



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ**  
**CENTRO DE TECNOLOGIA**  
**DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELÉTRICA**  
**CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA ELÉTRICA**

**ARTHUR LUCAS BEZERRA DE MACÊDO**

**DIMENSIONAMENTO E VIABILIDADE FINANCEIRA DE UM SISTEMA  
FOTOVOLTAICO PARA ALIMENTAR UMA FROTA DE VEÍCULOS ELÉTRICOS  
DE UM CENTRO DE DISTRIBUIÇÃO EM FORTALEZA.**

**FORTALEZA**

**2023**

ARTHUR LUCAS BEZERRA DE MACÊDO

DIMENSIONAMENTO E VIABILIDADE FINANCEIRA DE UM SISTEMA  
FOTOVOLTAICO PARA ALIMENTAR UMA FROTA DE VEÍCULOS ELÉTRICOS DE  
UM CENTRO DE DISTRIBUIÇÃO EM FORTALEZA.

Monografia apresentada ao  
Programa de Graduação em Engenharia  
Elétrica da Universidade Federal do Ceará,  
como requisito parcial à obtenção do título de  
Bacharel em Engenharia Elétrica.

Orientador: Prof. Dr. Raphael  
Amaral da Câmara.

FORTALEZA

2023

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação  
Universidade Federal do Ceará  
Sistema de Bibliotecas  
Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

---

M119d Macêdo, Arthur Lucas Bezerra de.

Dimensionamento e viabilidade financeira de um sistema fotovoltaico para alimentar uma frota de veículos elétricos de um centro de distribuição em Fortaleza / Arthur Lucas Bezerra de Macêdo. – 2023. 42 f. : il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Tecnologia, Curso de Engenharia Elétrica, Fortaleza, 2023.

Orientação: Prof. Dr. Raphael Amaral da Câmara.

1. Geração solar. 2. Sistema fotovoltaico. 3. Análise financeira. 4. Valor presente líquido. 5. Veículos elétricos. I. Título.

CDD 621.3

---

ARTHUR LUCAS BEZERRA DE MACÊDO

DIMENSIONAMENTO E VIABILIDADE FINANCEIRA DE UM SISTEMA  
FOTOVOLTAICO PARA ALIMENTAR UMA FROTA DE VEÍCULOS ELÉTRICOS DE  
UM CENTRO DE DISTRIBUIÇÃO EM FORTALEZA.

Monografia apresentada ao  
Programa de Graduação em Engenharia  
Elétrica da Universidade Federal do Ceará,  
como requisito parcial à obtenção do título de  
Bacharel em Engenharia Elétrica.

Aprovada em: 07/12/2023.

BANCA EXAMINADORA

---

Prof. Dr. Raphael Amaral da Câmara (Orientador)  
Universidade Federal do Ceará (UFC)

---

Prof. Dr. Paulo Carvalho  
Universidade Federal do Ceará (UFC)

---

Eng. Bruno Luiz Faustino  
Mestrando (UFC)

Aos meus pais, Paula e Roberto.

## **AGRADECIMENTOS**

À minha família, em especial meus pais Paula e Roberto, minha irmã Bia e minhas avós Isinha e Mariquinha por sempre acreditarem em mim.

Aos meus amigos de infância por sempre estarem ao meu lado dividindo alegrias, tristezas e ensinamentos.

Aos colegas de curso que hoje posso chamar de amigos e que irei levar para a vida toda, em especial Bruno, Ícaro e Levi.

À minha companheira Alice, que sempre acreditou em mim e me incentivou a nunca desistir.

Aos professores e funcionários do DEE, em especial à secretária Adely, Prof. Dr. Raphael Amaral, Prof. Dr. Paulo Praça, Profª. Dra. Ruth Leão e ao Prof. Dr. Wilkley Correa por toda ajuda e ensinamentos passados durante essa jornada.

À toda turma do PETEE, que sempre se mostraram disponíveis e dispostos a ajudar, em especial aos amigos Bruno Faustino, Wesley Barata e Jessica Feitosa.

Ao Prof. Dr. Raphael Amaral, pela orientação, apoio e auxílio durante toda a confecção deste trabalho.

À banca que se disponibilizou para avaliar meu trabalho e me ajudou a aprimorá-lo, Prof. Dr. Raphael Amaral, Prof. Dr. Paulo Carvalho e Eng. Bruno Faustino.

*“Eu sou a continuação de um sonho  
Da minha mãe do meu pai  
De todos que vieram antes de mim  
Eu sou a continuação de um sonho  
Da minha vó, do meu vô  
Quem sangrou pra gente poder sorrir”*

*BK*

## RESUMO

O estado do Ceará tem potencial de geração de energia fotovoltaica (FV) trinta vezes maior que a oferta interna bruta do Brasil no ano de 2018, a média diária de irradiação solar no estado é de, aproximadamente, 5,48kWh/m<sup>2</sup>/dia. Ou seja, a disponibilidade de energia FV é enorme, e muito vantajosa tanto financeira, como ambientalmente. Tendo em vista essas questões fundamentais, esse trabalho foi realizado para dimensionar e verificar a viabilidade financeira de um sistema FV complementar utilizado para alimentar uma frota de veículos elétricos, na cidade de Fortaleza-CE, a serviço de uma cervejaria, transportando produtos e fazendo entregas. A metodologia utilizada durante o desenvolvimento do estudo consistiu em levantar os dados da frota, como marca dos veículos, consumo de energia, e quantidade de quilômetros rodados por dia, a fim de dimensionar a potência necessária para abastecê-la e os custos necessários para adquirir e instalar os painéis, a empresa já conta com carregadores ligados diretamente na energia da concessionária, então dimensionamento de banco de baterias não será abordado nesse trabalho. Questões sobre economia com manutenção e custo da frota serão desconsiderados pois os veículos já foram adquiridos previamente. Utilizando os valores calculados, tem-se o valor economizado mensalmente com a implementação do sistema e, assim, podem-se calcular os indicadores financeiros, no caso o Valor Presente Líquido (VPL), o *Payback* Simples e o *ROI*, a fim de atestar a viabilidade financeira do empreendimento e em quanto tempo se torna rentável para a empresa.

**Palavras-chave:** Geração Solar; Sistema Fotovoltaico; Análise Financeira; Valor Presente Líquido, Veículos Elétricos.



## ABSTRACT

The state of Ceará has the potential for photovoltaic (PV) energy generation thirty times greater than the gross internal supply of Brazil in the year 2018. The daily average solar irradiation in the state is approximately 5.48 kWh/m<sup>2</sup>/day. In other words, the availability of PV energy is enormous and highly advantageous both financially and environmentally. Considering these fundamental issues, this work was carried out to size and assess the financial viability of a complementary PV system used to power a fleet of electric vehicles in the city of Fortaleza, Ceará, serving a brewery, transporting products, and making deliveries. The methodology used during the study's development involved gathering fleet data such as vehicle make, energy consumption, and daily mileage to size the necessary power to fuel it and the costs required to acquire and install the panels. The company already has chargers connected directly to the grid, so the sizing of a battery bank will not be addressed in this work. Issues related to fleet maintenance and cost savings will be disregarded as the vehicles have already been acquired beforehand. Using the calculated values, the monthly savings with the system's implementation can be determined, and thus, financial indicators such as Net Present Value (NPV), Simple Payback, and Return on Investment (ROI) can be calculated to ascertain the financial viability of the project and determine how long it takes for the company to make a profit. **Keywords:** Solar Generation; Photovoltaic System; Financial Analysis, Net Present Value, Electric Vehicles.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Componentes da irradiação solar .....	20
Figura 2 – Módulo FV Monocristalino.....	21
Figura 3 – Módulo FV Policristalino.....	21
Figura 4 – Curva I-V e P-V do módulo FV CS3W-435MS .....	22
Figura 5 – Microinversor Hoymiles, modelo HMS-1800-4T .....	23
Figura 6 – Inversor convencional, modelo MIN6000TL-X .....	24
Figura 7 – Instalação de trilhos em telhado colonial.....	25
Figura 8 – Instalação de estruturas em solo.....	25
Figura 9 – Participação dos veículos elétricos nas vendas em 2030.....	26
Figura 10 – JAC iEV1200T.....	29

## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Ranking Estadual de Potência Instalada de GD.....	16
Gráfico 2 – Ranking Municipal de Potência Instalada de GD.....	16
Gráfico 3 – Projeção de crescimento da capacidade instalada de GD.....	17
Gráfico 4 – <i>Payback</i> Simples.....	37

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Proteções presentes no inversor .....	24
Tabela 2 – Média de distância percorrida por veículo.....	29
Tabela 3 – Estimativa de energia elétrica gerada em 12 meses.....	31
Tabela 4 – Valores do Sistema FV .....	32
Tabela 5 – Economia anual prevista .....	33
Tabela 6 – Geração prevista e economia em 10 anos .....	34
Tabela 7 – Valores anuais acumulados do investimento.....	35
Tabela 8 – <i>Payback</i> Simples.....	37

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABSOLAR	Associação Brasileira de Energia Solar
ANEEL	Agência Nacional de Energia Elétrica
BEN	Balanco Energético Nacional
CA	Corrente Alternada
CC	Corrente Contínua
CE	Ceará
	Centro de Referência para Energia Solar e Eólica Sérgio de Salvo
CRESESB	Brito
c-Si	Silício Cristalino
EPE	Empresa de Pesquisa Energética
FV	Fotovoltaico
GD	Geração Distribuída
m-Si	Silício Monocristalino
p-Si	Silício Policristalino
REN	Resolução Normativa
Si	Silício
TE	Tarifa de Energia
TMA	Taxa Mínima de Atratividade
UC	Unidade Consumidora
VPL	Valor Presente Líquido
ROI	<i>Return of Investment</i>

## SUMÁRIO

1	Introdução.....	15
1.1	Contexto .....	15
1.2	Objetivos.....	18
1.2.1	Objetivo Geral .....	18
1.2.1	Objetivos Específicos .....	18
1.3	Estrutura do Trabalho.....	18
2	Referencial Teórico .....	19
2.1	Energia Solar.....	19
2.2	O Sistema Fotovoltaico .....	20
2.2.1	Módulo Fotovoltaico .....	20
2.2.2	Inversor.....	23
2.2.3	Proteções e Estruturas .....	24
2.3	Veículos Elétricos.....	26
2.4	Indicadores Financeiros.....	26
2.4.1	Valor Presente Líquido (VPL) .....	26
2.4.2	<i>Payback</i> Simples .....	28
2.4.3	<i>ROI</i> (Return of Investment) .....	28
3	Dimensionamento do Sistema .....	29
3.1	Características da Frota .....	29
3.2	Consumo da Frota .....	30
3.3	Dimensionamento dos Módulos FV .....	31
4	Análise Financeira.....	33
4.1	Dados do Projeto .....	33
4.2	Cálculo de VPL .....	36
4.3	Cálculo do <i>Payback</i> Simples .....	37
4.4	Cálculo do <i>ROI</i> .....	38
5	Conclusão .....	39
	Sugestão de Trabalhos Futuros .....	40
	Referências .....	41

## 1 INTRODUÇÃO

Esse capítulo apresenta a motivação, enfatizando o contexto das energias renováveis, principalmente a energia FV no Brasil e no Ceará, também é apresentado o objetivo do trabalho e seus objetivos específicos, e por fim, sua estrutura, dividindo e detalhando os capítulos.

### 1.1 Contexto

Cada vez mais, as fontes complementares de energia são necessárias, devido a demanda crescente de energia e à preocupação ambiental, tanto em nível doméstico como industrial. De acordo com o Balanço Energético Nacional (BEN – Relatório Final 2023, EPE), no Brasil, durante o ano de 2022 foram gerados 677,1 TWh de energia elétrica, 3% acima do ano anterior. É importante salientar que desses, 61,9% são de origem hidráulica, 11,8% de origem eólica e 4,4% origem fotovoltaica.

Comparado ao ano anterior, é possível observar um crescimento considerável na geração de energia solar fotovoltaica. Em 2022 foram gerados 29,79 TWh cerca de 51% a mais do que 2021 (19,73 TWh). Uma das razões para esse interesse em sistemas fotovoltaicos ter aumentado foi o crescente acionamento das usinas termelétricas do país devido à escassez hídrica e, conseqüentemente, aumento na conta de energia elétrica. Além disso o fator ambiental também é um fator importante para a adoção dos sistemas fotovoltaicos de micro/minigeração distribuída.

A ANEEL regulamenta as modalidades de Geração Distribuída (GD) através da Resolução Normativa 482 (REN 482/2012), e sua revisão de 2015, em conjunto com as normas de cada concessionária de energia pelo país. Todo sistema de GD é regido por essas normas nacionais e regionais. Em janeiro de 2022, foi lançada a lei 14.300/22, a qual define o marco legal da geração distribuída. Entretanto essa lei só entrou em vigor após o desenvolvimento desse trabalho, sendo assim, desconsiderada.

Como qualquer tecnologia, ao se desenvolver cada vez mais, a geração FV se torna mais eficiente e acessível ao público doméstico e industrial, se tornando um investimento cada vez mais rentável.

No Gráfico 1, que tem como fonte a Associação Brasileira de Energia Solar (ABSOLAR, 2023), tem-se o ranking estadual de potência instalada, onde pode-se observar que o Ceará se tornou o 11º estado brasileiro com mais potência instalada de geração

fotovoltaica em 2023, com 788,3 MW, atingindo o número de 32 mil conexões de geração própria.

Gráfico 1 – Ranking Estadual de Potência Instalada de GD



Fonte: ANEEL/ABSOLAR 2023.

No Gráfico 2, tem-se o ranking de potência instalada dos municípios do Brasil, onde pode-se notar Fortaleza na sétima posição.

Gráfico 2 – Ranking Municipal de Potência Instalada de GD



Fonte: ANEEL/ABSOLAR 2023.

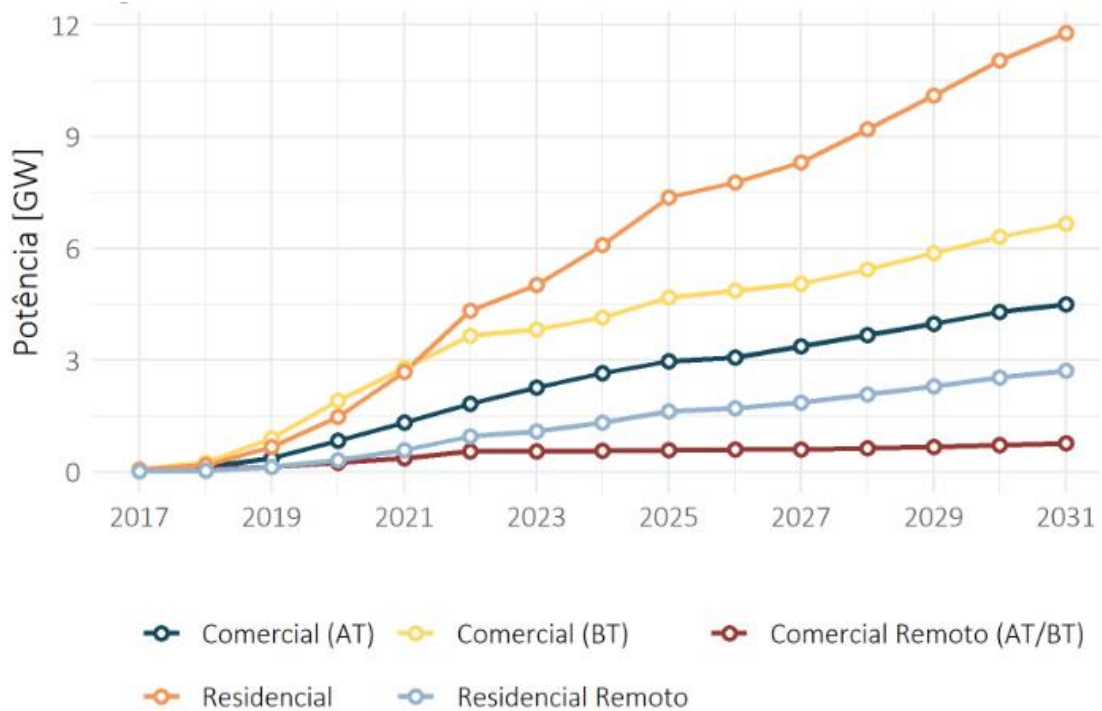


Devido ao aumento constante do consumo de energia elétrica, principalmente no âmbito comercial e industrial e ao crescente desenvolvimento de tecnologias de micro e minigeração, em a especial geração FV, garantindo uma maior acessibilidade, é esperado que esse tipo de geração se desenvolva e seu uso se faça mais cada vez mais presente.

A Empresa de Pesquisa Energética (EPE), em 2021, produziu um Plano Decenal de Expansão de Energia, ou seja, um plano de 10 anos (2021-2031) onde é estimado o crescimento da capacidade de geração distribuída instalada no Brasil, dividido entre potência residencial e comercial.

No Gráfico 3 tem-se a projeção de crescimento da capacidade instalada de GD nos próximos anos (2021-2031) realizado pela Empresa de Pesquisa Energética (EPE).

Gráfico 3 – Projeção de crescimento da capacidade instalada de GD



Fonte: Plano Decenal de Expansão de Energia 2031, EPE – 2021.

Assim, esse trabalho irá abordar o dimensionamento e a viabilidade financeira de um projeto de minigeração para consumo próprio de uma cervejaria em Fortaleza, a fim de alimentar uma frota de veículos elétricos e conseqüentemente, trazer economia para a empresa.

## 1.2 Objetivos

### 1.2.1 Objetivo Geral

Este trabalho tem como objetivo dimensionar e analisar a viabilidade financeira de um sistema de geração FV utilizado para alimentar uma frota de veículos elétricos de uma cervejaria em Fortaleza-CE.

### 1.2.2 Objetivos Específicos

Temos, como objetivos específicos:

- Apresentar um breve referencial teórico sobre energia solar e carros elétricos;
- Dimensionar e precificar o sistema de acordo com o consumo da frota;
- Calcular os indicadores financeiros de interesse, sendo eles o VPL e *Payback*;
- Analisar os indicadores, atestando a viabilidade financeira do investimento.

## 1.3 Estrutura do trabalho

O presente trabalho é dividido em 4 capítulos, que são divididos da seguinte forma:

O Capítulo 1 introduz o contexto energético brasileiro, além de apresentar os objetivos do trabalho e como foi estruturado.

O Capítulo 2 apresenta o referencial teórico, tratando do dimensionamento dos sistemas FV, como os dados foram obtidos e quais os parâmetros utilizados.

O Capítulo 3 apresenta os cálculos do dimensionamento, os gastos que serão necessários e a análise de viabilidade econômica do investimento.

Os Capítulos 4 e 5 apresentam os resultados e a conclusão do trabalho, sendo possível analisar os indicadores referentes ao sistema FV em questão.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

Nesse capítulo será apresentado o referencial teórico do trabalho, onde é detalhado tópicos como Geração FV, e uma breve explicação desse fenômeno, detalha-se também o Sistema FV, e suas partes principais: painéis, inversores e sistemas de proteção, o capítulo também aborda a atual conjuntura do mercado de veículos elétricos no Brasil e no Mundo e apresenta os indicadores financeiros que serão utilizados nos cálculos de viabilidade.

### 2.1 Energia Solar

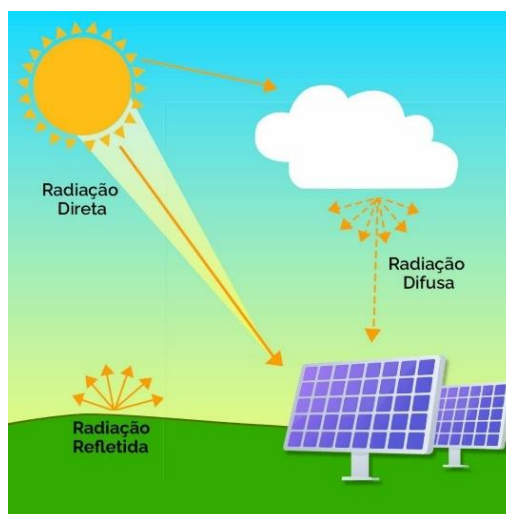
A geração de energia elétrica a partir da energia solar é realizada através da projeção de fótons (energia luminosa) do sol em materiais semicondutores, em especial o Silício (Si), esse efeito é chamado de efeito fotovoltaico. Ao receber o contato direto dos fótons, os materiais semicondutores, por sua característica intrínseca referente às bandas de energia, têm seus elétrons da camada de valência excitados à camada de condução, gerando assim uma tensão elétrica sobre o semicondutor, como visto pela primeira vez por Edmond Becquerel, em 1839, utilizando células eletrolíticas.

Os fótons que excitam os materiais semicondutores têm sua origem na radiação solar, a fonte de energia da geração FV. Essa radiação é dividida em alguns componentes, listados a seguir:

- Irradiação Direta: a parcela da irradiação solar que chega diretamente à superfície terrestre, sem sofrer nenhum tipo de interação.
- Irradiação Difusa: fração da irradiação solar que atravessa a atmosfera sendo difundida por nuvens ou outros constituintes atmosféricos;
- Irradiação Refletida (Albedo): é a parcela da luz solar proveniente da reflexão dos objetos circundantes no solo, edifícios etc.;

Na Figura 1 tem-se a representação gráfica dos componentes da irradiação solar e suas origens.

Figura 1 – Componentes da irradiação solar



Fonte: SP Física.

Portanto o equipamento feito com células de silício é necessário para a captação dessa radiação e, por meio do efeito FV, gerar energia elétrica.

## 2.2 O Sistema Fotovoltaico

Um sistema FV é composto por diversos equipamentos além do módulo solar, pois é necessário fazer, além da captação e conversão da energia, o armazenamento ou, no caso do sistema deste trabalho, a injeção da energia na rede da concessionária. Esses equipamentos são adquiridos em conjunto quando é comprado um Sistema FV e merecem atenção tanto por seu valor, como por sua importância para o sistema em si.

### 2.2.1 Módulo Fotovoltaico

O responsável por captar a radiação solar e convertê-la em energia elétrica através do efeito fotovoltaico. O módulo consiste em várias células de material semicondutor, normalmente o silício cristalino (c-Si), conectadas entre si. Os módulos cristalinos podem ser classificados de acordo com o tipo das suas células, são dois tipos: monocristalinos (m-Si) ou policristalinos (p-Si), a diferença entre os dois pode ser vista na eficiência e no custo, enquanto o módulo monocristalino é mais eficiente, cerca de 15% a 22%, e mais caro, o módulo policristalino tem uma menor eficiência, 14% a 20% e menor custo.

Na Figura 2 tem-se a representação do módulo monocristalino (m-Si).

Figura 2 – Módulo FV Monocristalino



Fonte: Portal Solar.

Na Figura 3 tem-se a representação do módulo policristalino (p-Si).

Figura 3 – Módulo FV Policristalino



Fonte: Portal Solar.

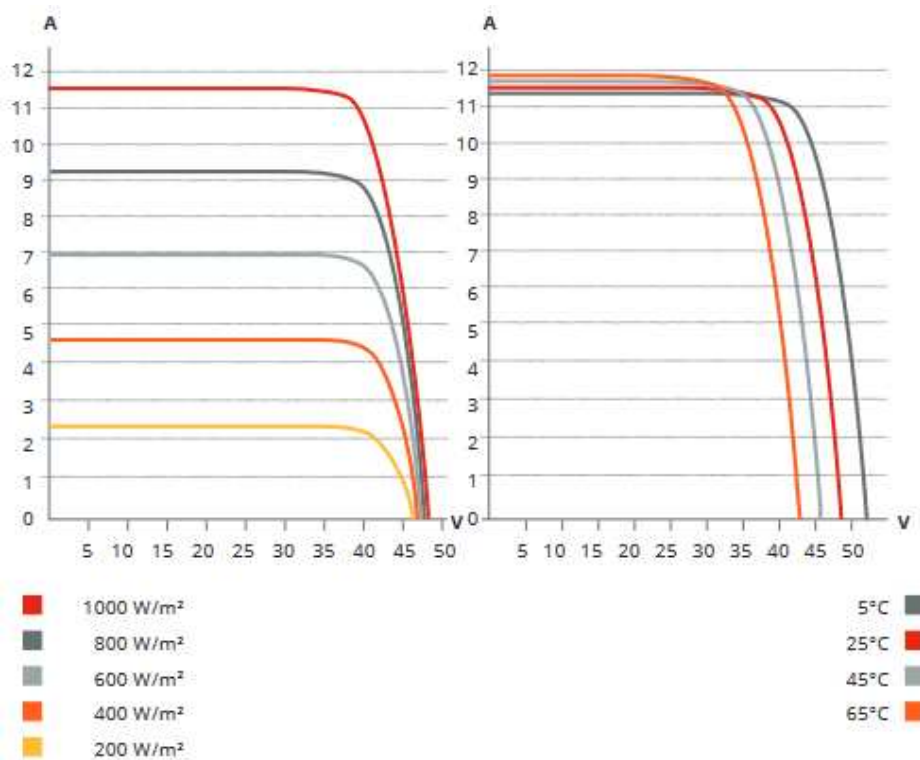
Ao receberem irradiação solar, os módulos FV geram corrente contínua, por isso não podem ser injetadas diretamente na rede elétrica da concessionária, a qual opera em corrente alternada. Logo, é necessário a utilização de um equipamento para realizar a conversão CC-CA, o inversor.

Para um dimensionamento adequado de um sistema solar FV é necessário analisar os dados e as características do módulo que será instalado, pois além de maximizar sua eficiência, os outros aparelhos do sistema precisam ser compatíveis com o próprio módulo.

As principais características analisadas ao se adquirir um módulo FV são: fabricante, potência nominal, tensão máxima de potência ( $V_{mp}$ ), tensão de circuito aberto ( $V_{oc}$ ) e corrente máxima de potência ( $I_{mp}$ ). Normalmente essas características são mais bem relacionadas por meio de curvas, principalmente as curvas I-V e P-V, que relacionam corrente com tensão e potência com tensão, sendo possível assim, determinar a condição máxima de potência (PINHO; GALDINO, 2014), garantindo ótima eficiência do módulo e do sistema.

Um exemplo dessas curvas é visto na Figura 4, que se refere às curvas I-V e P-V do modelo CS3W-435MS, da fabricante Canadian Solar (Canadian Solar, 2019).

Figura 4 – Curva I-V e P-V do módulo FV CS3W-435MS



Fonte: Canadian Solar.

### 2.2.2 Inversor

Outra parte indispensável para um sistema FV é o inversor, um equipamento responsável por receber o sinal da corrente contínua gerado pelos módulos e convertê-los para corrente alternada a fim de ser injetada na rede elétrica da concessionária. Existem dois principais tipos de inversores atualmente no mercado, os Microinversores e os Inversores convencionais (Portal Solar, 2022).

Os microinversores são dispositivos que têm as mesmas funções dos inversores, realizam a conversão do sinal de corrente contínua para corrente alternada, esses dispositivos conseguem operar com uma maior eficiência, que os inversores convencionais, entretanto, existem alguns *trade-offs* importantes a ser mencionados, por ter uma eficiência maior, os microinversores são mais caros, além de não permitir uma ligação tão livre de dispositivos em série, em comparação com o inversor convencional, sendo limitado para uso à usinas fotovoltaicas de pequeno porte.

Os inversores convencionais são os mais amplamente utilizados, pois, apesar de serem menos eficientes, podem ser mais facilmente ligados em série e são mais baratos, por isso são comumente utilizados para instalações de usinas FV. No caso estudado por esse trabalho, será utilizado um ASW 20K LT-G2-Pro da fabricante Solplanet.

A Figura 5 mostra um microinversor da fabricante Hoymiles, modelo HMS-1800-4T (Hoymiles, 2021).

Figura 5 – Microinversor Hoymiles, modelo HMS-1800-4T



Fonte: Genyx Solar Power.

Já a Figura 6 mostra o inversor convencional utilizado no trabalho, modelo ASW 20K LT-G2-Pro, de 20 kW da fabricante Solplanet. (Solplanet Brasil, 2022)

Figura 6 – Inversor convencional, modelo ASW 20K LT-G2-Pro.



Fonte: Solplanet, 2022.

### 2.2.3 Proteções e Estruturas

Normalmente as proteções dos sistemas FV são feitas principalmente no próprio inversor e, em alguns casos, são usados dispositivos chamados String Box, que protegem, em especial contra surtos, o próprio inversor.

Na Tabela 1, podem ser vistos alguns tipos de proteções presentes em um inversor da fabricante Solplanet, modelo ASW 20K LT-G2-Pro (Solplanet, Brasil, 2021).

Tabela 1 – Proteções presentes no inversor

<b>Dispositivos de proteção – Solplanet ASW 20K LT-G2-Pro</b>	
Proteção de polaridade reversa de CC	Sim
Interruptor CC	Sim
Proteção sobretensão CC	Tipo III
Monitoramento de resistência de isolamento	Sim
Proteção de sobretensão CA	Tipo III
Proteção contra curto-circuito CA	Sim
Monitoramento de falta à terra	Sim
Monitoramento de grade	Sim
Proteção anti-ilhamento	Sim
Unidade de monitoramento do corrente residual	Sim

Fonte: Growatt Brasil, 2020



Além disso, existem, também, dispositivos de proteção que são usados no lado CA do sistema, realizando a proteção termomagnética do circuito inversor e contra surtos (DPS's).

Os módulos são mais comumente fixados, em instalações residenciais de pequeno porte, no telhado do empreendimento, em cima de trilhos que são fixos diretamente nas linhas de madeira que sustentam o próprio telhado. Em alguns casos, onde é necessária uma maior potência, os módulos podem ser fixados no chão, utilizando estruturas de concreto que suportam os painéis, como mostra a Figura 8.

A Figura 7 mostra um modelo de fixação comum em telhados residenciais, em cima de trilhos.

Figura 7 – Instalação de trilhos em telhado colonial



Fonte: Próprio Autor.

A Figura 8 mostra uma instalação utilizando estruturas de concreto fixadas no chão.

Figura 8 – Instalação de estruturas em solo



Fonte: Domus Solar.

## 2.3 Veículos Elétricos

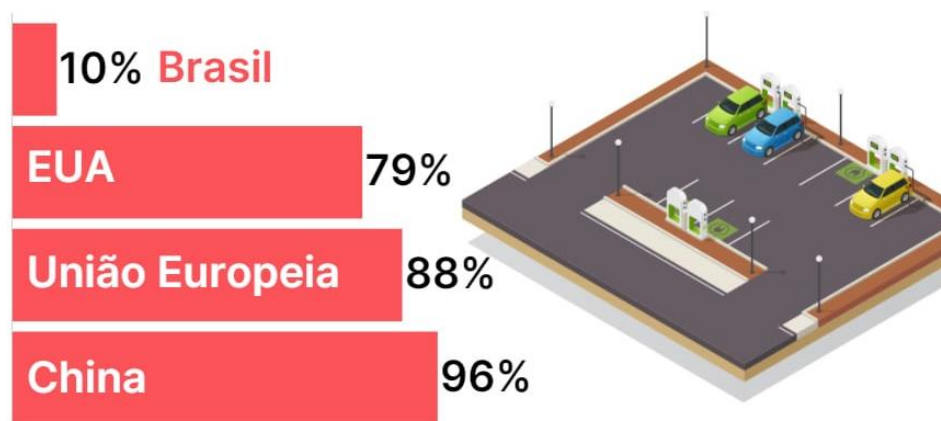
Segundo a Associação Brasileira do Veículo Elétrico (ABVE), em outubro de 2023 as vendas de veículos leves eletrificados tiveram o melhor mês desde a criação da ABVE, com 9.537 unidades vendidas. Com esse resultado, o ano de 2023 já superou o anterior em 73%, vendendo até o momento, 67.047 veículos. Também em 2023 o país supera a venda recorde de veículos 100% elétricos à bateria (BEV), sendo 2.370 vendidos apenas em outubro, e pela primeira vez alcançando maioria da participação de mercado, com 50,6%.

Além do visível crescimento da frota brasileira de veículos parcial ou totalmente elétricos, também é possível observar o crescimento da infraestrutura de recarga pública e semipública. Segundo estimativas, ao final de 2023 o Brasil terá cerca de 4 mil eletropostos e, ao final de 2025 serão mais de 10 mil estações de carga por todo o país.

A ampliação da oferta de carros elétricos no Brasil já se aproxima do mercado europeu, o qual oferece entre 150 e 200 modelos de veículos elétricos plug-in. Em 2023, de janeiro a outubro, já são 128 modelos diferentes de veículos eletrificados leves (híbridos e elétricos plug-in) produzidos por 42 empresas.

Apesar do crescimento, em perspectiva o país ainda está um passo atrás dos grandes centros mundiais como China, União Europeia e Estados Unidos. Segundo estimativas, em 2030 o Brasil estará apenas com 10% das vendas sendo de veículos elétricos, como mostra a Figura 9.

Figura 9 – Participação dos veículos elétricos nas vendas em 2030



Fonte: Boston Consulting Group, ABVE.

## 2.4 Indicadores financeiros

Para realizar a análise financeira do investimento no sistema FV é necessário utilizar alguns indicadores, sendo eles o Valor Presente Líquido (VPL), o *Payback* Simples e o *ROI* (*Return Of Investment*). Como esse tipo de investimento normalmente tem um médio ou longo prazo, primeiramente são feitos os cálculos desses indicadores para, em seguida, verificar a viabilidade financeira do investimento.

### 2.4.1 Valor Presente Líquido (VPL)

O VPL é um indicador fundamental para estimar o quão lucrativo será um investimento. O VPL leva em consideração os fluxos de caixa previstos considerando a Taxa Mínima de Atratividade (TMA), que representa a taxa mínima que o investidor deve ganhar ao aplicar seus recursos (Pilão e Hummel, 2013). O cálculo do VPL tem como base o princípio de que dinheiro perde valor com o tempo, assim, para calcular o retorno de um investimento é necessário analisar os fluxos de caixas previstos para o futuro ajustando as taxas de juros, fazendo um cálculo de quanto retorno esse investimento daria na data presente. De posse dos valores de fluxo de caixa na data atual, conseguimos comparar com o investimento inicial e estimar o quão lucrativo será o investimento ao longo de certo período. Para calcular o VPL nesse trabalho foi utilizada a função “VPL” da ferramenta de planilhas da *Microsoft*, Excel.

A equação (1) define o cálculo do VPL (Horngren et al., 2000).

$$VPL = \sum_{t=1}^n \frac{FC_t}{(1+k)^t} - I \quad (1)$$

Sendo:

FC<sub>t</sub>: Fluxo de caixa no t-ésimo período, em R\$;

I: Investimento inicial, em R\$;

k: Taxa Mínima de Atratividade (TMA), em %;

t: quantidade de tempo analisada, normalmente dada em anos.

Com o cálculo feito, o valor de VPL deve ser analisado. Caso o resultado do VPL seja positivo, o projeto é economicamente viável.

### 2.4.2 *Payback* Simples

O *Payback* Simples é o principal indicador financeiro na análise do investimento abordado nesse trabalho, pois ele estima o tempo necessário até o empreendimento retornar ao investidor os rendimentos necessários para igualar o valor do capital inicial aplicado. Ou seja, quanto menor esse indicador, mais rápido o investidor irá recuperar o valor aplicado inicialmente e mais rápido seu empreendimento renderá lucro líquido.

A equação (2) define o cálculo do *Payback* simples (Remer e Nieto, 1995).

$$PBS = N - 1 + \left[ \frac{FC_N - S_N}{FC_N} \right] \quad (2)$$

Sendo:

N: Número do período em que o sinal do saldo se torna positivo;

FC<sub>N</sub>: Valor do fluxo de caixa do período em que o sinal do saldo se torna positivo;

S<sub>N</sub>: Valor do saldo no período em que o sinal do saldo se torna positivo.

### 2.4.3 *ROI (Return of Investment)*

O *ROI*, ou Retorno Sobre Investimento, é uma métrica muito utilizada para saber, em porcentagem, o retorno financeiro do investimento, em relação ao valor final do próprio. O *ROI* pode ser positivo ou negativo, indicando respectivamente lucro ou prejuízo ao investidor.

A equação (2) define o cálculo do *ROI* (Gideon Gartner, 1977).

$$ROI(\%) = \frac{\text{Ganho Obtido} - \text{Valor investido}}{\text{Valor investido}} \quad (2)$$

### 3 DIMENSIONAMENTO DO SISTEMA FV

O capítulo atual apresenta os dados e cálculos utilizados para dimensionar o sistema FV. Esse dimensionamento leva em consideração os dados de irradiação média solar do local, a eficiência dos painéis e outros aparelhos do sistema em si, e o consumo médio de energia pela frota.

#### 3.1 Características da Frota

A frota é composta por 9 (nove) veículos elétricos comerciais do modelo iEV1200T, fabricado pela JAC Motors, o qual possui uma autonomia de 200 km, podendo chegar a 240 km se utilizado de maneira eficiente, sua bateria tem 97 kWh de capacidade. Segundo a fabricante, o custo do consumo de energia elétrica do veículo é de R\$ 25,00 a cada 100 km. O JAC iEV1200T pode ser visto na Figura 9.

Figura 9 – JAC iEV1200T



Fonte: [JAC Motors Brasil - Grupo SHC](#).

### 3.2 Consumo da Frota

Utilizando a base de dados disponível é possível saber qual a distância percorrida por cada veículo durante o período de 1 mês. A Tabela 2 mostra a média de cada veículo, bem como o total de quilômetros percorridos pela frota no período de um mês.

Tabela 2 – Média de distância percorrida por veículo

PLACA	DISTÂNCIA (MÊS)
R**7E31	563,22
R**5F28	859,65
R**5E19	191,28
R**5D98	760,85
R**5D95	724,45
R**5D91	268,53
R**5F51	431,59
R**5F45	423,64
R**5F34	703,27
<b>Total</b>	<b>4926,48</b>

Fonte: Base de dados da empresa.

Em posse dessas informações, aliada à autonomia do veículo e capacidade da bateria do fornecidas pela fabricante, conseguimos mensurar o consumo de energia elétrica em kWh da frota.

Como a bateria tem capacidade de 97 kWh e autonomia de 200 km por carga, podemos utilizar essas informações para encontrar uma relação entre consumo em kWh e distância percorrida em km.

A equação (4) define qual é o valor dessa relação.

$$Aut = \frac{\text{Capacidade da bateria (kWh)}}{\text{Autonomia do Veículo (km)}} = \frac{97}{200} = 0,485 \text{ kWh/km} \quad (4)$$

Então, para calcular o consumo de energia elétrica necessário para suprir essa frota, utilizaremos essa relação juntamente com a distância percorrida pela frota no período de um mês.

A equação (5) relaciona a equação (4) com o valor da média de distância da frota

$$Con (kWh) = D(km) * Aut(kWh/km) \quad (5)$$

$$Con (kWh) = 4926,48 * 0,485$$

$$Con (kWh) = 2389,34 kWh$$

Sendo:

D: Distância média percorrida pela frota

Aut: Autonomia do veículo em  $kWh/km$

Con: Consumo em  $kWh$  mensal da frota

### 3.3 Dimensionamento dos Módulos FV

De posse da informação do consumo mensal da frota, é possível dimensionar uma quantidade de módulos para que o sistema FV seja compatível com essa necessidade. Entretanto não será utilizado o valor nominal do consumo para esse dimensionamento.

Além do valor inicial de 2389,36 kWh, será utilizado uma margem de segurança de 25%, onde além de cobrir eventuais desvios da média, uma pequena expansão de frota também será suportada. Assim, o sistema FV será dimensionado para ser capaz de produzir 3000 kWh por mês.

Desse modo, para calcular a quantidade de módulos FV necessários para fornecer uma média de 3000 kWh de energia elétrica por mês é necessário analisar a variação anual de irradiação média do local por mês junto com outros fatores, a equação (6) define o cálculo de energia elétrica consumida pela frota por mês em kWh.

$$E = d * e_m * A_m * n_m * e_s * I \quad (6)$$

Sendo:

$d$  → Dias do mês

$e_m$  → Eficiência do Módulo

$A_m$  → Área do Módulo ( $m^2$ )

$n_m$  → Número de Módulos

$e_s$  → Eficiência do Sistema

$I$  → Irradiação Média ( $kWh/m^2/dia$ )

$E$  → Energia elétrica consumida/mês ( $kWh/mês$ )

De posse da equação (5) é possível calcular quantos módulos serão necessários para atender o consumo energética mensal da frota de 3000 kWh. Portanto, calculando utilizando o valor médio de irradiação anual do CRESESB (Centro de Referência para as Energias Solar e Eólica Sergio de S. Brito), utilizando a eficiência do sistema FV, também chamada de taxa de desempenho como 80% (URBANETZ JÚNIOR, 2013), e os dados dos módulos, como eficiência e área, do datasheet do modelo Lepton LP210\*210-M-66-MH-665W, anexo ao trabalho, serão necessários 35 módulos FV, como mostrado na equação (7).

$$n_m = \frac{E}{d * e_m * A_m * e_s * I} \quad (7)$$

$$n_m = \frac{36000}{(365 * 0,1972 * 3,11 * 0,8 * 5,7758)}$$

$$n_m = 34,8 \cong 35$$

A Tabela 3 mostra a quantidade de energia gerada por mês, assim como o total por ano e os dados relevantes para esse cálculo.

Tabela 3 – Estimativa de Energia Elétrica gerada em 12 meses

Mês	Dias	Eficiência do Módulo	Área do Módulo (m²)	Nº de módulos	Eficiência do sistema	Irradiação Média (kWh/m².dia)	Energia elétrica gerada (kWh/mês)
1	31	0,1972	3,11	35	0,8	5,9	3140,95
2	29	0,1972	3,11	35	0,8	5,88	2928,35
3	31	0,1972	3,11	35	0,8	5,78	3077,07
4	30	0,1972	3,11	35	0,8	5,52	2843,86
5	31	0,1972	3,11	35	0,8	5,3	2821,53
6	30	0,1972	3,11	35	0,8	4,9	2524,44
7	31	0,1972	3,11	35	0,8	5,18	2757,65
8	31	0,1972	3,11	35	0,8	5,8	3087,71
9	30	0,1972	3,11	35	0,8	6,23	3209,64
10	31	0,1972	3,11	35	0,8	6,28	3343,25
11	30	0,1972	3,11	35	0,8	6,38	3286,92
12	31	0,1972	3,11	35	0,8	6,16	3279,37
						<b>Total</b>	<b>36300,73</b>

**Fonte: Próprio Autor.**

Utilizando 35 módulos FV o sistema é capaz de gerar uma média mensal de 3025 kWh, um pouco acima do estabelecido pelos cálculos de demanda energética da frota, incluindo a margem de segurança. Com essa quantidade de módulos, até mesmo no período de menor irradiação solar média tem-se uma margem de 5,65% a mais, garantindo o abastecimento da frota.



## 4 ANÁLISE FINANCEIRA

Nesse capítulo serão abordados alguns indicadores financeiros para atestar a viabilidade do projeto. Primeiramente algumas informações que serão a base da análise serão calculadas, como custo do projeto e economia mensal alcançada com ele para, assim, calcular os indicadores de viabilidade que são *Payback* Simples, VPL e *ROI*.

### 4.1 Dados do projeto

O investimento total do projeto será de R\$ 96.500,00, a Tabela 4 mostra os valores aproximados de cada segmento do sistema.

Tabela 4 – Valores do Sistema FV

<b>Descrição</b>	<b>Valor</b>
Materiais CC - Módulos FV, Inversor, Estruturas	R\$ 57.000,00
Kit CA - Cabos, Eletrodutos, Caixas de Passagem	R\$ 5.000,00
Materiais Extra	R\$ 2.000,00
Mão-de-obra e serviços em geral	R\$ 32.500,00
<b>Total</b>	<b>R\$ 96.500,00</b>

Fonte: Sou Energy, Acesso em: 23 mar. 2023.

Os valores dos materiais e serviços foram obtidos através de pesquisas de mercado, utilizando as características previamente calculadas. Chegando assim, no valor de R\$ 96.500,00 ofertado pelo site da empresa Sou Energy.

Para constatar a viabilidade financeira do sistema é necessário saber quanto, atualmente, o consumo da frota custa para a empresa. Analisando os valores obtidos através de contas de energia do período entre junho de 2022 a setembro de 2022, e sabendo que os veículos são carregados exclusivamente em horários fora ponta, tem-se um valor tarifário de em média 0,5141 reais por kWh consumido.

Assim, a equação (8) será utilizada para calcular um valor mensal de economia da conta de energia baseado nos dados obtidos até este ponto.

$$Economia = Ger (kWh) * Tarifa (R\$/kWh) \quad (8)$$

$$Economia = 3025,06 * 0,5141$$

$$Economia = R\$ 1555,23$$

Sendo:

*Economia* → Valor mensal médio em R\$

*Ger (kWh)* → Média mensal de geração do sistema em kWh

*Tarifa* → Média da tarifa do período analisado em R\$/kWh

Utilizando essa informação aliada com uma análise das contas de energia da empresa é possível analisar a economia mensal do primeiro ano de uso do sistema FV. A Tabela 5 mostra mensalmente quanto foi gasto com energia durante o ano de 2022 e qual seria a economia com o sistema atuando.

Tabela 5 – Economia anual prevista

<b>Geração Prevista Anual</b>						
<b>Mês</b>	<b>Irrad. Solar diária méd (kWh/m<sup>2</sup>. dia)</b>	<b>Geração Mensal (kWh/Mês)</b>	<b>Valor Gerado</b>	<b>Consumo (kWh/mês)</b>	<b>Valor da conta sem FV</b>	<b>Valor da conta com FV</b>
Jan	5,9	3141,0	R\$ 1.614,76	42696,0	R\$ 21.950,01	R\$ 20.335,25
Fev	5,88	2928,3	R\$ 1.505,46	44575,0	R\$ 22.916,01	R\$ 21.410,54
Mar	5,78	3077,1	R\$ 1.581,92	35868,0	R\$ 18.439,74	R\$ 16.857,82
Abr	5,52	2843,9	R\$ 1.462,03	41651,0	R\$ 21.412,78	R\$ 19.950,75
Mai	5,3	2821,5	R\$ 1.450,55	41605,0	R\$ 21.389,13	R\$ 19.938,58
Jun	4,9	2524,4	R\$ 1.297,81	40965,0	R\$ 21.060,11	R\$ 19.762,29
Jul	5,18	2757,6	R\$ 1.417,71	41106,0	R\$ 21.132,59	R\$ 19.714,89
Ago	5,8	3087,7	R\$ 1.587,39	36964,0	R\$ 19.003,19	R\$ 17.415,80
Set	6,23	3209,6	R\$ 1.650,08	33531,0	R\$ 17.238,29	R\$ 15.588,21
Out	6,28	3343,2	R\$ 1.718,76	34591,0	R\$ 17.783,23	R\$ 16.064,47
Nov	6,38	3286,9	R\$ 1.689,81	38223,0	R\$ 19.650,44	R\$ 17.960,64
Dez	6,16	3279,4	R\$ 1.685,92	41642,0	R\$ 21.408,15	R\$ 19.722,23
<b>Méd</b>	<b>5,53</b>	<b>3025,1</b>	<b>R\$ 1.555,18</b>	<b>39451,4</b>	<b>R\$ 20.281,97</b>	<b>R\$ 18.726,79</b>
<b>Total</b>	<b>-</b>	<b>36300,7</b>	<b>R\$ 18.662,21</b>	<b>473417,0</b>	<b>R\$ 243.383,68</b>	<b>R\$ 224.721,47</b>

Fonte: Próprio Autor.

Portanto é possível observar que, anualmente, o sistema trará uma economia de em média R\$ 18.662,21 na conta de energia da empresa. Também pode-se notar que a geração depende de fatores externos como o clima, em períodos mais chuvosos a irradiação solar diminui, diminuindo assim a geração e consequentemente a economia.

Apesar do tempo de garantia dos módulos FV dado pelo fabricante ser de 25 anos, o horizonte utilizado será de apenas 10, já que o sistema será utilizado como geração de apoio em um estabelecimento comercial, podendo sofrer mudanças estruturais e até mesmo venda do negócio. Assim, foram feitos os fluxos de caixa do período de 2023 até 2032, considerando uma média anual de 36.600,73 kWh gerados, como mostrado na Tabela 5, com um aumento médio de 6% na tarifa de energia e uma queda anual na eficiência da geração da ordem de 1%.

A Tabela 6 detalha o fluxo de caixa dos próximos 10 anos, mostrando os valores de geração, tarifas, consumo anual da empresa e os valores da conta de energia com e sem o sistema FV.

Tabela 6 – Geração prevista e economia em 10 anos

ANO	GERAÇÃO (kWh)	PREÇO (kWh)	VALOR GERADO	CONSUMO (kWh)	CONTA DE ENERGIA SEM FV	CONTA DE ENERGIA COM FV	FLUXOS DE CAIXA	
		FORA PONTA					-R\$ 96.500,00	
1	2023	36.300,73	R\$ 0,51	R\$ 18.662,21	506.357,00	R\$ 260.318,13	R\$ 241.655,93	R\$ 18.662,21
2	2024	35.937,72	R\$ 0,54	R\$ 19.584,12	506.357,00	R\$ 275.937,22	R\$ 256.353,10	R\$ 19.584,12
3	2025	35.578,35	R\$ 0,58	R\$ 20.551,57	506.357,00	R\$ 292.493,46	R\$ 271.941,88	R\$ 20.551,57
4	2026	35.222,56	R\$ 0,61	R\$ 21.566,82	506.357,00	R\$ 310.043,06	R\$ 288.476,24	R\$ 21.566,82
5	2027	34.870,34	R\$ 0,65	R\$ 22.632,22	506.357,00	R\$ 328.645,65	R\$ 306.013,42	R\$ 22.632,22
6	2028	34.521,63	R\$ 0,69	R\$ 23.750,25	506.357,00	R\$ 348.364,38	R\$ 324.614,13	R\$ 23.750,25
7	2029	34.176,42	R\$ 0,73	R\$ 24.923,52	506.357,00	R\$ 369.266,25	R\$ 344.342,73	R\$ 24.923,52
8	2030	33.834,65	R\$ 0,77	R\$ 26.154,74	506.357,00	R\$ 391.422,22	R\$ 365.267,48	R\$ 26.154,74
9	2031	33.496,31	R\$ 0,82	R\$ 27.446,78	506.357,00	R\$ 414.907,56	R\$ 387.460,77	R\$ 27.446,78
10	2032	33.161,34	R\$ 0,87	R\$ 28.802,65	506.357,00	R\$ 439.802,01	R\$ 410.999,36	R\$ 28.802,65
<b>TOTAL</b>		<b>347.100,05</b>		<b>R\$ 234.074,89</b>	<b>R\$ 5.063.570,00</b>	<b>R\$ 3.431.199,94</b>	<b>R\$ 3.197.125,05</b>	<b>R\$ 234.074,89</b>

Fonte: Próprio Autor

Com essas informações é possível completar a análise de viabilidade financeira do sistema utilizando os indicadores de VPL, que indica o quão lucrativo o investimento foi após os 10 anos analisados, o *Payback* Simples para informar em quanto tempo o investimento irá retornar o valor inicial ao investidor e o *ROI* que atesta em porcentagem qual o retorno que o investidor terá sobre seu investimento inicial.

## 4.2 Cálculo de VPL

Com base nas informações encontradas até então, pode-se calcular o VPL do empreendimento. Foi utilizado um TMA de 10% na fórmula “VPL” no Excel, com os valores de fluxo de caixa do ano 1 até o ano 10, menos o valor inicial do investimento (R\$ 96.500), resultando assim no resultado de VPL de R\$ 42.017,09.

A Tabela 7 mostra um resumo dos fluxos de caixa do investimento, os valores acumulados ao longo dos anos e o VPL.

Tabela 7 – Valores anuais acumulados do investimento

ANO		FLUXOS DE CAIXA	ACUMULADO
		-R\$ 96.500,00	-R\$ 96.500,00
1	2023	R\$ 18.662,21	-R\$ 77.837,79
2	2024	R\$ 19.584,12	-R\$ 58.253,68
3	2025	R\$ 20.551,57	-R\$ 37.702,10
4	2026	R\$ 21.566,82	-R\$ 16.135,28
5	2027	R\$ 22.632,22	R\$ 6.496,94
6	2028	R\$ 23.750,25	R\$ 30.247,19
7	2029	R\$ 24.923,52	R\$ 55.170,71
8	2030	R\$ 26.154,74	R\$ 81.325,45
9	2031	R\$ 27.446,78	R\$ 108.772,23
10	2032	R\$ 28.802,65	R\$ 137.574,89
<b>TOTAL</b>		<b>R\$ 149.482,70</b>	-
<b>VPL</b>		<b>R\$ 42.017,09</b>	-

Fonte: Próprio Autor

### 4.3 Cálculo do *Payback* Simples

O *Payback* Simples é calculado como sendo o momento em que o empreendimento rende, ao investidor, o valor exato do investimento inicial. Ou seja, é necessário encontrar o momento que o valor acumulado se tornará R\$0,00. Calculando, por meio de uma média entre os valores do ano 4 e 5, onde o empreendimento começa a dar lucro, chegamos ao valor de *Payback* Simples igual a 4,71 anos, ou seja, aproximadamente 4 anos e 9 meses.

Adaptando e resumindo a Tabela 6, o valor de *Payback* é apresentado na Tabela 8.

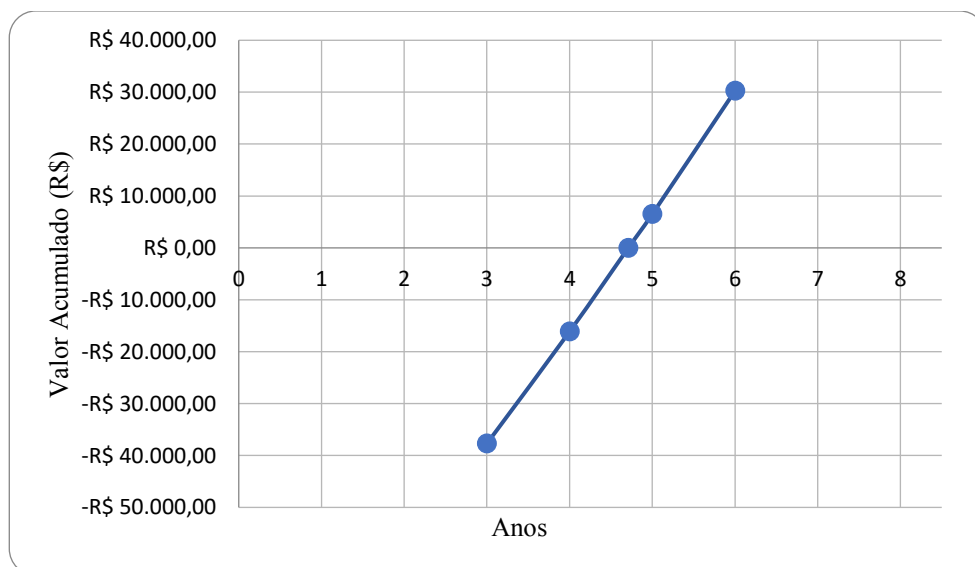
Tabela 8 – *Payback* Simples

ANO		FLUXO DE CAIXA	ACUMULADO
3	2025	R\$ 21.566,82	-R\$ 37.702,10
4	2026	R\$ 21.566,82	-R\$ 16.135,28
4,71	2027	R\$ 16.135,28	R\$ 0,00
5	2027	R\$ 22.632,22	R\$ 6.496,94
6	2028	R\$ 23.750,25	R\$ 30.247,19

Fonte: Próprio Autor

O Gráfico 4 ilustra o conteúdo da Tabela 8, mostrando o momento exato em que o valor do investimento é zerado, e passa a gerar retorno financeiro.

Gráfico 4 – *Payback* Simples



Fonte: Próprio Autor

#### 4.4 Cálculo do *ROI*.

Utilizando os dados até agora encontrados, é possível fazer o cálculo do *ROI* do investimento nesse período analisado de 10 anos. Onde o valor investido foi de R\$ 96.500,00, e o ganho obtido foi de R\$ 149.482,70, assim tem-se o valor encontrado na equação (9) a seguir.

$$ROI = \frac{\text{Ganho Obtido} - \text{Valor investido}}{\text{Valor Investido}} \quad (9)$$

$$ROI = \frac{149482,7 - 96500}{96500}$$

$$ROI = 54,9\%$$

## 5 CONCLUSÃO

O Objetivo deste trabalho foi apresentar o dimensionamento de um sistema FV instalado no telhado de uma cervejaria a fim de reduzir os custos com sua frota de veículos elétricos, além de determinar a viabilidade financeira desse investimento. Utilizando o referencial teórico como base para o estudo e análises, e de acordo com a metodologia proposta, os objetivos deste trabalho foram alcançados.

A frota é formada por 9 (nove) veículos elétricos que mensalmente consomem 2389,36 kWh. Por questões de segurança e pensando em futuros aumentos na frota esse trabalho utilizou o valor aproximado de 3000 kWh. A fim de suprir essa necessidade energética foi dimensionado um projeto de sistema FV, diretamente ligado à rede, com potência de 21,48 kWp que conta com 35 painéis fotovoltaicos para serem instalados sobre o teto da empresa. O investimento feito para a implantação desse sistema seria da ordem de R\$ 96.500,00, o qual geraria uma economia anual de R\$ 18.662,21. Apesar do sistema ter uma vida útil bem maior, para uma empresa faz sentido analisar um período mais reduzido, no caso 10 anos. Com essa duração o investimento é bastante rentável como pode ser atestado ao analisar os indicadores. Foi calculado um VPL igual a R\$ 42.017,09 e, um *ROI* de 54,9% como explicado no tópico 2.4.1 e 2.4.3, ambos indicadores positivos indicam que o investimento possui viabilidade financeira com lucro previsto próximo ao calculado. Além disso foi calculado o *Payback* Simples, que reforçou a viabilidade do projeto, pois em 4,71 anos o valor investido inicialmente foi igualado pela economia gerada.

Dessa forma, este estudo é concluído, atestando a viabilidade financeira da implantação desse sistema FV para as premissas e condições aqui citadas. Além de prover retorno financeiro à empresa, o uso de veículos elétricos alimentados por energia fotovoltaica traz um grande impacto positivo para o meio ambiente e para o marketing sustentável da empresa, influenciando a sociedade e outras grandes empresas a investir nesse tipo de tecnologia.

## SUGESTÕES DE TRABALHOS FUTUROS

Como sugestão para futuros trabalhos, alguns pontos ainda podem ser estudados e desenvolvidos, como:

- Dimensionamento de baterias para uso emergencial em caso de falha na concessionária ou no sistema FV em si.
- Dimensionamento de viabilidade financeira do sistema solar fotovoltaico para abastecer toda a empresa, incluindo armazém e setores administrativos.
- Dimensionamento de uma usina de energia solar fotovoltaica para todas as filiais da empresa no Ceará.
- Atualização da análise para a nova lei 14.300/22 de marco geral de geração distribuída.



## REFERÊNCIAS

- ARAÚJO, A. J. N.; RANK, N. I.; BUENO, T. B. A. **Análise dos Fatores de Perdas nos Sistemas Fotovoltaicos Conectados à Rede Elétrica em Curitiba**. 85 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Elétrica), Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba, 2016.
- BARRETO, Sofia da Costa. **Estudo de Viabilidade para Implementação de uma Planta Fotovoltaica Integrada em um Shopping Center de Fortaleza**. 80 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Elétrica), Universidade Federal do Ceará. Fortaleza, 2017.
- CRESESB. Centro de Referência das Energias Solar e Eólica Sergio de S. Brito. **Potencial SunData v.3.0**. 2018. Disponível em: <<http://www.cresesb.cepel.br/index.php?section=sundata>> Acesso em: 20 out. 2023.
- DIAS, César Luiz de Azevedo. **Modelos de Avaliação de Desempenho de Diferentes Tecnologias de Geração Fotovoltaica: Estudo de Caso para Região dos Lagos**. Tese de Doutorado (Planejamento Energético), Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro: UFRJ/COPPE, 2017.
- ENERGÊS. **Guia Completo do Módulo Fotovoltaico**. 2020. Disponível em: <<https://energes.com.br/energia-solar/guia-completo-modulos-fotovoltaicos/>>. Acesso em: 25 nov. 2022.
- GALDINO, M. A. **Análise de custos históricos de sistemas fotovoltaicos no Brasil**. IV Congresso Brasileiro de Energia Solar e V Conferência Latino-Americana da ISES. São Paulo, 2012.
- GROWATT. **Datasheet Inversor ASW LT-G2-Pro**. 2022. Disponível em: <[https://static.souenergy.com.br/catalog/product/file/Datasheet\\_ASW\\_8-25K\\_LT-G2-Pro\\_Series\\_0122\\_BR\\_web\\_1.pdf](https://static.souenergy.com.br/catalog/product/file/Datasheet_ASW_8-25K_LT-G2-Pro_Series_0122_BR_web_1.pdf)> Acesso em: 25 jan. 2023
- GUIMARÃES, P. H. A. **Projeto e Implementação de Planta Fotovoltaica de 65 kWp**. 93 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Elétrica), Universidade Federal do Ceará. Fortaleza, 2018.
- HORNGREN, C. T. et al. **Contabilidade de custos**. 9. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2000.
- LEAPTON. **Datasheet Módulo LP210\*210-M-66-MH**. 2023. Disponível em: <> Acesso em: 20 mar. 2023.
- PEREIRA, E. B. *et al.* **Atlas Brasileiro de Energia Solar**. 2ª ed., São José dos Campos, SP: INPE, 2017.

PINHO, J. T.; GALDINO, M. A. **Manual de engenharia para sistemas fotovoltaicos**. Grupo de Trabalho de Energia Solar – GTES, CEPEL – CRESESB, edição revisada e atualizada. Rio de Janeiro, RJ: CEPEL/CRESESB, 2014.

RAMPINELLI, G. A.; KRENZINGER, A.; ROMERO, F. C. **Descrição e Análise de Inversores Utilizados em Sistemas Fotovoltaicos**. Revista Ciências Exatas e Naturais (RECEN), Vol. 15, nº 1, Jan/ Jun 2013.

REMER, D. S.; NIETO, A. P. **A compendium and comparison of 25 project evaluation techniques. Part 1: Net present value and rate of return methods**. International Journal of Production Economics, v. 42, n. 1, p. 79-96, 1995.

REMER, Donald S.; NIETO, Armando P. **A compendium and comparison of 25 project evaluation techniques. Part 2: Ratio, Payback, and accounting methods**. International Journal of Production Economics, v. 42, n. 2, p. 101-129, 1995.

SHAYEB, G. **Tipos de Irradiação**. 2019. Disponível em: <<https://www.gshengenharia.com.br/post/tipos-de-irradia%C3%A7%C3%A3o>>. Acesso em: 20 nov. 2022.

SOUZA, Ronilson di. **Os Sistemas de Energia Solar Fotovoltaica – Livro Digital de Introdução aos Sistemas Solares**. Blue Sol Energia Solar. Ribeirão Preto, SP, 2016.

URBANETZ JR, J. **Sistemas Fotovoltaicos Conectados a Redes de Distribuição Urbanas: Sua Influência na Qualidade da Energia elétrica e Análise dos Parâmetros que Possam Afetar a Conectividade**. Tese de Doutorado (Engenharia Civil) Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2010.

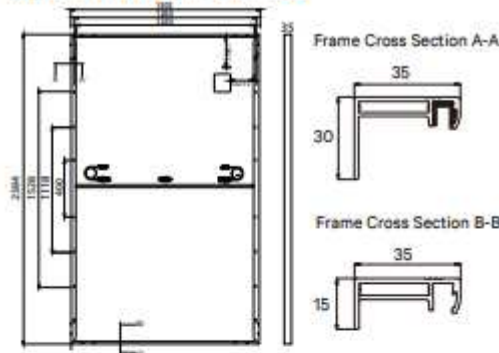
Anexo A – Datasheet Módulo FV LP210\*210-M-66-MH

2021 V2



LP210\*210-M-66-MH

DIAGRAMA MECÂNICO



ESPECIFICAÇÕES

Peso	34kg
Dimensões	2384mm*1303mm*35mm
Quantidade de Células	66*2 pcs
Tensão Máxima de Sistema	1500V
Caixa de Junção	IP68
Moldura	Liga de Alumínio
Cabo	Avanç: Passagem: N 1300mm/P 1300mm Retraço: N 280mm/P 280mm
Conector	MC4 compatível
Categoria	Classe A

PARÂMETROS ELÉTRICOS SOB STC

Potência	650W	655W	660W	<b>665W</b>	670W
Tensão de Circuito Aberto	45.58V	45.78V	45.98V	<b>46.18V</b>	46.38V
Corrente de Curto Circuito	18.16A	18.21A	18.26A	<b>18.31A</b>	18.36A
Tensão Máxima de Operação	37.61V	37.81V	38.01V	<b>38.21V</b>	38.41V
Corrente Máxima de Operação	17.28A	17.32A	17.36A	<b>17.40A</b>	17.44A
Eficiência	20.92%	21.09%	21.25%	<b>21.41%</b>	21.57%

\*Sob Condições Padrões de Testes (STC) de irradiação de 1000W/m², espectro AM 1.5 e temperatura de 25°C.

PARÂMETROS ELÉTRICOS EM NOCT

Potência	491W	495W	499W	<b>503W</b>	507W
Tensão de Circuito Aberto	42.30V	42.48V	42.67V	<b>42.86V</b>	43.04V
Corrente de Curto Circuito	14.89A	14.93A	14.97A	<b>15.01A</b>	15.06A
Tensão Máxima de Operação	34.86V	35.05V	35.24V	<b>35.42V</b>	35.61V
Corrente Máxima de Operação	14.09A	14.13A	14.16A	<b>14.19A</b>	14.23A
Eficiência	15.82%	15.94%	16.06%	<b>16.18%</b>	16.31%

\* Sob Temperatura Operacional Nominal do Módulo (NOCT), irradiação de 800W/m², espectro AM 1.5, temperatura de 30°C, velocidade de do vento a 1m/s.

CARACTERÍSTICAS DE TEMPERATURA

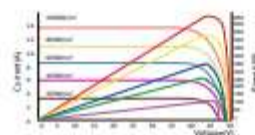
Temperatura Operacional Nominal	41±3°C	TCoeficiente de Temperatura ISC	+0.05%/°C
Coefficiente de Temperatura VOC	-0.28%/°C	Coefficiente de Temperatura Máxima PMax	-0.36%/°C

CONFIGURAÇÃO DE EMBALAGEM

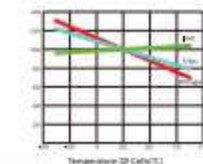
Módulos por Caixa	31 peças	Módulos por Container 40'	558 peças
Caixas por Container 40'	18 Paletes, Total=31x18=558 peças		

GRÁFICOS

LP210\*210-M-66-MH-650W



LP210\*210-M-66-MH-650W



CLASSIFICAÇÃO MÁXIMA

Tolerância de Saída	0~+5W
Temperatura de Operação	-40°C~+85°C
Carga de Vento/Carga de Neve	2400pa/5400pa
Corrente do Fusível	30A

15 Anos de Garantia de Fábriica

25 Anos de Garantia de Potência

Leapton Energy Co., Ltd.

Sede Japonesa: Leapton Energy Co., Ltd.  
 Tosei Bldg. 6F, 1-2-1 Aoi-cho, Chuo-ku Kobe-shi, Hyogo, 650-0025, Japan    +81-78-382-3182    www.leaptonenergy.jp  
 Fábrica: Leapton Solar (Changshu) Co., Ltd.  
 No.9, Sunshine Avenue, Changshu City, Jiangsu, China    +86-512-88800068    info@leaptonenergy.com    www.leaptonpv.com

## Anexo B – Datasheet Inversor

Ficha técnica		ASW 8K-LT-G2-Pro	ASW 10K-LT-G2-Pro	ASW 12K-LT-G2-Pro	ASW 15K-LT-G2-Pro	ASW 18K-LT-G2-Pro	ASW 20K-LT-G2-Pro	ASW 25K-LT-G2-Pro	ASW 30K-LT-G2-Pro	ASW 35K-LT-G2-Pro
Entrada (CC)	Potência máxima da matriz PV	12000 Wp STC	15000 Wp STC	18000 Wp STC	19500 Wp STC	22500 Wp STC	25500 Wp STC	30000 Wp STC	37500 Wp STC	
	Tensão de entrada máxima	1100 V								
	Intervalo de tensão MPPT / tensão nominal de entrada	150 V - 1000 V / 530 V								
	Tensão de entrada mínima (funcionamento)	125 V								
	Tensão de alimentação inicial	180 V								
	Corrente de entrada de funcionamento máxima	20 A / 15 A	20 A / 15 A	32 A / 20 A	32 A / 20 A	32 A / 20 A	32 A / 32 A	32 A / 32 A	32 A / 32 A	40 A / 32 A
Saída (CA)	Corrente de curto-circuito máxima	30 A / 25 A	30 A / 25 A	48 A / 30 A	48 A / 30 A	48 A / 30 A	48 A / 48 A	48 A / 48 A	48 A / 48 A	60 A / 48 A
	Número de entradas MPPT independentes / strings por entrada MPPT	2 / A:1;B:1	2 / A:1;B:1	2 / A:2;B:1	2 / A:2;B:1	2 / A:2;B:1	2 / A:2;B:2	2 / A:2;B:2	2 / A:2;B:2	2 / A:2;B:2
	Potência ativa nominal	8000 W	10000 W	12000 W	13000 W	15000 W	17000 W	20000 W	25000 W	
	Potência CA ativa máxima	8800 W	11000 W	13200 W	14300 W	16500 W	18700 W	22000 W	27500 W	
	Tensão nominal CA	220 V / 380 V 230 V / 400 V								
	Intervalo de tensão CA	160 V - 300 V								
Eficiência & Dispositivos de proteção	Frequência / intervalo da rede CA	50 Hz / 45 Hz - 55 Hz 60 Hz / 55 Hz - 65 Hz								
	Frequência nominal da rede / tensão nominal da rede	60 Hz / 220 V								
	Corrente de saída máxima	12,8 A	16 A	19,1 A	20,7 A	24 A	27,1 A	31,9 A	39,8 A	
	Fator de potência à potência nominal	1								
	Fator de potência de deslucamento ajustável	0,9 ind a 0,9 cap								
	Fases de alimentação	3 / 3-N-PE								
	Distorção harmónica (THD) à saída nominal	< 3 %								
	Eficiência máxima	98,3 %								
	Dispositivo de desconexão do lado de entrada	●								
	Monitoramento de falhas de aterramento / monitoramento da rede	● / ●								
Dados Gerais	Proteção de polaridade inversa CC / capacidade de corrente de curto-circuito CA	● / ●								
	Unidade de monitoramento de corrente residual sensível a todos os polos	●								
	Pára-raios CC	●								
	Proteção contra sobretensão CA	●								
	Classe de proteção (de acordo com a norma IEC 62109-1) / categoria de sobretensão (de acordo com a norma IEC 62109-1)	I / AC; III; DC; II								
	Dimensões (L / A / P)	503 / 435 / 183 mm								
	Peso	17,3 kg	17,3 kg	17,3 kg	17,3 kg	17,3 kg	18,6 kg	18,6 kg	18,6 kg	
	Intervalo de temperatura de funcionamento	-25°C ... +60°C								
	Autocôsumo (noturno)	< 1 W								
	Funcionalidades	Topologia	Sem transformador							
Conceito de refrigeração		Refrigeração por ventilador								
Grau de proteção (de acordo com a norma IEC 60529)		IP66								
Categoria climática (de acordo com a norma IEC 60721-3-4)		4C4H								
Valor máximo permitido para a humidade relativa (sem condensação)		1								
Altitude de funcionamento máxima		3000 m								
Funcionalidades	Ligação CC	SUNCLIX (Phoenix Contact)								
	Ligação CA	Conector plug-in								
	Tipo de montagem	Suporte de montagem na parede								
	Indicadores LED (Estado/Falha/Comunicação)	●								
	Interface de comunicação**	Wi-Fi / RS485								
	Certificados e aprovações (mais disponível mediante pedido)	CE, EN50549, IEC62109, IEC62116, IEC61727, IEC61683, IEC61000, AS/NZS4777, C13/C14, ABNT NBR 16161, IEC60384-14, IEC60384-1, IEC60384-11, IEC60384-12, IEC60384-13, IEC60384-14, IEC60384-15, IEC60384-16, IEC60384-17, IEC60384-18, IEC60384-19, IEC60384-20, IEC60384-21, IEC60384-22, IEC60384-23, IEC60384-24, IEC60384-25, IEC60384-26, IEC60384-27, IEC60384-28, IEC60384-29, IEC60384-30, IEC60384-31, IEC60384-32, IEC60384-33, IEC60384-34, IEC60384-35, IEC60384-36, IEC60384-37, IEC60384-38, IEC60384-39, IEC60384-40, IEC60384-41, IEC60384-42, IEC60384-43, IEC60384-44, IEC60384-45, IEC60384-46, IEC60384-47, IEC60384-48, IEC60384-49, IEC60384-50, IEC60384-51, IEC60384-52, IEC60384-53, IEC60384-54, IEC60384-55, IEC60384-56, IEC60384-57, IEC60384-58, IEC60384-59, IEC60384-60, IEC60384-61, IEC60384-62, IEC60384-63, IEC60384-64, IEC60384-65, IEC60384-66, IEC60384-67, IEC60384-68, IEC60384-69, IEC60384-70, IEC60384-71, IEC60384-72, IEC60384-73, IEC60384-74, IEC60384-75, IEC60384-76, IEC60384-77, IEC60384-78, IEC60384-79, IEC60384-80, IEC60384-81, IEC60384-82, IEC60384-83, IEC60384-84, IEC60384-85, IEC60384-86, IEC60384-87, IEC60384-88, IEC60384-89, IEC60384-90, IEC60384-91, IEC60384-92, IEC60384-93, IEC60384-94, IEC60384-95, IEC60384-96, IEC60384-97, IEC60384-98, IEC60384-99, IEC60384-100, IEC60384-101, IEC60384-102, IEC60384-103, IEC60384-104, IEC60384-105, IEC60384-106, IEC60384-107, IEC60384-108, IEC60384-109, IEC60384-110, IEC60384-111, IEC60384-112, IEC60384-113, IEC60384-114, IEC60384-115, IEC60384-116, IEC60384-117, IEC60384-118, IEC60384-119, IEC60384-120, IEC60384-121, IEC60384-122, IEC60384-123, IEC60384-124, IEC60384-125, IEC60384-126, IEC60384-127, IEC60384-128, IEC60384-129, IEC60384-130, IEC60384-131, IEC60384-132, IEC60384-133, IEC60384-134, IEC60384-135, IEC60384-136, IEC60384-137, IEC60384-138, IEC60384-139, IEC60384-140, IEC60384-141, IEC60384-142, IEC60384-143, IEC60384-144, IEC60384-145, IEC60384-146, IEC60384-147, IEC60384-148, IEC60384-149, IEC60384-150, IEC60384-151, IEC60384-152, IEC60384-153, IEC60384-154, IEC60384-155, IEC60384-156, IEC60384-157, IEC60384-158, IEC60384-159, IEC60384-160, IEC60384-161, IEC60384-162, IEC60384-163, IEC60384-164, IEC60384-165, IEC60384-166, IEC60384-167, IEC60384-168, IEC60384-169, IEC60384-170, IEC60384-171, IEC60384-172, IEC60384-173, IEC60384-174, IEC60384-175, IEC60384-176, IEC60384-177, IEC60384-178, IEC60384-179, IEC60384-180, IEC60384-181, IEC60384-182, IEC60384-183, IEC60384-184, IEC60384-185, IEC60384-186, IEC60384-187, IEC60384-188, IEC60384-189, IEC60384-190, IEC60384-191, IEC60384-192, IEC60384-193, IEC60384-194, IEC60384-195, IEC60384-196, IEC60384-197, IEC60384-198, IEC60384-199, IEC60384-200, IEC60384-201, IEC60384-202, IEC60384-203, IEC60384-204, IEC60384-205, IEC60384-206, IEC60384-207, IEC60384-208, IEC60384-209, IEC60384-210, IEC60384-211, IEC60384-212, IEC60384-213, IEC60384-214, IEC60384-215, IEC60384-216, IEC60384-217, IEC60384-218, IEC60384-219, IEC60384-220, IEC60384-221, IEC60384-222, IEC60384-223, IEC60384-224, IEC60384-225, IEC60384-226, IEC60384-227, IEC60384-228, IEC60384-229, IEC60384-230, IEC60384-231, IEC60384-232, IEC60384-233, IEC60384-234, IEC60384-235, IEC60384-236, IEC60384-237, IEC60384-238, IEC60384-239, IEC60384-240, IEC60384-241, IEC60384-242, IEC60384-243, IEC60384-244, IEC60384-245, IEC60384-246, IEC60384-247, IEC60384-248, IEC60384-249, IEC60384-250, IEC60384-251, IEC60384-252, IEC60384-253, IEC60384-254, IEC60384-255, IEC60384-256, IEC60384-257, IEC60384-258, IEC60384-259, IEC60384-260, IEC60384-261, IEC60384-262, IEC60384-263, IEC60384-264, IEC60384-265, IEC60384-266, IEC60384-267, IEC60384-268, IEC60384-269, IEC60384-270, IEC60384-271, IEC60384-272, IEC60384-273, IEC60384-274, IEC60384-275, IEC60384-276, IEC60384-277, IEC60384-278, IEC60384-279, IEC60384-280, IEC60384-281, IEC60384-282, IEC60384-283, IEC60384-284, IEC60384-285, IEC60384-286, IEC60384-287, IEC60384-288, IEC60384-289, IEC60384-290, IEC60384-291, IEC60384-292, IEC60384-293, IEC60384-294, IEC60384-295, IEC60384-296, IEC60384-297, IEC60384-298, IEC60384-299, IEC60384-300, IEC60384-301, IEC60384-302, IEC60384-303, IEC60384-304, IEC60384-305, IEC60384-306, IEC60384-307, IEC60384-308, IEC60384-309, IEC60384-310, IEC60384-311, IEC60384-312, IEC60384-313, IEC60384-314, IEC60384-315, IEC60384-316, IEC60384-317, IEC60384-318, IEC60384-319, IEC60384-320, IEC60384-321, IEC60384-322, IEC60384-323, IEC60384-324, IEC60384-325, IEC60384-326, IEC60384-327, IEC60384-328, IEC60384-329, IEC60384-330, IEC60384-331, IEC60384-332, IEC60384-333, IEC60384-334, IEC60384-335, IEC60384-336, IEC60384-337, IEC60384-338, IEC60384-339, IEC60384-340, IEC60384-341, IEC60384-342, IEC60384-343, IEC60384-344, IEC60384-345, IEC60384-346, IEC60384-347, IEC60384-348, IEC60384-349, IEC60384-350, IEC60384-351, IEC60384-352, IEC60384-353, IEC60384-354, IEC60384-355, IEC60384-356, IEC60384-357, IEC60384-358, IEC60384-359, IEC60384-360, IEC60384-361, IEC60384-362, IEC60384-363, IEC60384-364, IEC60384-365, IEC60384-366, IEC60384-367, IEC60384-368, IEC60384-369, IEC60384-370, IEC60384-371, IEC60384-372, IEC60384-373, IEC60384-374, IEC60384-375, IEC60384-376, IEC60384-377, IEC60384-378, IEC60384-379, IEC60384-380, IEC60384-381, IEC60384-382, IEC60384-383, IEC60384-384, IEC60384-385, IEC60384-386, IEC60384-387, IEC60384-388, IEC60384-389, IEC60384-390, IEC60384-391, IEC60384-392, IEC60384-393, IEC60384-394, IEC60384-395, IEC60384-396, IEC60384-397, IEC60384-398, IEC60384-399, IEC60384-400, IEC60384-401, IEC60384-402, IEC60384-403, IEC60384-404, IEC60384-405, IEC60384-406, IEC60384-407, IEC60384-408, IEC60384-409, IEC60384-410, IEC60384-411, IEC60384-412, IEC60384-413, IEC60384-414, IEC60384-415, IEC60384-416, IEC60384-417, IEC60384-418, IEC60384-419, IEC60384-420, IEC60384-421, IEC60384-422, IEC60384-423, IEC60384-424, IEC60384-425, IEC60384-426, IEC60384-427, IEC60384-428, IEC60384-429, IEC60384-430, IEC60384-431, IEC60384-432, IEC60384-433, IEC60384-434, IEC60384-435, IEC60384-436, IEC60384-437, IEC60384-438, IEC60384-439, IEC60384-440, IEC60384-441, IEC60384-442, IEC60384-443, IEC60384-444, IEC60384-445, IEC60384-446, IEC60384-447, IEC60384-448, IEC60384-449, IEC60384-450, IEC60384-451, IEC60384-452, IEC60384-453, IEC60384-454, IEC60384-455, IEC60384-456, IEC60384-457, IEC60384-458, IEC60384-459, IEC60384-460, IEC60384-461, IEC60384-462, IEC60384-463, IEC60384-464, IEC60384-465, IEC60384-466, IEC60384-467, IEC60384-468, IEC60384-469, IEC60384-470, IEC60384-471, IEC60384-472, IEC60384-473, IEC60384-474, IEC60384-475, IEC60384-476, IEC60384-477, IEC60384-478, IEC60384-479, IEC60384-480, IEC60384-481, IEC60384-482, IEC60384-483, IEC60384-484, IEC60384-485, IEC60384-486, IEC60384-487, IEC60384-488, IEC60384-489, IEC60384-490, IEC60384-491, IEC60384-492, IEC60384-493, IEC60384-494, IEC60384-495, IEC60384-496, IEC60384-497, IEC60384-498, IEC60384-499, IEC60384-500, IEC60384-501, IEC60384-502, IEC60384-503, IEC60384-504, IEC60384-505, IEC60384-506, IEC60384-507, IEC60384-508, IEC60384-509, IEC60384-510, IEC60384-511, IEC60384-512, IEC60384-513, IEC60384-514, IEC60384-515, IEC60384-516, IEC60384-517, IEC60384-518, IEC60384-519, IEC60384-520, IEC60384-521, IEC60384-522, IEC60384-523, IEC60384-524, IEC60384-525, IEC60384-526, IEC60384-527, IEC60384-528, IEC60384-529, IEC60384-530, IEC60384-531, IEC60384-532, IEC60384-533, IEC60384-534, IEC60384-535, IEC60384-536, IEC60384-537, IEC60384-538, IEC60384-539, IEC60384-540, IEC60384-541, IEC60384-542, IEC60384-543, IEC60384-544, IEC60384-545, IEC60384-546, IEC60384-547, IEC60384-548, IEC60384-549, IEC60384-550, IEC60384-551, IEC60384-552, IEC60384-553, IEC60384-554, IEC60384-555, IEC60384-556, IEC60384-557, IEC60384-558, IEC60384-559, IEC60384-560, IEC60384-561, IEC60384-562, IEC60384-563, IEC60384-564, IEC60384-565, IEC60384-566, IEC60384-567, IEC60384-568, IEC60384-569, IEC60384-570, IEC60384-571, IEC60384-572, IEC60384-573, IEC60384-574, IEC60384-575, IEC60384-576, IEC60384-577, IEC60384-578, IEC60384-579, IEC60384-580, IEC60384-581, IEC60384-582, IEC60384-583, IEC60384-584, IEC60384-585, IEC60384-586, IEC60384-587, IEC60384-588, IEC60384-589, IEC60384-590, IEC60384-591, IEC60384-592, IEC60384-593, IEC60384-594, IEC60384-595, IEC60384-596, IEC60384-597, IEC60384-598, IEC60384-599, IEC60384-600, IEC60384-601, IEC60384-602, IEC60384-603, IEC60384-604, IEC60384-605, IEC60384-606, IEC60384-607, IEC60384-608, IEC60384-609, IEC60384-610, IEC60384-611, IEC60384-612, IEC60384-613, IEC60384-614, IEC60384-615, IEC60384-616, IEC60384-617, IEC60384-618, IEC60384-619, IEC60384-620, IEC60384-621, IEC60384-622, IEC60384-623, IEC60384-624, IEC60384-625, IEC60384-626, IEC60384-627, IEC60384-628, IEC60384-629, IEC60384-630, IEC60384-631, IEC60384-632, IEC60384-633, IEC60384-634, IEC60384-635, IEC60384-636, IEC60384-637, IEC60384-638, IEC60384-639, IEC60384-640, IEC60384-641, IEC60384-642, IEC60384-643, IEC60384-644, IEC60384-645, IEC60384-646, IEC60384-647, IEC60384-648, IEC60384-649, IEC60384-650, IEC60384-651, IEC60384-652, IEC60384-653, IEC60384-654, IEC60384-655, IEC60384-656, IEC60384-657, IEC60384-658, IEC60384-659, IEC60384-660, IEC60384-661, IEC60384-662, IEC60384-663, IEC60384-664, IEC60384-665, IEC60384-666, IEC60384-667, IEC60384-668, IEC60384-669, IEC60384-670, IEC60384-671, IEC60384-672, IEC60384-673, IEC60384-674, IEC60384-675, IEC60384-676, IEC60384-677, IEC60384-678, IEC60384-679, IEC60384-680, IEC60384-681, IEC60384-682, IEC60384-683, IEC60384-684, IEC60384-685, IEC60384-686, IEC60384-687, IEC60384-688, IEC60384-689, IEC60384-690, IEC60384-691, IEC60384-692, IEC60384-693, IEC60384-694, IEC60384-695, IEC60384-696, IEC60384-697, IEC60384-698, IEC60384-699, IEC60384-700, IEC60384-701, IEC60384-702, IEC60384-703, IEC60384-704, IEC60384-705, IEC60384-706, IEC60384-707, IEC60384-708, IEC60384-709, IEC60384-710, IEC60384-711, IEC60384-712, IEC60384-713, IEC60384-714, IEC60384-715, IEC60384-716, IEC60384-717, IEC60384-718, IEC60384-719, IEC60384-720, IEC60384-721, IEC60384-722, IEC60384-723, IEC60384-724, IEC60384-725, IEC60384-726, IEC60384-727, IEC60384-728, IEC60384-729, IEC60384-730, IEC60384-731, IEC60384-732, IEC60384-733, IEC60384-734, IEC60384-735, IEC60384-736, IEC60384-737, IEC60384-738, IEC60384-739, IEC60384-740, IEC60384-741, IEC60384-742, IEC60384-743, IEC60384-744, IEC60384-745, IEC60384-746, IEC60384-747, IEC60384-748, IEC60384-749, IEC60384-750, IEC60384-751, IEC60384-752, IEC60384-753, IEC60384-754, IEC60384-755, IEC60384-756, IEC60384-757, IEC60384-758, IEC60384-759, IEC60384-760, IEC60384-761, IEC60384-762, IEC60384-763, IEC60384-764, IEC60384-765, IEC60384-766, IEC60384-767, IEC60384-768, IEC60384-769, IEC60384-770, IEC60384-771, IEC60384-772, IEC60384-773, IEC60384-774, IEC60384-775, IEC60384-776, IEC60384-777, IEC60384-778, IEC60384-779, IEC60384-780, IEC60384-781, IEC60384-782, IEC60384-783, IEC60384-784, IEC60384-785, IEC60384-786, IEC60384-787, IEC60384-788, IEC60384-789, IEC60384-790, IEC60384-791, IEC60384-792, IEC60384-793, IEC60384-794, IEC60384-795, IEC60384-796, IEC60384-797, IEC60384-798, IEC60384-799, IEC60384-800, IEC60384-801, IEC60384-802, IEC60384-803, IEC60384-804, IEC60384-805, IEC60384-806, IEC60384-807, IEC60384-808, IEC60384-809, IEC60384-810, IEC60384-811, IEC60384-81								