <p>VENDAS E SUPRIMENTOS PARA COMPONENTES DE DISTRIBUIÇÃO: RELÉ BUCHHOLZ, BUCHAS DE PORCELANA DE BAIXA TENSÃO (1-52kV), SECADOR DE AR COM SILICA GEL, VÁLVULAS DE ALÍVIO DE PRESSÃO, COMUTADORES SEM CARGA DE BAIXA TENSÃO, VÁLVULAS DE REFLUXO, INDICADOR DE NÍVEL DE ÓLEO, DISPOSITIVO DE CONTROLE MULTIFUNCIONAL (RIS), TERMÔMETROS ANALÓGICOS E DIGITAIS, BUCHAS POLIMÉRICAS E RESINADAS DE BAIXA TENSÃO (1-72,5kV) E BARRAMENTOS.</p>
UNIDADE SOROCABA	ROD. SENADOR ERMIRIO DE MORAES, KM 11, S/Nº, APARECIDINHA, 18087-125 - SOROCABA/SP	<p>VENDAS, DESENVOLVIMENTO, ENGENHARIA DE APLICAÇÃO, GERENCIAMENTO DE PROJETOS, FORNECIMENTO DE EQUIPAMENTOS, MONTAGEM, INSTALAÇÃO, COMISSONAMENTO, SERVIÇOS DE ASSISTÊNCIA TÉCNICA E TREINAMENTO PARA REGULADORES DE TENSÃO, SISTEMAS DE EXCITAÇÃO ESTÁTICA, SINCRONIZAÇÃO E RETIFICAÇÃO.</p> <p>COMERCIALIZAÇÃO DE PRODUTOS CUSTOMIZADOS E EXECUÇÃO DE SERVIÇOS DE COMISSONAMENTO, REPARO, MANUTENÇÃO E TREINAMENTO PARA PRODUTOS DE MEDIÇÃO (FORÇA, VAZÃO, ANALÍTICA E INSTRUMENTAÇÃO DE CAMPO).</p> <p>DESENVOLVIMENTO DE PROJETOS MECÂNICO E ELETROMECAÂNICO, MONTAGEM E INTEGRAÇÃO DE ELETROCENTRO.</p> <p>VENDAS E APLICAÇÃO, ADMINISTRAÇÃO DE CONTRATOS, SUPRIMENTOS, FABRICAÇÃO E MONTAGEM DE MOTORES E GERADORES DE BAIXA, MÉDIA E ALTA TENSÃO, CARÇAÇA MODULAR E FUNDIDA, INCLUINDO PEÇAS SOBRESSALENTES.</p>

Certificado N°: **BR029159**

Versão: 1

Data da Revisão: **04 de Julho de 2018**


Lúcia Nunes - Gerente Técnica

Escritório local: Av. Alfredo Egídio de Souza Aranha, 100, Torre C, 4º Andar
Vila Cruzeiro, 04726-170 - São Paulo/SP - Brasil



Esclarecimentos adicionais a respeito do escopo deste certificado e à aplicabilidade dos requisitos do Sistema de Gerenciamento podem ser obtidos consultando a Organização.
Para verificar a validade deste certificado, telefone para **+551126559001**.





ABB LTDA.

Norma

ISO 9001:2015

Escopo de Certificação

<p>UNIDADE SOROCABA</p>	<p>ROD. SENADOR ERMIRIO DE MORAES, KM 11, S/Nº, APARECIDINHA, 18087-125 - SOROCABA/SP</p>	<p>VENDAS E APLICAÇÃO, ADMINISTRAÇÃO DE CONTRATOS, INSTALAÇÃO, COMISSIONAMENTO, ASSISTÊNCIA TÉCNICA E MANUTENÇÃO EM OFICINA DE REPAROS E SERVIÇOS DE CAMPO DE MOTORES E GERADORES DE BAIXA, MÉDIA E ALTA TENSÃO INCLUINDO AQUELES PARA APLICAÇÃO EM ÁREAS CLASSIFICADAS (EX).</p> <p>VENDAS E APLICAÇÃO, ADMINISTRAÇÃO DE CONTRATOS, SUPRIMENTOS E ESTOQUE CENTRAL DE INDUÇÃO DE BAXA TENSÃO, CARÇAÇA FUNDIDA E PRODUTOS DE TRANSMISSÃO DE POTÊNCIA MECÂNICA.</p> <p>VENDAS, DESENVOLVIMENTO, ENGENHARIAS DE APLICAÇÃO E PRODUTO, GERENCIAMENTO DE PROJETOS, FORNECIMENTO DE EQUIPAMENTOS, MONTAGEM, INSTALAÇÃO, COMISSIONAMENTO, SERVIÇOS DE ASSISTÊNCIA TÉCNICA E TREINAMENTO PARA DRIVES (CONVERSORES DE CORRENTE CA/CC, CONVERSORES DE FREQUÊNCIA CA/CC E INVERSORES DE FREQUÊNCIA CA/CC), PARTIDA SUAVE PARA MOTORES DE MÉDIA TENSÃO E BAIXA TENSÃO (SOFTSTARTER) E CONVERSORES DE TRACÇÃO.</p> <p>PLANEJAMENTO DE MATERIAIS, COMPRAS, RECEBIMENTO E ALMOXARIFADO PARA AS LINHAS DE PRODUTOS: INTERRUPTORES E TOMADAS RESIDENCIAIS (LINHA ZENIT, LINHA STEP, LINHA UNNO, LINHA UNNO LIFE); SISTEMA PARA AUTOMAÇÃO RESIDENCIAL E SENSORES DE PRESENÇA (LINHA LIVING SPACE, LINHA FREE@HOME); SISTEMA INTELIGENTE PARA AUTOMAÇÃO RESIDENCIAL/PREDIAL - KNX; PLUGUES E TOMADAS INDUSTRAIS (PLUGUES, PAINÉIS MODULARES, CONECTORES, TOMADAS DE EMBUTIR E SOBREPOR 2, 3, 4 E 5 PÓLOS); PRODUTOS PARA INSTALAÇÃO (SISTEMAS DE PROTEÇÃO DE CABOS ELÉTRICOS, SISTEMAS DE AMARRAÇÃO E MANUSEIO DE CABOS, CONTROLE E CONEXÕES, PRODUTOS DE SEGURANÇA); PROTEÇÃO ELÉTRICA E DISPOSITIVOS MODULARES (MINI-DISJUNTORES E DR S, LINHA PADRÃO, LINHA COMPLETA, LINHA ALTA PERFORMANCE, FUSÍVEIS PARA LINHA MODULAR, LINHA CONTADORES MODULARES); DISJUNTORES EM CAIXA ABERTA E CAIXA MOLDADA (LINHA FÓRMULA, LINHA TMAX-XT, LINHA TMAX, LINHA EMAX, LINHA EMAX 2); CHAVES SECCIONADORAS, COMPUTADORAS E FUSÍVEIS (LINHA OT E OS, LINHA ON, LINHA XLP, LINHA XLBM, FUSÍVEIS NH DE AÇÃO ULTRA-RÁPIDA FUSÍVEIS NH DE AÇÃO RETARDADA, CHAVES DE BLOQUEIO/SEGURANÇA ENCLAUSURADAS); MEDIDORES - INSTRUMENTAÇÃO ELÉTRICA (LINHA ANALÓGICO, LINHA DE TCS, SHUNTS E ESCALAS, LINHA DIGITAIS, LINHA NEXUS); MONITOR DE ISOLAÇÃO - ISOLTESTER; CAPACITORES E CONTROLADORES DE FATOR DE POTÊNCIA (LINHA CAPACITORES CLMD, LINHA CONTROLADORES, LINHA CAPACITORES QCAP); QUADROS E PAINÉIS (LINHA MISTRAL, LINHA MAESTRO, LINHA GEMINI, CAIXAS METÁLICAS DE SOBREPOR - LINHA SR2, PAINEL PARA DISTRIBUIÇÃO - LINHA ARTU L, PAINEL PARA AUTOMAÇÃO - LINHA IS2, PAINEL PARA DISTRIBUIÇÃO - LINHA EPOWER, PAINÉIS DE DISTRIBUIÇÃO MNSR E CENTRO DE CONTROLE DE MOTORES MNS/MNS IS); CONTADORES (LINHA COMPACTA, LINHA EFICIENTE, LINHA AVANÇADA, CAIXAS DE PARTIDAS DIRETAS); CONTADORES DE BARRA (SENSORES DE TENSÃO E DE CORRENTE); RELÉS DE SOBRECARGA (LINHA EFICIENTE E LINHA AVANÇADA); DISJUNTORES-MOTOR (LINHA EFICIENTE E LINHA AVANÇADA), KIT MANOPLA; RELÉ INTELIGENTE UMC- LINHA UMC 100; ACESSÓRIOS</p>
---	---	---

Certificado N°: **BR029159**

Versão: 1

Data da Revisão: **04 de Julho de 2018**


Lúcia Nunes - Gerente Técnica

Escritório local: Av. Alfredo Egídio de Souza Aranha, 100, Torre C, 4º Andar
Vila Cruzeiro, 04726-170 - São Paulo/SP - Brasil



Esclarecimentos adicionais a respeito do escopo deste certificado e à aplicabilidade dos requisitos do Sistema de Gerenciamento podem ser obtidos consultando a Organização.
Para verificar a validade deste certificado, telefone para **+551126559001**.



BUREAU VERITAS
Certification



ABB LTDA.

Norma

ISO 9001:2015

Escopo de Certificação

<p>UNIDADE SOROCABA</p>	<p>ROD. SENADOR ERMIRIO DE MORAES, KM 11, S/Nº, APARECIDINHA, 18087-125 - SOROCABA/SP</p>	<p>INTELIGENTES FIELDBUSPLUG (INTERFACES ETHERNET, PROFIBUS DP, DEVICENET E MODBUS-RTU); PRODUTOS DE SINALIZAÇÃO E COMANDO (LINHA COMPACTA, LINHA MODULAR (IMPORTADOS), TORRES DE SINALIZAÇÃO); CHAVES FIM DE CURSO (CHAVES FIM DE CURSO DE SEGURANÇA E LINHA LS, PEDALEIRAS - LINHAS IPM E IPS); EPRs - PRODUTOS ELETRÔNICOS E RELÉS (RELÉS DE TEMPO E MONITORAMENTO, RELÉS DE INTERFACE, RELÉS LÓGICOS, FONTES); PRODUTOS DE SEGURANÇA (RELÉS DE SEGURANÇA, SENSORES DE SEGURANÇA, CORTINAS DE LUZ, GRADES DE LUZ, ACESSÓRIOS (VITAL, ORION E EDEN), CLPs DE SEGURANÇA, CHAVES DE SEGURANÇA, DISPOSITIVOS DE ACIONAMENTO, SCANNERS); SISTEMA DE PROTEÇÃO CONTRA ARCO ELÉTRICO - LINHA TVOC2 PARTES E PEÇAS PARA: DISJUNTORES DE BAIXA TENSÃO, ACESSÓRIOS, EMAX, MEGAMAX, TMAX; BORNES E MARCADORES (LINHA SNK, LINHA SNA, LINHA ESSAILEC, RÉGUA DE BORNES, IMPRESSORAS E MARCADORES); PARTIDA DE MOTOR - DRAX; PRODUTOS PARA ENERGIA SOLAR (INVERSOR SOLAR, STRING -BOX); CARREGADORES VEICULARES; UPS.</p> <p>PLANEJAMENTO DE PRODUÇÃO, MONTAGEM E TESTES PARA AS LINHAS DE PRODUTOS: DISJUNTORES EM CAIXA ABERTA E CAIXA MOLDADA (LINHA TMAX-XT, LINHA TMAX, LINHA EMAX, LINHA EMAX 2); CHAVES SECCIONADORAS E COMUTADORAS (LINHA OT, LINHA ON); PARTIDA DE MOTOR - DRAX; PRODUTOS PARA ENERGIA SOLAR (STRING -BOX); RÉGUA DE BORNES.</p> <p>PROJETO E DESENVOLVIMENTO PARA AS LINHAS DE PRODUTOS: INDICADORES ANALÓGICOS, TRANSFORMADORES DE CORRENTE, SHUNTS, INDICADORES DIGITAIS, TRANSDUTORES, MULTIMEDIDORES.</p> <p>PROJETO E DESENVOLVIMENTO, PLANEJAMENTO DE PRODUÇÃO, FABRICAÇÃO E ENSAIOS PARA AS LINHAS DE PRODUTOS: INDICADORES DIGITAIS, TRANSDUTORES, MULTIMEDIDORES.</p> <p>REPARO PARA AS LINHAS DE PRODUTOS: DISJUNTORES CAIXA ABERTA: EMAX, MEGAMAX, DISJUNTORES CAIXA MOLDADA: TMAX (T4 a T8) e ISOMAX (S6 a S8), CHAVES SECCIONADORAS E COMUTADORAS OT (A PARTIR DE 800A) e OTM, CONTADORES (A PARTIR DO AF 1250A) E CONTADORES DE BARRA, LINHA DIGITAL DE INSTRUMENTAÇÃO ELÉTRICA: TRANSDUTORES, MULTIMEDIDORES, INDICADOR DIGITAL; INVERSORES PARA ENERGIA SOLAR, UPS.</p> <p>VENDAS, DESENVOLVIMENTO E GERENCIAMENTO DE PROJETOS, FABRICAÇÃO, ENSAIOS, MONTAGEM NO CAMPO, COMISSIONAMENTO, ASSISTÊNCIA TÉCNICA, REPAROS, ANÁLISE DE ESTADO E DIAGNÓSTICOS DE PAINÉIS DE MÉDIA TENSÃO, CCM (CENTRO DE CONTROLE DE MOTORES), PAINÉIS DE BAIXA TENSÃO E DISJUNTORES DE MÉDIA TENSÃO.</p>
-----------------------------	---	---

Certificado N°: **BR029159**

Versão: 1

Data da Revisão: 04 de Julho de 2018


Lúcia Nunes - Gerente Técnica

Escritório local: Av. Alfredo Egídio de Souza Aranha, 100, Torre C, 4º Andar
Vila Cruzeiro, 04726-170 - São Paulo/SP - Brasil



Esclarecimentos adicionais a respeito do escopo deste certificado e à aplicabilidade dos requisitos do Sistema de Gerenciamento podem ser obtidos consultando a Organização.
Para verificar a validade deste certificado, telefone para **+551126559001**.



**BUREAU
VERITAS**



ABB LTDA.

Norma

ISO 9001:2015

Escopo de Certificação

UNIDADE SOROCABA	ROD. SENADOR ERMIRIO DE MORAES, KM 11, S/Nº, APARECIDINHA, 18087-125 - SOROCABA/SP	VENDAS, COMERCIALIZAÇÃO, ADMINISTRAÇÃO DE CONTRATOS, INSTALAÇÃO E COMISSIONAMENTO, RETROFIT, TESTES, ASSISTÊNCIA TÉCNICA E REPAROS DE PAINÉIS DE MÉDIA E BAIXA TENSÃO, CHAVES/SECCIONADORAS DE MÉDIA TENSÃO, CONTADORES, RELÉS DE PROTEÇÃO, LIMITADORES DE CURTO CIRCUITO, RELIGADORES E FUSÍVEIS.
UNIDADE BLUMENAU	RUA DR. PEDRO ZIMMERMANN, 5470, ITOUPAVA CENTRAL, 89068-000 - BLUMENAU/SC	VENDAS, ADMINISTRAÇÃO DE CONTRATOS, PROJETO E DESENVOLVIMENTO, FABRICAÇÃO E ASSISTÊNCIA TÉCNICA DE TRANSFORMADORES DE DISTRIBUIÇÃO À ÓLEO E À SECO. VENDAS, ADMINISTRAÇÃO DE CONTRATOS, FABRICAÇÃO E ASSISTÊNCIA TÉCNICA DE REATORES E INDUTORES À SECO. FABRICAÇÃO, MONTAGEM E ENSAIOS DE COMPONENTES DE DISTRIBUIÇÃO: RELÉ BUCHHOLZ, BUCHAS DE PORCELANA DE BAIXA TENSÃO (1-52 KV), SECADOR DE AR COM SILICA GEL, VÁLVULAS DE ALÍVIO DE PRESSÃO, COMUTADORES SEM CARGA DE BAIXA TENSÃO. ENGENHARIA DE APLICAÇÃO, ADMINISTRAÇÃO DE CONTRATOS, ALMOXARIFADO, PLANEJAMENTO DE MATERIAIS, EXPEDIÇÃO E ASSISTÊNCIA TÉCNICA DE COMPONENTES DE DISTRIBUIÇÃO: VÁLVULAS DE REFLUXO, INDICADOR DE NÍVEL DE ÓLEO, DISPOSITIVO DE CONTROLE MULTIFUNCIONAL (RIS), TERMÔMETROS ANALÓGICOS E DIGITAIS, BUCHAS POLIMÉRICAS E RESINADAS DE BAIXA TENSÃO (1-72,5 KV), COMUTADORES SEM CARGA DE ALTA TENSÃO.
OFICINA TURBOCHARGING SANTOS	RUA DONA MARIA MÁXIMO, 142, PONTA DA PRAIA, 11030-100 - SANTOS/SP	REPARO, MANUTENÇÃO E VENDAS DE PEÇAS GENUÍNAS DE: TURBO ALIMENTADORES ABB.
OFICINA TURBOCHARGING RIO DE JANEIRO	RUA VINTE E QUATRO DE FEVEREIRO, 126, BONSUCESSO, 21040-300 RIO DE JANEIRO/RJ	
OFICINA TURBOCHARGING MANAUS	AV. MINISTRO MÁRIO ANDREAZZA, 880, DISTRITO INDUSTRIAL, 69075-830 - MANAUS/AM	

Certificado N°: **BR029159**

Versão: 1

Data da Revisão: 04 de Julho de 2018


Lúcia Nunes Gerente Técnica

Escritório local: Av. Alfredo Egídio de Souza Aranha, 100, Torre C, 4º Andar
Vila Cruzeiro, 04726-170 - São Paulo/SP - Brasil



Esclarecimentos adicionais a respeito do escopo deste certificado e à aplicabilidade dos requisitos do Sistema de Gerenciamento podem ser obtidos consultando a Organização.
Para verificar a validade deste certificado, telefone para +551126559001.



**ANEXO F – Declaração de garantia limitada dos produtos – módulos
fotovoltaicos KU**

LIMITED WARRANTY STATEMENT PHOTOVOLTAIC KU MODULE PRODUCTS

Effective October 1st, 2019

This Limited Warranty Statement applies only to Canadian Solar Inc. ("Canadian Solar") Ku series module products, including KuMax, KuPower, HiKu and KuBlack modules ("Products").

This Limited Warranty Statement does not apply to Products sold to and installed in Australia, Japan, and P.R. China.

TWELVE (12) YEAR LIMITED PRODUCT WARRANTY

Subject to the exclusions contained herein, Canadian Solar warrants to the original buyer (the "Buyer") of the Products that the Products shall be free from defects in materials and workmanship which have an effect on Products functionality under normal application, installation, use, and service conditions as specified in Canadian Solar's standard product documentation such as the installation manual and its annexes.

Claims under this warranty will only be accepted if the Buyer can prove that the malfunctioning or non-conformity of the Products results exclusively from defects in materials and/or workmanship under normal application, installation, use and service conditions specified in Canadian Solar's standard product documentation. This Limited Product Warranty does not warrant a specific power output of the Products, which shall be exclusively covered under the Limited Performance Warranty elaborated below.

TWENTY-FIVE (25) YEAR LIMITED PERFORMANCE WARRANTY

Canadian Solar warrants that for a period of twenty-five years the Products will maintain a level of performance as set forth below:

- During the first year, Canadian Solar warrants the actual power output of the Products will be no less than 97.5% of the labeled power output.
- From year 2 to year 25, the actual annual power decline will be no more than 0.6%; by the end of year 25, the actual power output will be no less than 83.1% of the labeled power output.

The actual power output of the Products shall be determined for verification using Standard Testing Conditions only. The actual power output measurement is either carried out by a Canadian Solar facility or by a Canadian Solar recognized third-party testing institute. Testing equipment uncertainty will be applied to all actual power output measurements.

WARRANTY EFFECTIVE DATE

The effective date of the warranties provided herein shall be the date of installation or ninety (90) days after delivery by Canadian Solar to the Buyer, whichever date is earlier.

EXCEPTIONS

The limited warranties set forth herein **DO NOT** apply to any Products: 1) for which Canadian Solar has not received all or part of the due payments from the Buyer; 2) which have been subject to negligence in transportation, handling, storage or use; 3) which have been repaired without Canadian Solar's authorization or in any way tampered with; 4) which have been subject to extraordinary salt or chemical exposure; 5) which have been subject to improper installation, application, alteration, unauthorized service, or improper system design which caused constant shading to the Products; 6) which have been subject to power failure or surges, flood, fire, direct or indirect lightning strikes, or other acts of nature; 7) which have been subject to accidental breakage, vandalism, explosions, acts of war, or other events outside Canadian Solar's control; or 8) which have been moved from its original installation location.

In addition, the limited warranties do not apply to any deterioration in the appearance of the Products (including, without limitation, any scratches, stains, rust, discoloration, or mold) or any other changes to the Products in appearance stemming from the normal wear and tear over time of product materials. Also, no warranty claim may be made if the product label, type or serial number of the applicable Products has been altered, removed or made illegible.

REMEDIES

In respect of the Twelve (12) Year Limited Product Warranty, if Canadian Solar verifies in its reasonable judgment that the Products fail to conform to the terms of the Limited Product Warranty set forth herein, Canadian Solar, at its option, will provide one of the following remedies: 1) repair the Products; 2) replace the Products with new products whose labeled power wattages equal to or exceed the Warranted Wattages of replaced Products (the Warranted Wattages is defined as the contracted power wattages of the Products minus the permissible accumulated degradation); or 3) provide a refund of the fair market value of the Products assessed based on the Warranted Wattages at the time of claim.

In respect of the Twenty-Five (25) Year Limited Performance Warranty, if Canadian Solar verifies in its reasonable judgment that the Products fail to conform to the terms of the Limited Performance Warranty set forth herein, Canadian Solar, at its option, will provide one of the following remedies: 1) repair the Products; 2) replace the Products with new products whose labeled power wattages equal to or exceed the Warranted Wattages of replaced Products; 3) provide additional Products to make up the wattage difference between the actual measured power output wattages of the Products and the Warranted Wattages; or 4) provide a refund of the fair market value of the wattage difference between the actual measured power output wattages and the Warranted Wattages.

All remedies under this limited warranty statement shall be calculated based upon the Warranted Wattages of the Products at the time of first reporting of the warranty claim.

Canadian Solar will not accept any return of Products without Canadian Solar's prior authorization. Once accepted, Canadian Solar will cover reasonable transportation costs (except for insurance, any taxes, duties, demurrages, or any other costs and expenses related to custom clearance or Buyer's failure to cooperate) for shipping the Products under a claim back from the Buyer to a designated location of Canadian Solar, and for shipping the additional, repaired or replacement Products to the original installation location. If Canadian Solar opts for repair as the remedy, Canadian Solar shall cover reasonable material and labor costs related to the repair. In any event, the costs and expenses for the removal, installation, and/or reinstallation of the Products, including fees, levies, taxes or other financial duties due in relation to any applicable electronic waste disposal regulation, shall remain with the Buyer, unless otherwise agreed to by Canadian Solar in a signed writing. Canadian Solar will not pay any cost of any fees, levies, taxes or other financial duties imposed on the remedies implemented by Canadian Solar or imposed on the Products subject to such remedies, that are due to regulatory, government or judicial decisions not existing at the time of purchase of the affected Products.

Any repair or replacement of the affected Products shall not increase the applicable warranty period. The warranty period for replaced or repaired Products is the remainder of the warranty for the affected Products. Canadian Solar reserves the right to deliver a similar product (of similar size, color, shape, and/or power output) in replacement of the affected Products if production of the affected Products is discontinued or such product is otherwise unavailable. Unless instructed by Canadian Solar otherwise, Buyer shall dispose of Products in accordance with all local applicable

regulations on electronic waste treatment and disposal at its own cost. Products having been replaced shall not be sold, reworked or reused in any way, unless expressly authorized by Canadian Solar.

EXCEPT AS OTHERWISE PROVIDED BY APPLICABLE LAW, THE FOREGOING REMEDIES STATE CANADIAN SOLAR'S SOLE AND EXCLUSIVE OBLIGATION AND THE BUYER'S SOLE AND EXCLUSIVE REMEDY FOR A BREACH OF THE FOREGOING LIMITED WARRANTIES.

CLAIM PROCESS

If the Buyer believes that it has a justified claim covered by the limited warranties set forth above, then the Buyer shall submit such claim in writing without undue delay, with supporting information including but not limited to the claimed quantity, serial numbers, purchasing invoices and proofs, to Canadian Solar within the applicable warranty period specified above to the following address, or such future address as Canadian Solar may provide from time to time:

Asia Pacific

Canadian Solar Inc.
Customer Service Department
199 Lushan Road, Suzhou New District Jiangsu
China, 215129
Tel: +86 512 66908088
E-mail: service.cn@canadiansolar.com

Europe, Middle East & Africa

Canadian Solar EMEA GmbH
Customer Service Department
Landsberger Strasse 94, 80339 Munich, Germany
Tel: +49 89 5199689 0
E-mail: service.emea@canadiansolar.com

Americas

Canadian Solar Inc.
Customer Service Department
3000 Oak Road, Ste. 400 Walnut Creek, CA 94597
Tel: +1 855 315 8915
E-mail: service.ca@canadiansolar.com

Upon receipt of such written claim, Canadian Solar may seek further verification of the Buyer's claim of a breach of one of the foregoing limited warranties.

WARRANTY ASSIGNMENT

This Limited Warranty is transferrable to a party taking legal title to the Products, provided that the Products remain installed in their original installation location.

DISPUTE RESOLUTION

In case of any dispute related to warranty claims, such dispute shall be referred to and finally resolved pursuant to the governing law clauses and dispute resolution procedures under the purchase agreement between the Buyer and Canadian Solar.

NOT INDEPENDENT WARRANTIES

The Buyer has the right to pursue claims under each of the warranties set forth above; provided that if claims arise under multiple limited warranties from a single defect, then if Canadian Solar remedies that defect as set forth above, Canadian Solar shall be deemed to have resolved all applicable warranty claims arising from that defect.

DISCLAIMERS

THE LIMITED WARRANTIES SET FORTH HEREIN ARE IN LIEU OF AND EXCLUDE ALL OTHER EXPRESS OR IMPLIED WARRANTIES, INCLUDING BUT NOT LIMITED TO WARRANTIES OF MERCHANTABILITY AND FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE OR APPLICATION, AND ALL OTHER OBLIGATIONS ON THE PART OF CANADIAN SOLAR UNLESS SUCH OTHER WARRANTIES AND OBLIGATIONS ARE AGREED TO IN WRITING BY CANADIAN SOLAR. SOME JURISDICTIONS LIMIT OR DO NOT PERMIT DISCLAIMERS OF WARRANTY, SO THIS PROVISION MAY NOT APPLY TO THE BUYER IN SUCH JURISDICTIONS.

LIMITATION OF LIABILITY

TO THE MAXIMUM EXTENT PERMITTED BY APPLICABLE LAW, CANADIAN SOLAR HEREBY DISCLAIMS, AND SHALL HAVE NO RESPONSIBILITY OR LIABILITY WHATSOEVER FOR, DAMAGE OR INJURY TO PERSONS OR PROPERTY OR FOR OTHER LOSS OR INJURY RESULTING FROM ANY CAUSE WHATSOEVER ARISING OUT OF OR RELATED TO ANY OF ITS PRODUCTS OR THEIR USE. TO THE MAXIMUM EXTENT PERMITTED BY APPLICABLE LAW, UNDER NO CIRCUMSTANCES SHALL CANADIAN SOLAR BE LIABLE TO THE BUYER, OR TO ANY THIRD PARTY CLAIMING THROUGH OR UNDER THE BUYER, FOR ANY LOST PROFITS, LOSS OF USE, OR EQUIPMENT DOWNTIME, OR FOR ANY INCIDENTAL, CONSEQUENTIAL OR SPECIAL DAMAGES OF ANY KIND, HOWSOEVER ARISING, RELATED TO THE PRODUCTS, EVEN IF CANADIAN SOLAR HAS BEEN ADVISED OF THE POSSIBILITY OF SUCH DAMAGES.

TO THE MAXIMUM EXTENT PERMITTED BY APPLICABLE LAW, CANADIAN SOLAR'S AGGREGATE LIABILITY, IF ANY, IN DAMAGES OR OTHERWISE, SHALL NOT EXCEED THE PURCHASE PRICE PAID TO CANADIAN SOLAR BY THE BUYER FOR THE PRODUCT IN THE CASE OF A WARRANTY CLAIM.

THE BUYER ACKNOWLEDGES THAT THE FOREGOING LIMITATIONS OF LIABILITY ARE AN ESSENTIAL ELEMENT OF THE AGREEMENT BETWEEN THE PARTIES AND THAT IN THE ABSENCE OF SUCH LIMITATIONS THE PURCHASE PRICE OF THE PRODUCTS WOULD BE SUBSTANTIALLY DIFFERENT. SOME JURISDICTIONS LIMIT OR DO NOT PERMIT DISCLAIMERS OF LIABILITY, SO THIS PROVISION MAY NOT APPLY TO THE BUYER IN SUCH JURISDICTIONS. SOME JURISDICTIONS DO NOT ALLOW LIMITATIONS ON THE EXCLUSION OF DAMAGES SO THE ABOVE LIMITATIONS OR EXCLUSIONS MAY NOT APPLY TO THE BUYER IN SUCH JURISDICTIONS.

YOU MAY HAVE SPECIFIC LEGAL RIGHTS OUTSIDE THIS WARRANTY, AND YOU MAY ALSO HAVE OTHER RIGHTS THAT VARY FROM STATE TO STATE OR COUNTRY TO COUNTRY. THIS LIMITED WARRANTY DOES NOT AFFECT ANY ADDITIONAL RIGHTS YOU HAVE UNDER LAWS IN YOUR JURISDICTION GOVERNING THE SALE OF CONSUMER GOODS. SOME STATES OR COUNTRIES DO NOT ALLOW THE EXCLUSION OR LIMITATION OF INCIDENTAL OR CONSEQUENTIAL DAMAGES, SO THE LIMITATIONS OR EXCLUSIONS IN THIS LIMITED WARRANTY STATEMENT MAY NOT APPLY TO YOU IN THOSE AREAS.

NOTE

In the event of any inconsistency among different language versions of this warranty statement, the English version shall prevail. For Products covered by Canadian Solar's limited warranty, please refer to our product lists published on our website at: <https://www.canadiansolar.com/downloads> as such list is updated from time to time. The installation and handling of PV Products requires professional skills and should only be performed by qualified professionals. Please read the safety and installation instructions before using the Products.