

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
PECE – PROGRAMA DE EDUCAÇÃO CONTINUADA DA ESCOLA POLITÉCNICA
ENERGIAS RENOVÁVEIS, GERAÇÃO DISTRIBUÍDA E EFICIÊNCIA
ENERGÉTICA

ALEXANDRE VERONEZE FABRI

ANÁLISE DA VIABILIDADE ECONÔMICA DE UM SISTEMA FOTOVOLTAICO
PARA ALIMENTAÇÃO DE UMA ESTAÇÃO DOMÉSTICA DE RECARGA
SUSTENTÁVEL PARA VEÍCULOS ELÉTRICOS.

SÃO PAULO
2023

ALEXANDRE VERONEZE FABRI

**ANÁLISE DA VIABILIDADE ECONÔMICA DE UM SISTEMA FOTOVOLTAICO
PARA ALIMENTAÇÃO DE UMA ESTAÇÃO DOMÉSTICA DE RECARGA
SUSTENTÁVEL PARA VEÍCULOS ELÉTRICOS.**

**Trabalho de conclusão de curso
apresentado ao Programa de Educação
Continuada – PECE da Escola
Politécnica da Universidade de São
Paulo como requisito parcial para
obtenção do título de Especialista em
Energias Renováveis, Geração
Distribuída e Eficiência Energética.**

Área de concentração: Energia Solar

**Orientador: Jose Aquiles Baesso
Grimoni**

SÃO PAULO

2023

RESUMO

Essa monografia tem como objetivo analisar os desafios encontrados na implementação de um sistema solar fotovoltaico para alimentação de uma residência composta por suas cargas comuns e uma carga específica de um carregador elétrico veicular. Foram estudadas as premissas teóricas necessárias para o entendimento das tecnologias aplicadas e para o dimensionamento do sistema, além de um estudo de caso do sistema.

Palavras Chave: Energia Solar, Gerador Fotovoltaico, Carro Elétrico, Carregador de Carro Elétrico, Viabilidade Econômica.

ABSTRACT

This study has the purpose of analyzing the challenges in the implementation of a photovoltaic solar system to power a residence composed of its common loads and a specific load of a vehicle electric charger. All the theoretical premises necessary for understanding the applied technologies and sizing the system were studied, in addition to a case study of the system.

Keywords: Solar Energy, Photovoltaic Generator, Electric Car, Electric Car Charger, Economic Study.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Ângulos de declinação Solar (δ), ângulo (ω) e a latitude (ϕ).	13
Figura 2 – Direção do Sol em relação ao plano inclinado	15
Figura 3 – Piranômetros	17
Figura 4 – Irradiação diária Media	18
Figura 5 - Horas de Sol Pleno (HSP)	19
Figura 6 – Célula Fotovoltaica	21
Figura 7 – Associação de Células Solares em Série	22
Figura 8 – Associação de Células Solares em Paralelo	22
Figura 9 – Associação de Painéis Solares em Série	23
Figura 10 – Associação de Painéis Solares em Paralelo.....	23
Figura 11 – Associação de Painéis em Série e Paralelo	24
Figura 12 – Sincronização	27
Figura 13 – Anuncio de carro elétrico do século passado	28
Figura 14 – João Augusto do Amaral Gurgel apresentando o Itaipu no Programa Silvio Santos	29
Figura 15 – Carro elétrico atual	29
Figura 16 – Peso das baterias em cada tecnologia	31
Figura 17 – Carregador portátil/emergência	32
Figura 18 – Carregador do tipo Wall Box.....	33
Figura 19 – Estação de carregamento comercial	33
Figura 20 – Carro elétrico modelo Renault Kwid e-Tech.	34
Figura 21 – Opções de carregamento	34
Figura 22 - Especificações técnicas Renault Kwid e-Tech	35

Figura 23 – Percurso Casa-Trabalho.....	36
Figura 24 - Percurso Trabalho- Casa.....	36
Figura 25 – ABB Terra AC Wall Box 7,4kW, cabo e conector AC tipo 2.....	38
Figura 26 – Vista área da região.....	39
Figura 27 – Vista área da residência	40
Figura 28 – Irradiação solar diária média.....	40
Figura 29 – Irradiação solar diária média mensal nos determinados ângulos	40
Figura 30 – Irradiação Solar no Plano Horizontal	41
Figura 31 – Distância até estação meteorológica mirante de Santana	41
Figura 32 – Dados climatológicos para São Paulo	42
Figura 33 – Especificações do módulo solar	43
Figura 34 – Especificações do inversor	44
Figura 35 – Esquema de ligação entre módulos e inversor	45

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Consumo Mensal do Carro Elétrico	37
Tabela 2 – Consumo Mensal da Residência	38
Tabela 3 – Consumo Total.....	39
Tabela 4 – Lista de Materiais.....	46
Tabela 5 – Valor do Investimento	46
Tabela 6 – Análise Financeira	48
Tabela 7 – Valor do Investimento	50
Tabela 8 – Consumo Mensal do Carro a Gasolina	50
Tabela 9 – FLUXO DE CAIXA PAYBACK SIMPLES.....	56
Tabela 10 – FLUXO DE CAIXA PAYBACK DESCONTADO (TAXA = 13,75%)	58
Tabela 11 – FLUXO DE CAIXA PAYBACK SIMPLES (GERAÇÃO + CARRO ELÉTRICO)	64
Tabela 12 - FLUXO DE CAIXA PAYBACK DESCONTADO (GERAÇÃO + CARRO ELÉTRICO) (TAXA = 13,75%)	68

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	10
1.1 MOTIVAÇÃO E JUSTIFICATIVA	10
1.2 OBJETIVO GERAL	10
1.3 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	10
1.4 METODOLOGIA.....	11
1.5 ESTRUTURA DO TRABALHO	11
2 REVISÃO BIBLIOGRAFICA.....	13
2.1 GEOMETRIA SOLAR.....	13
2.1.1 Declinação Solar δ ($^{\circ}$).....	14
2.1.2 Ângulo Horário ω ($^{\circ}$).....	14
2.1.3 Duração da Insolação N.....	14
2.1.4 Zênite.....	15
2.1.5 Azimute.....	15
2.1.6 Superfície coletora	16
2.1.7 A Constante Solar.....	16
2.1.8 Influência da Atmosfera	17
2.1.9 CRESESB	18
2.1.10 Método CRESESB de Horas de Sol Pleno (HSP).....	19
2.2 SISTEMAS FOTOVOLTAICOS	21
2.2.1 Célula Fotovoltaica.....	21
2.2.2 Painel Fotovoltaico.....	22
2.2.3 STC e NOCT	24
2.2.4 Potência máxima em dada temperatura	25
2.2.5 Off-Grid e On-Grid	26
2.2.6 Inversor	26
2.3 CARROS ELÉTRICOS.....	28
2.3.1 Motor Elétrico	30
2.3.2 Baterias	31
2.3.3 Carregador	32
3 ESTUDO DE CASO	34
3.1 LEVANTAMENTO DE DADOS	34
3.1.1 Definição do Modelo de Carro Elétrico.....	34

3.1.2 Cálculo de consumo do Carro Elétrico	36
3.1.3 Definição do Modelo de Carregador	37
3.1.4 Perfil de Consumo da residência.....	38
3.1.5 Perfil de Consumo Total.	38
3.1.6 Potencial solar e condições climáticas locais	39
3.2 DEFINIÇÕES DO SISTEMA FOTOVOLTAICO	43
3.2.1 Definição das Placas Solares	43
3.2.2 Definição do Microinversor	43
3.2.3 Definição da quantidade de Módulos Fotovoltaicos	45
3.3 VIABILIDADE FINANCEIRA.....	46
3.4 VIABILIDADE TÉCNICA DA INSTALAÇÃO.....	52
5 CONCLUSÃO	53
BIBLIOGRAFIA	54
APÊNDICE A – FLUXO DE CAIXA PAYBACK SIMPLES.....	56
APÊNDICE B – FLUXO DE CAIXA PAYBACK DESCONTADO	58
APÊNDICE C – FLUXO DE CAIXA PAYBACK SIMPLES (GERAÇÃO + CARRO ELÉTRICO)	64
APÊNDICE D – FLUXO DE CAIXA PAYBACK DESCONTADO (GERAÇÃO + CARRO ELÉTRICO)	68
ANEXO A – DATASHEET PLACAS SOLARES	74
ANEXO B – DATASHEET MICRO INVERSOR	76

1 INTRODUÇÃO

1.1 MOTIVAÇÃO E JUSTIFICATIVA

A energia solar fotovoltaica vem se tornando cada vez mais popular e ganhando cada vez mais evidência no cotidiano das pessoas. Enquanto outras energias renováveis adentram ao mundo dos grandes consumidores como empresas e indústrias, a energia solar fotovoltaica está presente também na vida do consumidor final e tem um crescimento doméstico grande.

Em paralelo, cresce também o apelo contra o aquecimento global e a utilização de veículos a combustível fóssil. Responsáveis por uma parte significativa da poluição gerada, a utilização de veículos a combustível fóssil entra em conflito com as novas políticas ambientais, abrindo espaço para veículos não poluentes como os carros elétricos.

Esse trabalho tem como foco principal entender a real capacidade de uma pessoa produzir, em sua residência, toda energia consumida pela sua casa e também pelo seu meio de transporte.

Levando em consideração a geração de energia fotovoltaica, estudaremos além da viabilidade econômica do projeto, qual a estrutura e espaço necessário para sua implantação, determinando a área necessária para as placas solares.

1.2 OBJETIVO GERAL

Análise da viabilidade técnica e econômica da instalação de um sistema fotovoltaico para o abastecimento de energia elétrica de uma residência equipada com um carregador elétrico veicular, localizada na cidade de São Paulo no bairro da Vila Ester.

1.3 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Pesquisa de literatura e normas.

Compreender quais os componentes de um sistema de geração fotovoltaico.

Compreender os impactos de um carregador veicular no sistema.

Dimensionamento de um sistema fotovoltaico.

Análise da viabilidade Econômica da implementação do sistema.

Análise da viabilidade Técnica da implementação do sistema.

Conclusão.

1.4 METODOLOGIA

Em nosso estudo, será feito um levantamento de dados referentes aos carros elétricos disponíveis no mercado e uma estimativa de consumo de energia elétrica mensal/anual necessária para carregar as baterias do modelo de carro escolhido. Será dimensionado também um carregador de baterias que será instalado nessa residência.

Além do consumo referente ao carro elétrico, será feito o levantamento de gasto mensal/anual da residência, conhecendo assim a carga total necessária para suprir o consumo dessa unidade consumidora.

Levantaremos ainda através do CRESESB os dados solarimétricos referente as coordenadas de localização da residência de nosso estudo de caso.

Com todos esses dados em mãos, faremos o dimensionamento do nosso sistema solar fotovoltaico. Levando em consideração os equipamentos disponíveis no mercado, vamos determinar o modelo e número de placas necessárias para nossa aplicação, além dos inversores e outros componentes necessários para instalação.

Por fim, vamos fazer uma análise econômica sobre o nosso estudo, determinando a viabilidade do investimento e seu Payback, além de uma análise técnica focada na área necessária para implantação do sistema.

1.5 ESTRUTURA DO TRABALHO

Este trabalho está estruturado em quatro seções principais, a primeira seção apresenta de forma introdutória o tema deste trabalho.

A segunda seção é uma revisão bibliográfica sobre os principais conceitos teóricos referentes ao tema abordado. Começando com a Geometria Solar, estudaremos o movimento da terra em relação ao Sol e suas implicações na

quantidade de irradiação solar recebida em um determinado local na terra. Falaremos também dos sistemas fotovoltaicos, seus componentes e aplicações. E por fim, vamos apresentar os carros elétricos, seus principais componentes e características.

Na terceira seção será feito um estudo de caso para um sistema de geração fotovoltaica em uma residência com um carregador veicular. Em um primeiro momento, será feito o levantamento de todos os dados necessários para o dimensionamento do sistema. Logo após, serão apresentados os cálculos referentes ao dimensionamento do sistema. E por fim, faremos uma análise para determinar a viabilidade econômica e técnica do projeto.

Na seção quatro, faremos uma conclusão com as considerações finais sobre os resultados obtidos em nosso estudo de caso.

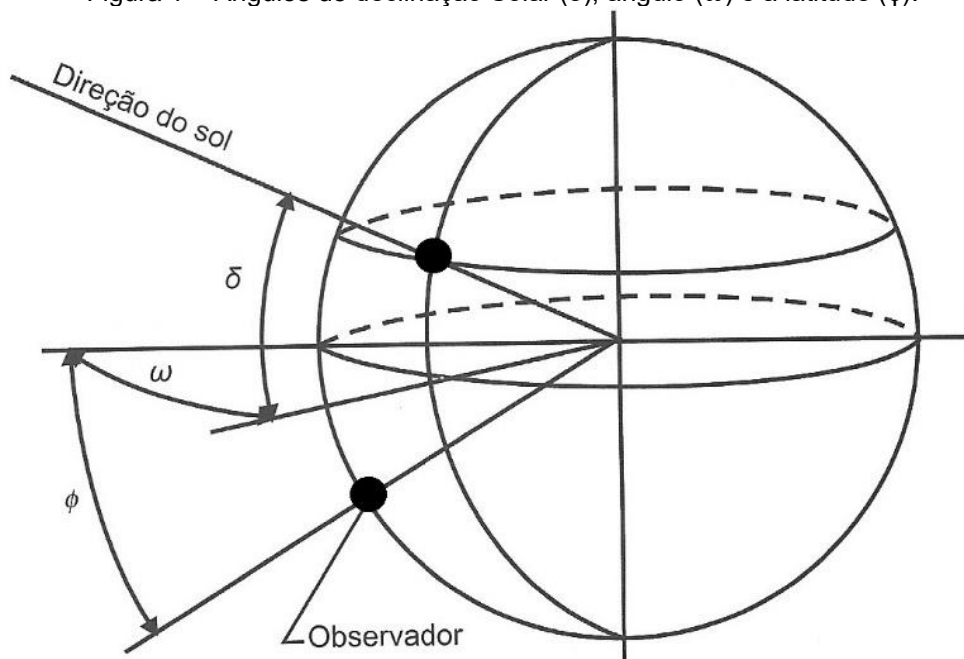
2 REVISÃO BIBLIOGRAFICA

2.1 GEOMETRIA SOLAR

A terra leva aproximadamente 365 dias para dar uma volta em torno do sol e 24 horas para dar uma volta em torno dela mesma. Além disso, sua órbita em torno do sol é elíptica e seu eixo de rotação tem uma inclinação de aproximadamente $23,5^\circ$ em relação a sua órbita em torno do Sol.

Como consequências desse movimento, a irradiação solar na terra varia significativamente de acordo com o horário do dia, a época do ano e sua localização. Essa variação é determinante para quantizarmos a radiação solar recebida em um determinado local por um sistema fotovoltaico, e assim, dimensionarmos esse sistema para atender a demanda necessária. Nesse capítulo vamos estudar as premissas básicas referentes ao posicionamento do sol em relação a um determinado ponto na terra, para assim, calcularmos a quantidade de irradiação solar recebida durante o ano nesse ponto. Considere a figura 1 abaixo:

Figura 1 – Ângulos de declinação Solar (δ), ângulo (ω) e a latitude (ϕ).



Fonte: (PACHECO, 2021)

2.1.1 Declinação Solar δ (°)

O Ângulo chamado de **Declinação Solar δ (°)** é formado entre a linha que contém o plano do Sol e o equador, e é dado pela fórmula:

$$\delta = 23.45 * \text{Sin}((360 / 365) * (284 + n))$$

onde n é o número referente ao dia do ano (ex: 15 de janeiro n=15; 25 de março n=84)

2.1.2 Ângulo Horário ω (°)

Ângulo Horário ω (°) é o ângulo formado entre o meridiano do observador e o meridiano do Sol. Para calcularmos o Ângulo Horário :

$$B = ((360 / 364) * (n - 81))$$

$$E = 9.87 * \text{Sin}(2B) - 7.53 * \text{Cos}(B) - 1.5 * \text{Sin}(B)$$

$$\text{Corhora} = (4 * (L_0 - L) + E) / 60$$

$$\text{Hora Solar} = HS = HL / \text{Corhora}$$

onde HL é a Hora Legal, indicada no relógio.

Com o valor de HS, podemos finalmente calcular o Ângulo Horário ω através da fórmula:

$$\omega = (HS - 12) * 15$$

No pôr do Sol, o Ângulo Horário (ω_s) pode ser escrito pela expressão abaixo:

$$\text{Cos}(\omega_s) = -\text{Tan}(\Phi)\text{Tan}(\delta)$$

Já o Ângulo Horário ao nascer do Sol possui o mesmo módulo, com sinal negativo.

2.1.3 Duração da Insolação N

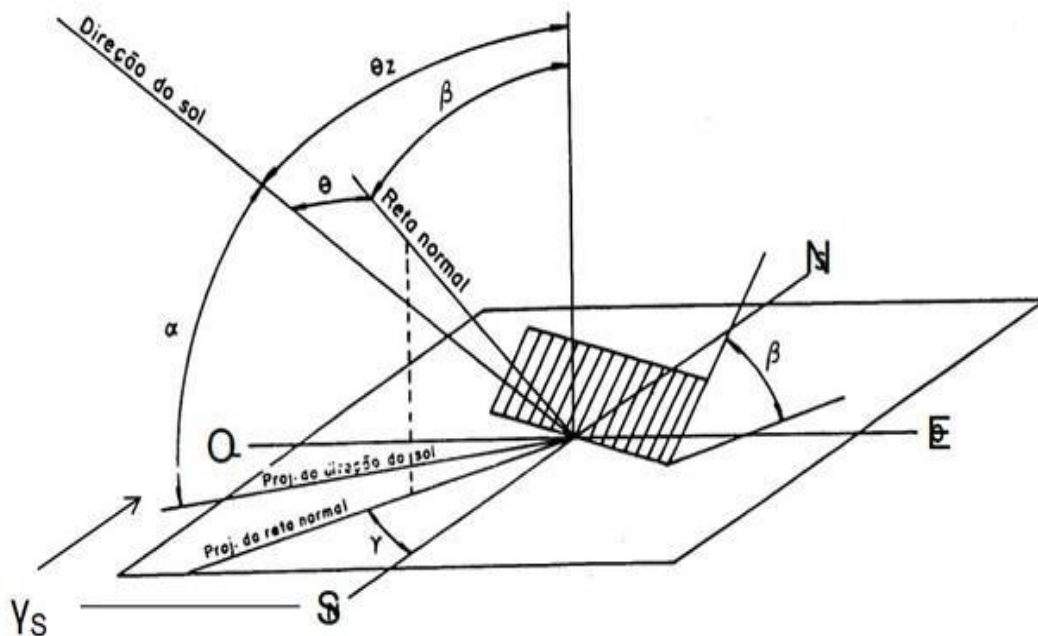
Conhecendo o Ângulo Horário ao por do Sol, podemos determinar a duração da Insolação de um dia, conforme expressão abaixo:

$$N = (2/15) \omega_s$$

2.1.4 Zênite

Dado um ponto de referência de um observador na terra, o Zênite pode ser descrito como o ponto de um eixo vertical traçado a partir do observador com a esfera celeste, conforme indicado na figura 2 abaixo:

Figura 2 – Direção do Sol em relação ao plano inclinado



Fonte: (PACHECO, 2021)

O Ângulo formado por θZ conforme indicado na figura 2, é o Ângulo Zenital, e pode ser descrito pela equação a seguir:

$$\cos \theta Z = \sin(\delta) \sin(\Phi) + \cos(\delta) \cos(\Phi) \cos(\omega)$$

A altitude solar α , pode ser descrita em função do Ângulo Zenital sendo:

$$\alpha + \theta Z = 90$$

2.1.5 Azimute

O Azimute solar é o Ângulo formado pela projeção da direção do Sol e o Norte geográfico, e é dado pela expressão abaixo:

$$Ys \text{ módulo} = \arccos \left(\frac{\cos(\theta Z) \times \sin(\Phi) - \sin(\delta)}{\sin(\theta Z) \times \cos(\Phi)} \right)$$

2.1.6 Superfície coletora

Uma vez aplicados todos os conceitos anteriores, devemos considerar também em nossos cálculos a inclinação da superfície coletora Beta e o Azimute da superfície coletora γ , indicados na figura 2

O Ângulo de inclinação da superfície coletora Beta pode ser observado no local onde a superfície coletora será instalada, como por exemplo um telhado. Já o Azimute dessa superfície pode ser obtido com um bussola no local.

$$\begin{aligned} \cos(\theta) = & \sin(\delta)\sin(\Phi)\cos(\beta) - \sin(\delta)\cos(\Phi)\sin(\beta)\cos(\gamma) \\ & + \cos(\delta)\cos(\Phi)\cos(\beta)\cos(\omega) \\ & + \cos(\delta)\sin(\Phi)\sin(\beta)\cos(\gamma)\cos(\omega) \\ & + \cos(\delta)\sin(\beta)\sin(\gamma)\sin(\omega) \end{aligned}$$

2.1.7 A Constante Solar

A constante solar pode ser explicada como o fluxo de radiação solar que atinge nossa atmosfera perpendicularmente aos raios solares durante um determinado tempo em uma determinada área. Essa constante é importante pois através dela e dos cálculos anteriores, podemos entender a quantidade de radiação solar que nosso sistema irá receber.

Constante Solar: $G_{sc} = 1367 \text{ (W/m}^2\text{)}$

Irradiação em um plano perpendicular a órbita da terra:

$$G_{0N} = G_{sc} [1 + 0,033\cos(360n/365)]$$

Irradiação em um plano horizontal sobre a terra:

$$G_0 = G_{0N} \cos(\theta_Z)$$

Com as formulas descritas acima, conseguimos determinar a irradiação solar em um determinado momento e local, porém, para dimensionamento de nosso sistema, precisamos calcular a irradiação solar durante um período, ou seja, em um intervalo de tempo.

Nesse intervalo de tempo teremos uma variação de ângulos horários ω_1 e ω_2 e podemos determinar a irradiação solar integrada no intervalo de tempo compreendida por esses ângulos pela equação abaixo:

$$H_0 = 2,75 \times 10^4 \times G_{sc} \times (1 + 0,033 \times \cos(360 \times n / 365)) \times (1,75 \times 10^{-2} \times \omega_s \times \sin(\delta) \times \sin(\phi) + \cos(\delta) \times \cos(\phi) \times \sin(\omega_s))$$

2.1.8 Influência da Atmosfera

Nos cálculos anteriores, usamos como referência os valores da constante solar G_{sc} (W/s), porém, para um determinado ponto na superfície terrestre, temos que levar em consideração também a influência da atmosfera, que é formada por uma série de substâncias que podem tanto absorver, como espalhar os fótons irradiados pelo sol.

Essas substâncias presentes na atmosfera podem sofrer grandes variações que dependem de fatores como o clima e poluição, tornando o cálculo teórico extremamente complexo.

Apesar disso, essa irradiação pode ser medida por um equipamento chamado Piranômetro, conforme figura 3 abaixo:

Figura 3 – Piranômetros



Fonte: (Wikipedia, 2022)

Dessa forma, em nosso estudo vamos considerar os dados históricos medidos fornecidos pelo programa SunData no site do CRESESB.

2.1.9 CRESESB

O CRESESB, Centro de Referência para Energia Solar e Eólica Sérgio de Salvo Brito, disponibiliza uma ferramenta de apoio para o dimensionamento de sistemas fotovoltaicos, um programa chamado SunData.

Através desse programa, que pode ser acessado diretamente no site por uma plataforma web, sem necessidade de instalação, podemos inserir os dados das coordenadas geográficas do local onde será feita a instalação do sistema fotovoltaico (latitude e longitude) e o programa fornece três sugestões de locais próximos ao ponto de interesse.

Uma vez escolhida a localidade de referência, são disponibilizados os dados da irradiação diária média para cada mês do ano, de três ângulos de referência: Latitude, Maior média Anual e Maior mínimo mensal.

Na figura 4 abaixo, temos um exemplo de como os dados são apresentados:

Figura 4 – Irradiação diária Média

Município:XXXXXX

Estado:XX

Latitude: XX,XX° N|S

Longitude:XX,XX° O

Distância do ponto de ref. (XX,XX° N|S; XX,XX° O) : XX,X Km

		Irradiação diária média [kwh/m2.dia]													
Ângulo	Inclinação [°]	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Média	Delta
Ângulo igual a latitude	XX	X,xx	X,xx	X,xx	X,xx	X,xx	X,xx	X,xx	X,xx	X,xx	X,xx	X,xx	X,xx	X,xx	X,xx
Maior média anual	XX	X,xx	X,xx	X,xx	X,xx	X,xx	X,xx	X,xx	X,xx	X,xx	X,xx	X,xx	X,xx	X,xx	X,xx
Maior mínimo mensal	XX	X,xx	X,xx	X,xx	X,xx	X,xx	X,xx	X,xx	X,xx	X,xx	X,xx	X,xx	X,xx	X,xx	X,xx

Fonte: (Cresesb, 2018)

2.1.10 Método CRESESB de Horas de Sol Pleno (HSP)

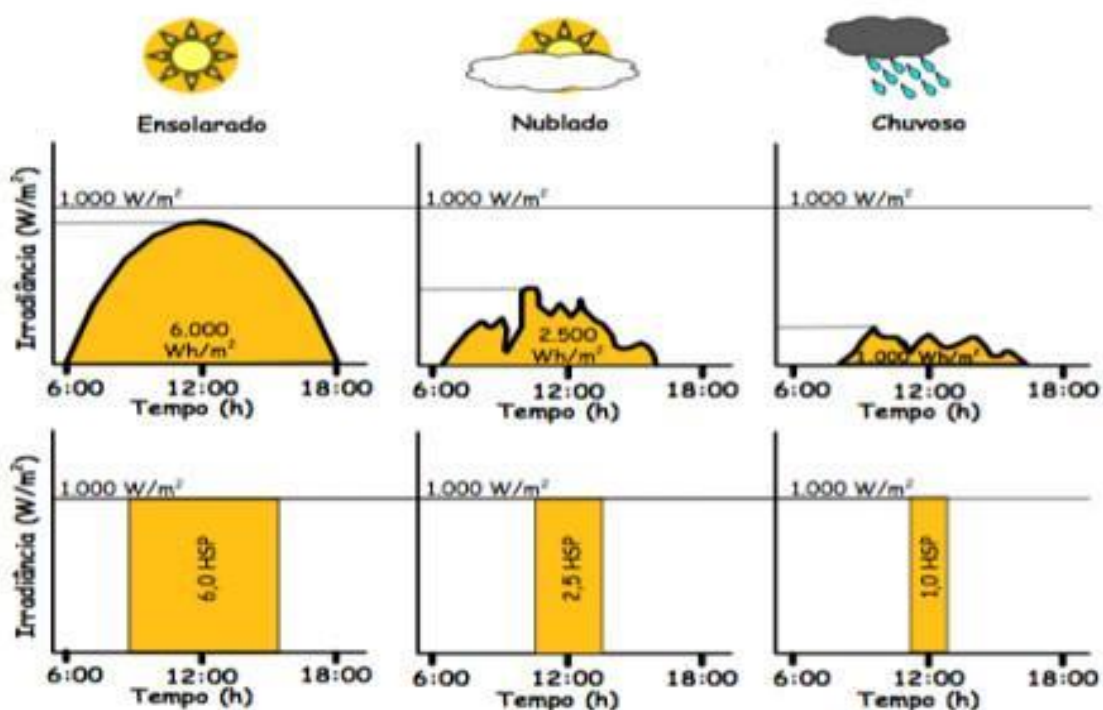
Como vimos nos capítulos anteriores, a matemática que envolve a variação da irradiação durante um determinado dia e durante cada dia do ano é complexa. Dessa forma, através do método de HSP, temos uma grandeza capaz de auxiliar de forma prática o dimensionamento do sistema fotovoltaico.

A sigla HSP, Horas de Sol Pleno, representa a quantidade média de horas durante um dia em que a radiação solar é máxima.

$$GT = 1000W/m^2$$

A HSP de um determinado local depende de sua localização geográfica e do período do ano. Através do site do CRESESB podemos obter os dados da irradiação solar média mensal da maioria das regiões do Brasil.

Figura 5 - Horas de Sol Pleno (HSP)



Fonte: (Cresesb, 2018)

A energia disponibilizada por um Gerador Fotovoltaico é dada por:

$$E_{rede} = N \times P_{mp} \times (HSP) \times (TD)$$

onde:

N é o nº de painéis fotovoltaicos que constituem o GFV

P_{mp} é a potência máxima STC do painel fotovoltaico [W]

(HSP) N° de Horas de Sol Pleno [h/dia] (obtida no CRESESB)

(TD) taxa de desempenho/performance, parâmetro experimental

sendo que TD, taxa de desempenho, é definida pela equação:

$$(TD) = (\text{energia real fornecida pelo sistema}) / (\text{energia máxima teórica possível})$$

2.2 SISTEMAS FOTOVOLTAICOS

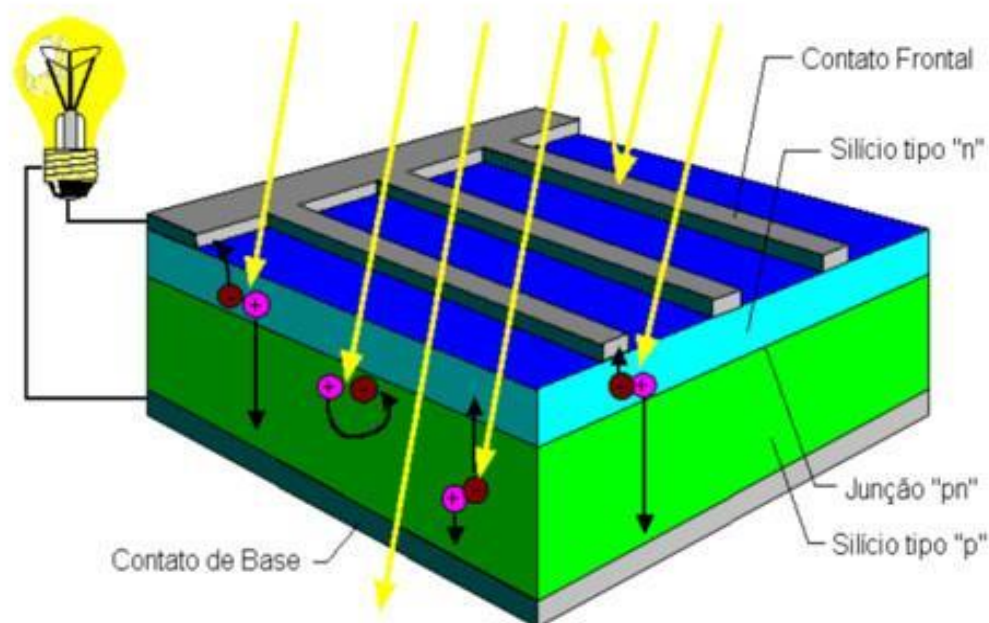
2.2.1 Célula Fotovoltaica

Na conversão fotovoltaica da energia solar, a energia da luz do sol é convertida diretamente em energia elétrica, utilizando células solares fotovoltaicas.

Essas células solares são feitas de materiais semicondutores, como por exemplo o silício, que possuem a propriedade de absorver a luz solar e gerar corrente elétrica.

Quando a luz incide sobre uma célula fotovoltaica, os fótons excitam os elétrons presentes no material semicondutor, o que faz com que eles se liberem de suas ligações. Esses elétrons são então direcionados por um campo elétrico criado pela diferença de potencial entre suas camadas de material, gerando assim, uma corrente elétrica contínua que pode ser utilizada como energia elétrica.

Figura 6 – Célula Fotovoltaica

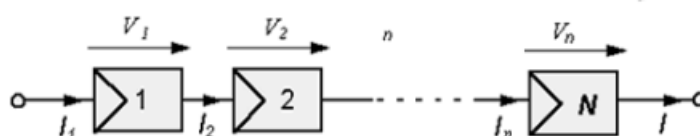


Fonte: (Cresesb, 2018)

2.2.2 Painel Fotovoltaico

Ao associarmos várias células solares, em série e paralelo, temos a constituição de um painel fotovoltaico.

Figura 7 – Associação de Células Solares em Série

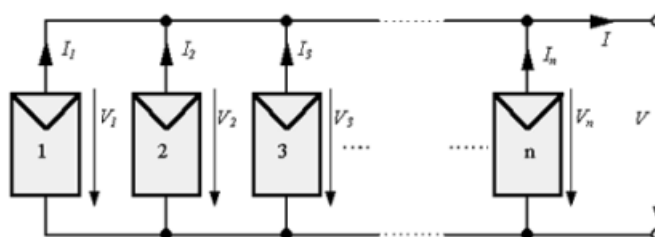


Fonte: (Cresesb, 2018)

Na associação em série, as células solares são conectadas uma após a outra, de forma que a corrente flua através de todas elas. Nesse tipo de conexão, a tensão gerada por cada célula é somada, resultando em uma tensão total maior do que a de uma única célula. A corrente, no entanto, permanece a mesma em todas as células.

Associação de Células Solares em Paralelo:

Figura 8 – Associação de Células Solares em Paralelo



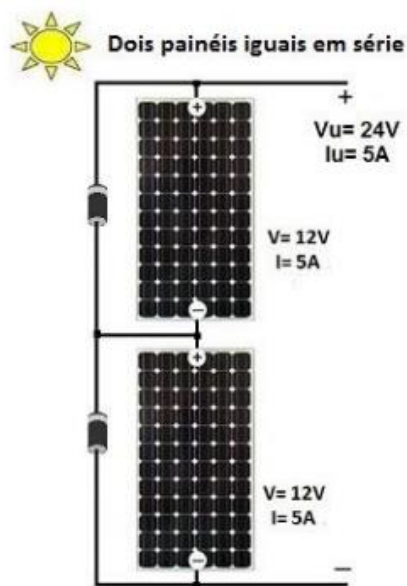
Fonte: (Cresesb, 2018)

Na associação em paralelo, as células solares são conectadas em grupos, onde todas as conexões positivas são ligadas juntas e todas as conexões negativas são ligadas juntas. Nesse caso, a tensão em cada célula permanece a mesma, mas a corrente total é somada, resultando em uma corrente total maior do que a de uma única célula.

Assim como um painel é composto por uma associação de células fotovoltaicas, tanto em série como paralelo, um sistema fotovoltaico também é uma

associação de painéis fotovoltaicos em série e paralelo, a tensão e corrente final do sistema vai depender da quantidade de Painéis.

Figura 9 – Associação de Painéis Solares em Série



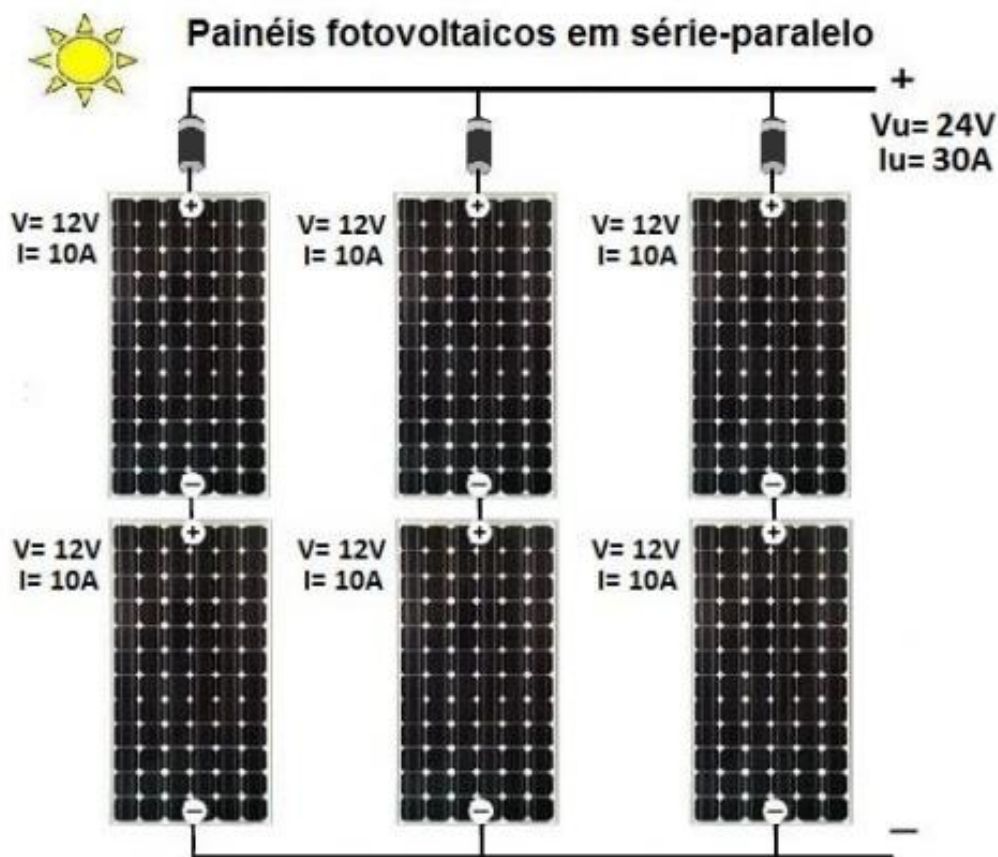
Fonte: (Cresesb, 2018)

Figura 10 – Associação de Painéis Solares em Paralelo



Fonte: (Cresesb, 2018)

Figura 11 – Associação de Painéis em Série e Paralelo



Fonte: (Cresesb, 2018)

2.2.3 STC e NOCT

As especificações de performance de um painel solar são comumente informadas pelo fabricante em STC como em NOCT.

STC - Standart Test Condition:

Condições de teste padrão com irradiação de $1000W/m^2$, $AM=1,5$ e temperatura do Painel de $25^{\circ}C$.

NOCT – Nominal Operating Cell Temperature:

Condições de operação nominais com irradiação de $800W/m^2$, $AM=1,5$, temperatura ambiente de $20^{\circ}C$ e velocidade do vento de $1m/s$.

2.2.4 Potência máxima em dada temperatura

Coeficiente de Temperatura para Voc na temperatura de célula TC
GT = 1000 W/m²:

$$V_{oc} = V^{ooc} (1 + Y_{oc} (T_c - T^{oC}))$$

Coeficiente de Temperatura para ISC na temperatura de célula TC
GT=1000W/m²:

$$I_{sc} = I^{osc} (1 + Y_{sc} (T_c - T^{oC}))$$

Sendo:

V_{oc} – Tensão de circuito aberto;

V^{ooc} – Tensão de circuito aberto, fabricante;

Y_{oc} – Coeficiente de temperatura para circuito aberto;

T_c - Temperatura da célula;

T^{oC} – Temperatura da célula, fabricante;

I_{sc} – Corrente de curto circuito;

I^{osc} – Corrente de curto circuito, fabricante;

Y_{sc}– Coeficiente de temperatura para curto circuito.

Estimativa da Temperatura de Operação da Célula de Painel Fotovoltaico:

$$T_c = T_a + \frac{G_t}{800} (T^{oC} - 20) * 0,9$$

Estimativa de potência máxima da célula de painel fotovoltaico:

$$P_{mp} = P^{omp} (1 + Y_{mp} (T_c - T^{oc}))$$

2.2.5 Off-Grid e On-Grid

Sistema Off-Grid:

Um sistema Off-Grid é um sistema de geração de energia independente, que não está conectado à rede pública. A principal característica de um sistema Off-Grid é a necessidade de armazenar a energia gerada em baterias, uma vez que nos períodos da noite, por exemplo, a geração de energia é zero. Uma grande desvantagem do sistema Off-Grid é o preço das baterias.

Sistema On-Grid:

Um sistema On-Grid é um sistema de geração de energia conectado à rede pública. Nesse sistema toda a energia excedente gerada em um determinado período é injetada na rede e gera um crédito ao consumidor, que será consumido nos momentos de nenhuma ou pouca geração.

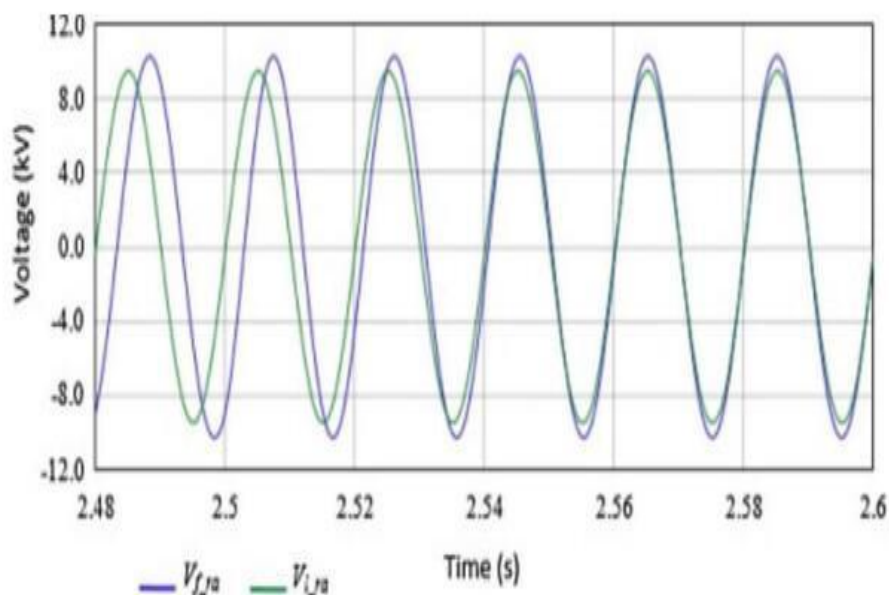
Apesar do custo mais baixo devido a ausência da necessidade de baterias, nesse tipo de sistema é necessária a utilização de um inversor CC/CA capaz de sincronizar as fases da energia CA gerada com a rede.

3.2.6 Inversor

O inversor CC/CA é um componente importantíssimo em um sistema fotovoltaico, sua função principal é converter a Corrente Contínua (CC) gerada pelos painéis solares em Corrente Alternada (CA), que será usada para alimentar as cargas do sistema. O inversor CC/CA também é chamado de UCP - Unidade de Condicionamento de Potência.

Quando trabalhamos com um sistema On-Grid, o inversor tem ainda a função de sincronizar o seu sinal de saída com o sinal da concessionária, uma vez que ambos estarão conectados.

Figura 12 – Sincronização



Fonte: (Cresesb, 2018)

Podemos classificar os inversores em três tipos: Micro-inversores, Inversores de String e Inversores Centrais.

Micro-inversores: São dispositivos menores e independentes que são instalados individualmente na parte de trás de cada painel ou de um grupo de painéis do sistema. Possuem uma potência individual mais baixa e o nível de corrente CC é bem mais baixo, garantindo uma segurança adicional ao sistema. Eles podem otimizar o sistema uma vez que cada painel pode gerar uma potência diferente, por exemplo, quando uma sombra de um edifício se projeta apenas sobre alguns módulos.

Inversores de String: Os inversores são dispositivos maiores que são instalados de forma central no sistema fotovoltaico. Mais utilizados em sistemas médios e grandes, eles são mais econômicos porém não permitem monitoramento individual dos módulos e o nível de tensão CC pode ser alto.

Inversores centrais: Os inversores centrais são semelhantes aos Inversores de String, porém são normalmente chamados de inversores centrais os inversores com grande capacidade utilizados na indústria ou em grandes fazendas solares.

2.3 CARROS ELÉTRICOS

Os carros elétricos são considerados por muitos o próximo passo da indústria automotiva. Com uma proposta mais sustentável e ecológica, substituir os carros a combustível fóssil parece ser inevitável e muitas empresas e governos fazem atualmente esforços para caminhar nessa direção. Apesar de terem se tornado mais populares e acessíveis nos últimos anos, os carros elétricos foram idealizados ainda no século XIX, quando os primeiros protótipos foram desenvolvidos.

Desde sua idealização até os dias de hoje, os carros elétricos passaram por vários momentos de destaque e descrédito.

Um dos fatores mais importantes para o descrédito dos carros elétricos foi o uso de baterias com um custo de produção elevado e baixo rendimento, que, apesar da clara evolução tecnológica, inviabilizavam essa solução.

No momento atual, o carro elétrico passa novamente por um momento de destaque, com significativo desenvolvimento tecnológico e um apelo ambiental fortíssimo para diminuição da poluição gerada em nosso planeta.

Figura 13 – Anuncio de carro elétrico do século passado

**THE 100-MILE
Fritchle Electric
IS GUARANTEED**

to travel 100 miles to the single charge—over city streets or country roads.

We are now ready to close 1909 Agencies. Write for our proposition.

**VICTORIA PHAETON
S2000**
Complete Size Includes all styles

CENTRAL GARAGE
830 1/2 NEW YORK AVE.
CLEVELAND AND ELECTRIC CARB
REPAIR AND SERVICE
CLEVELAND, O. C. March 15, 1909.

TO WHOM IT MAY CONCERN:

This is to certify that we charge Mr. [Name]’s Fritchle Automobile and incident to making same for use. That the car left the garage, the number registered as 2000 and that it returned the next day, 15 registered 2001 miles, making that 100 miles and that we are ready to accept the car for the next 100 miles.

The above letter is respectfully submitted as evidence of our “100 mile per charge” claim—in this particular instance, however, the mileage having been made by a Fritchle Electric automobile after the completion of an overland tour from Lincoln, Neb., to New York City, thence to Washington, D. C. through hundreds of miles of mud and over the Allegheny mountains.

All Customers showing copies of our open and closed cars mailed on request.

The Fritchle Automobile & Battery Co.
1440-1452 Clarkson St., Denver, Colorado

Fonte: (Climainfo, 2017)

Figura 14 – João Augusto do Amaral Gurgel apresentando o Itaipu no Programa Silvio Santos



Fonte: (Reparacao Automotiva, 2022)

Figura 15 – Carro elétrico atual



Fonte: (ORÉFICE e CAVALCANTE, 2019)

2.3.1 Motor Elétrico

Dentre os vários tipos de motores elétricos, uma parte deles costuma ser utilizada em veículos elétricos, conforme descrito abaixo:

Motor de corrente contínua (CC): Os motores de corrente contínua foram utilizados em alguns modelos mais antigos, são mais compactos e simples, além de possuir uma boa eficiência e um bom torque inicial.

Motor de corrente alternada (AC): Os motores de corrente alternada são mais utilizados nos veículos elétricos modernos. Eles são alimentados por uma corrente alternada e geralmente são mais eficientes do que os motores de corrente contínua.

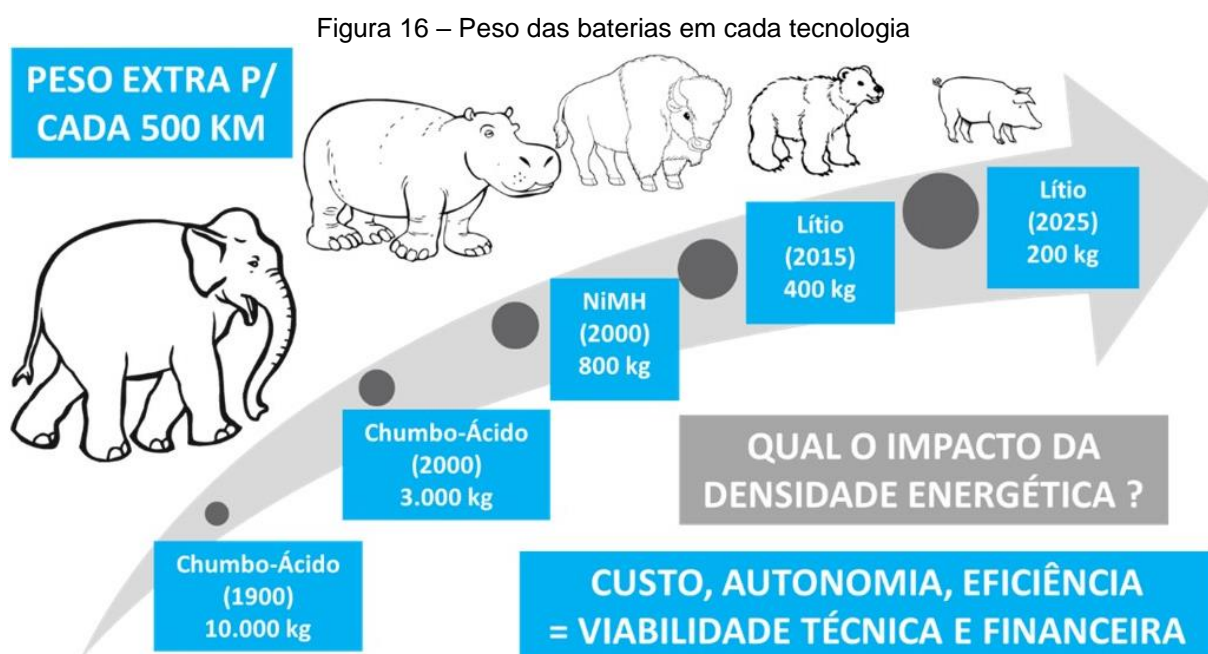
Motor de indução: Dentre os motores de corrente alternada (AC) estão os motores de indução, também conhecidos como motores assíncronos. Eles são robustos, confiáveis e relativamente mais baratos de produzir. Os motores de indução não requerem ímãs permanentes e são eficientes em uma faixa de velocidades.

Motor síncrono de ímã permanente: Os motores síncronos também são do tipo de motor de corrente alternada (AC) e possuem uma velocidade de rotação sincronizada com a frequência da corrente fornecida. O ímã permanente gera o campo magnético necessário para a rotação do rotor. Esses motores são compactos, leves e eficientes, o que os torna uma escolha popular para veículos elétricos. Eles oferecem um alto torque inicial e podem operar em uma ampla faixa de velocidades. O modelo de carro elétrico escolhido em nosso trabalho utiliza esse tipo de motor.

2.3.2 Baterias

As baterias de um carro elétrico são como o tanque de combustível de um carro a combustão. Nelas fica armazenada a energia elétrica necessária para alimentar o motor elétrico.

Atualmente as baterias utilizadas pela indústria são as baterias de íon-lítio. Dentre várias outros tipos de baterias, a bateria de íon-lítio trouxe uma combinação poderosa de vários fatores como: Densidade energética (Wh/kg), Densidade de Potência (W/kg), Eficiência de carga e descarga, Tempo de carga, etc.



Fonte: (neocharge, 2021)

2.3.3 Carregador

Um carregador residencial de carros elétricos é um dispositivo utilizado para carregar veículos elétricos diretamente em casa. Ele é conectado à rede elétrica residencial e fornece a energia necessária para recarregar a bateria do veículo. Existem vários tipos de carregadores residências, onde varia principalmente a potência de cada tipo de carregador, o que influencia diretamente no tempo de recarga.

Carregador portátil: Os veículos mais novos já possuem um carregador portátil incluído, que também pode ser chamado de carregador de emergência, dependendo de sua potência. Esse carregador permite que o veículo seja carregado em uma tomada comum. Esse tipo de carregamento, porém, costuma ser mais lento, levando um tempo aproximado acima de 10 horas para um carregamento completo.

Figura 17 – Carregador portátil/emergência



Fonte: (neocharge, 2021)

Carregador Doméstico ou Wall box: Esses carregadores são os mais populares, são mais rápidos que os anteriores podendo trabalhar com correntes e potências maiores. O Wall box porém, requer uma adequação na instalação doméstica. Comumente instalados na parede, podem ter variadas potências a adequação do cabeamento elétrico até o local de instalação da Wall box deve seguir a potência do aparelho.

Figura 18 – Carregador do tipo Wall Box



Fonte: (ABB, 2023)

Carregador Comercial ou de Estacionamento: Da mesma forma que é podemos encontrar instalações comerciais com os carregadores Wall box, um carregador comercial também pode ser instalado em uma residência, ou até mesmo em um espaço compartilhado como de um condomínio, sendo que o principal obstáculo é a adequação da instalação do local e o seu custo. Sua potência mais elevada, permite que o carro elétrico seja totalmente carregado em tempo menor. Além de outras funcionalidades possíveis como monitoramento do uso e até mesmo cobrança pelo uso.

Figura 19 – Estação de carregamento comercial



Fonte: (ABB, 2023)

3 ESTUDO DE CASO

3.1 LEVANTAMENTO DE DADOS

3.1.1 Definição do Modelo de Carro Elétrico

Depois de uma análise dos principais veículos disponíveis no mercado, o modelo escolhido foi o Renault Kwid e-Tech.

Figura 20 – Carro elétrico modelo Renault Kwid e-Tech.

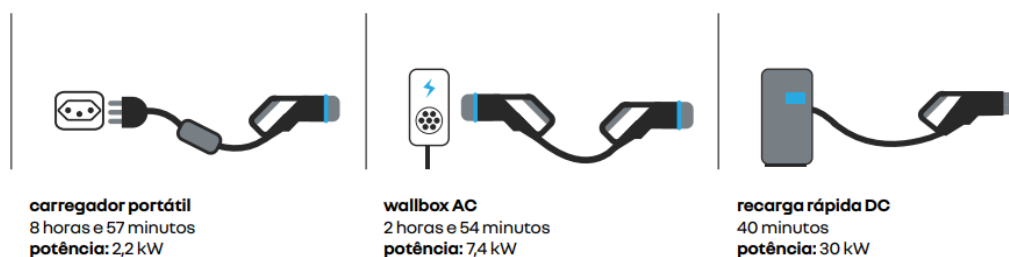


Fonte: (Renault, 2023)

Além de ser um dos modelos com o custo mais acessível, ele atendeu aos principais pré-requisitos estipulados para escolha do veículo, com autonomia suficiente para um dia de trabalho e pequenas viagens (185km) e possibilidade de carga completa durante a noite (26,8kWh).

O modelo escolhido também possui três opções de carregamento, sendo a velocidade de carregamento diretamente proporcional a potência do carregador:

Figura 21 – Opções de carregamento



Fonte: (Renault, 2023)

Na figura 22 representada abaixo temos algumas especificações técnicas referentes ao modelo escolhido:

Figura 22 - Especificações técnicas Renault Kwid e-Tech

Arquitetura	carroceria monobloco, monovolume, 4 lugares, 4 portas
Motor	elétrico, síncrono de ímãs permanentes com redutor integrado
Alimentação	baterias de íon-lítio
Bateria	26,8 kWh
Potência máxima (ABNT)	65 cv
Torque máximo (ABNT)	11,5 kgfm
Rodas e pneus	175/70 R14
Freios	discos ventilados na dianteira e tambor na traseira
Direção	elétrica com assistência variável
Câmbio	transmissão automática: uma marcha à frente e uma à ré
Autonomia (SAE J1634)	185 km*
Porta de carregamento	AC: CCS Type 2 DC: CCS Combo 2
Carregador portátil	127V/220V (2,2 kW max - 220V_10A) - tomada com pino de 20A necessária
Tempo de recarga	recarga rápida DC 30 kW (15-80%) - 40 min wallbox AC 7,4 kW (15-80%) - 2h54 carregador portátil 220V 10A (15-80%) - 8h57
Porta-malas	290 litros
Peso em ordem de marcha	977 kg
Peso da bateria	188 kg
Velocidade máxima	130 km/h
Aceleração 0 - 50 km/h	4,1 segundos
Aceleração 0 - 100 km/h	14,6 segundos

*Considerando um ciclo 100% urbano. Seguindo as regras do ciclo PBEV (programa brasileiro de etiquetagem veicular do INMETRO).

Fonte: (Renault, 2023)

Através dos dados acima, podemos calcular uma média de consumo dividindo a autonomia do veículo pela carga total da bateria, sendo:

Carga total da Bateria = 26,8 KWh;

Autonomia = 185 km;

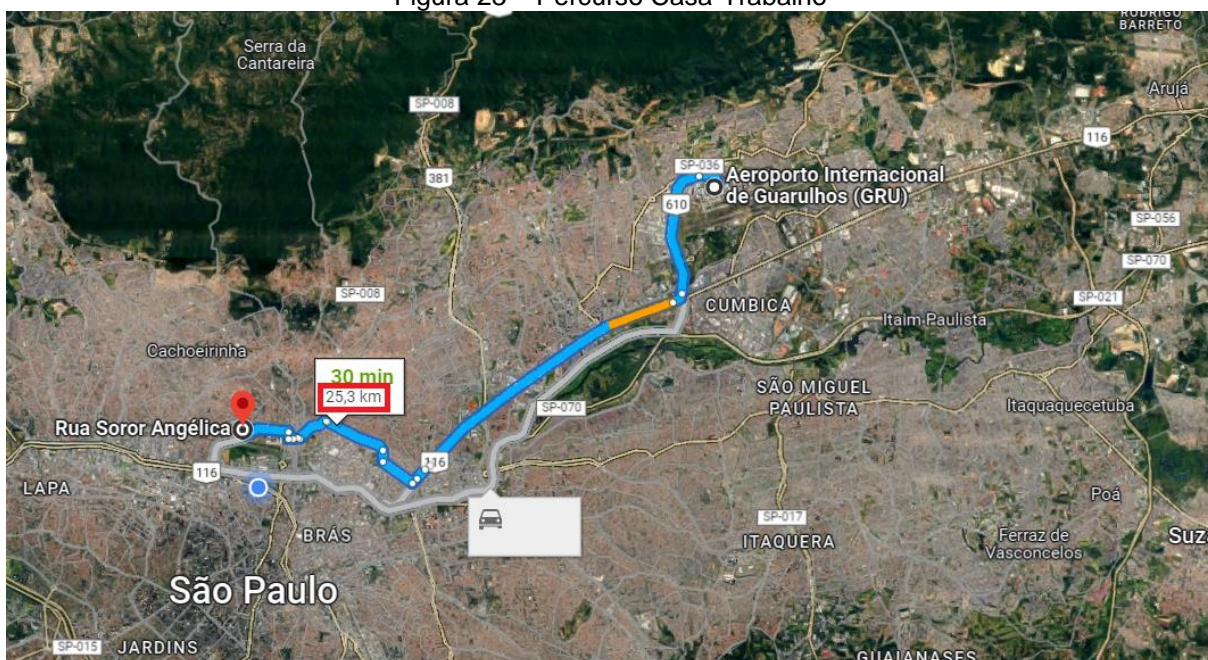
Temos que: $185 \text{ km} / 26,8 \text{ KWh} = 6,90 \text{ km/KWh}$.

Esse valor será importante para determinarmos a carga necessária demandada pelo nosso sistema, mas para isso, precisamos ainda estimar uma distância média de deslocamento, como faremos a seguir.

3.1.2 Cálculo de consumo do Carro Elétrico

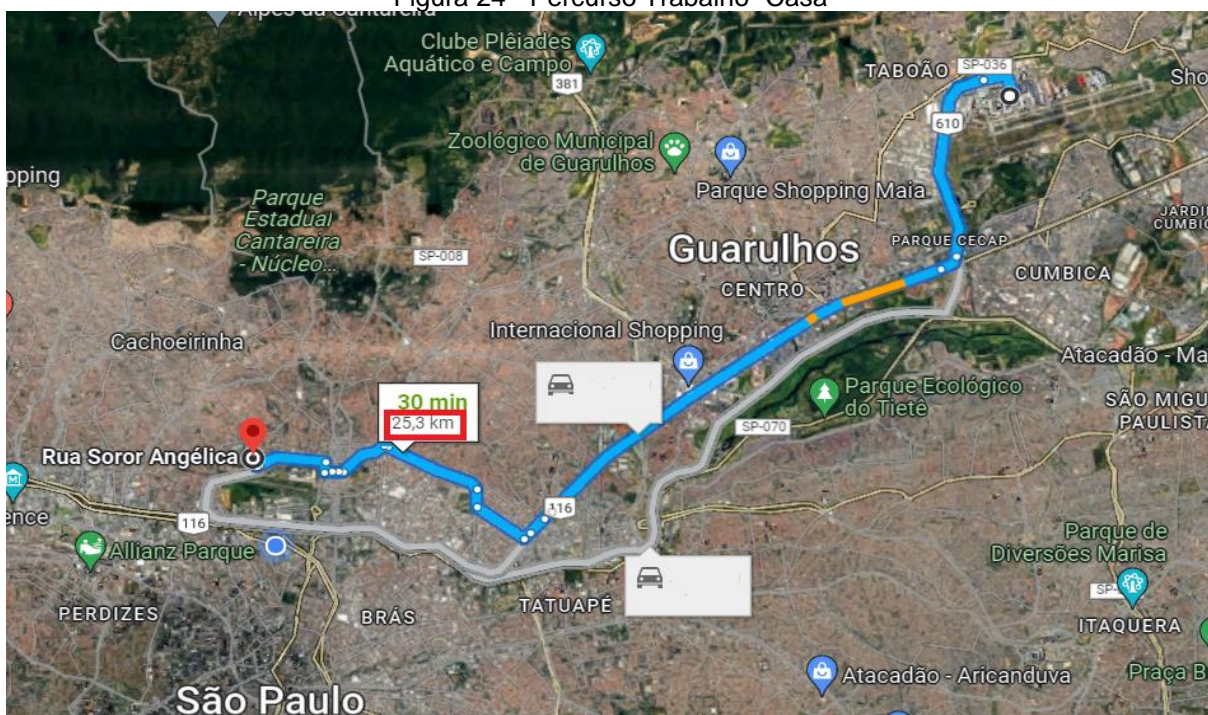
Em nosso estudo, vamos considerar como referência uma rota de trabalho diária entre a residência e o aeroporto de Guarulhos, conforme figuras 23 e 24 a seguir:

Figura 23 – Percurso Casa-Trabalho



Fonte: (google maps, 2023)

Figura 24 - Percurso Trabalho- Casa



Fonte: (google maps, 2023)

A distância total percorrida em um dia de trabalho será igual a soma do percurso de ida e de volta, totalizando assim, 50,6 km.

Estamos estimando ainda que nos finais de semana, a distância de deslocamento será 25 km, e que, durante 20 dias no mês de dezembro referente as férias, não haverá deslocamento.

Logo temos a Tabela 1 a seguir:

Tabela 1 – Consumo Mensal do Carro Elétrico

Mês	Distância	Consumo	Mês	Distância	Consumo
Janeiro	1226 km	178 kWh	Julho	1188 km	172 kWh
Fevereiro	1112 km	161 kWh	Agosto	1264 km	183 kWh
Março	1264 km	183 kWh	Setembro	1175 km	170 kWh
Abril	1137 km	166 kWh	Outubro	1226 km	178 kWh
Maior	1264 km	183 kWh	Novembro	1213 km	176 kWh
Junho	1213 km	176 kWh	Dezembro	366 km	53 kWh
Total Anual:				13.647 km	1978 kWh

3.1.3 Definição do Modelo de Carregador

Quanto maior a potência do carregador, mais rápido é o carregamento completo do veículo, por outro lado, seu custo também sobe proporcionalmente.

Para o carregador desse sistema, desconsideramos o carregador portátil devido ao longo período de carregamento, mas consideramos um Wall box com potência de apenas 7,4 KW. Essa potência é parecida com a de um chuveiro elétrico e apesar de ser pequena se comparada com outros carregadores, o tempo de carregamento fica próximo de 4 horas. Além disso, a instalação dessa Wall box é muito mais simples, não requerendo nada especial como correntes muito elevadas e sistemas trifásicos, podendo assim ser feita em uma residência sem grandes intervenções.

Figura 25 – ABB Terra AC Wall Box 7,4kW, cabo e conector AC tipo 2



Fonte: (ABB, 2023)

3.1.4 Perfil de Consumo da residência.

Foram levantados também os dados de consumo da residência do estudo, referentes ao ano de 2022, conforme Tabela 2 a seguir:

Tabela 2 – Consumo Mensal da Residência

Mês	Consumo	Mês	Consumo
Janeiro	195 kWh	Julho	458 kWh
Fevereiro	241 kWh	Agosto	304 kWh
Março	283 kWh	Setembro	354 kWh
Abril	288 kWh	Outubro	331 kWh
Maio	241 kWh	Novembro	300 kWh
Junho	400 kWh	Dezembro	165 kWh
Total Anual:			3.560 kWh

3.1.5 Perfil de Consumo Total.

Somando os valores do Perfil de consumo do Carro Elétrico com o Perfil de Consumo da Residência, temos o Perfil de Consumo Total, conforme Tabela 3:

Tabela 3 – Consumo Total

Mês	Consumo	Mês	Consumo
Janeiro	373 kWh	Julho	660 kWh
Fevereiro	402 kWh	Agosto	487 kWh
Março	466 kWh	Setembro	524 kWh
Abril	453 kWh	Outubro	509 kWh
Mai	424 kWh	Novembro	476 kWh
Junho	576 kWh	Dezembro	218 kWh
		Total Anual:	5538 kWh

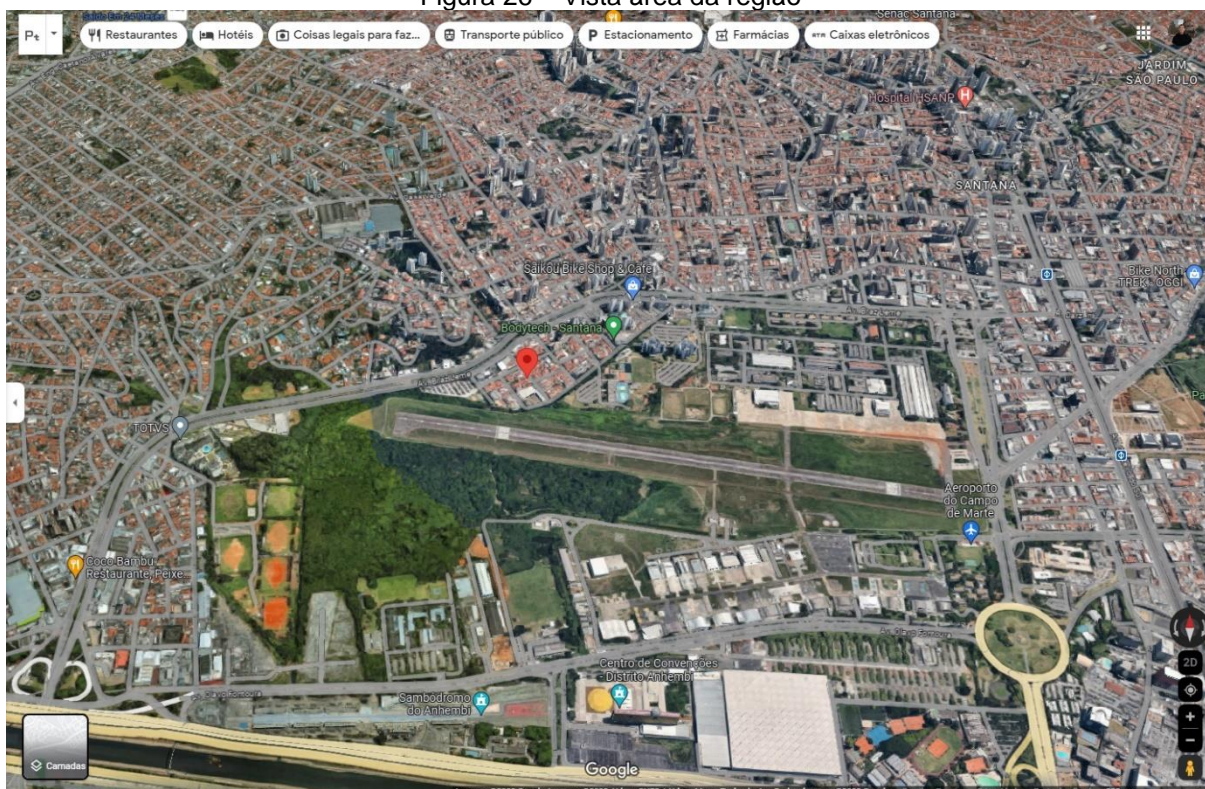
3.1.6 Potencial solar e condições climáticas locais

O local utilizado para esse estudo é uma casa no Bairro Vila Ester na cidade de São Paulo, uma referência próxima do local é o aeroporto campo de marte. As figuras 26 e 27 mostram a localização. Abaixo, retiradas do Google Maps, temos as coordenadas desse local:

$$\Phi = 23^{\circ}30'23.3''S$$

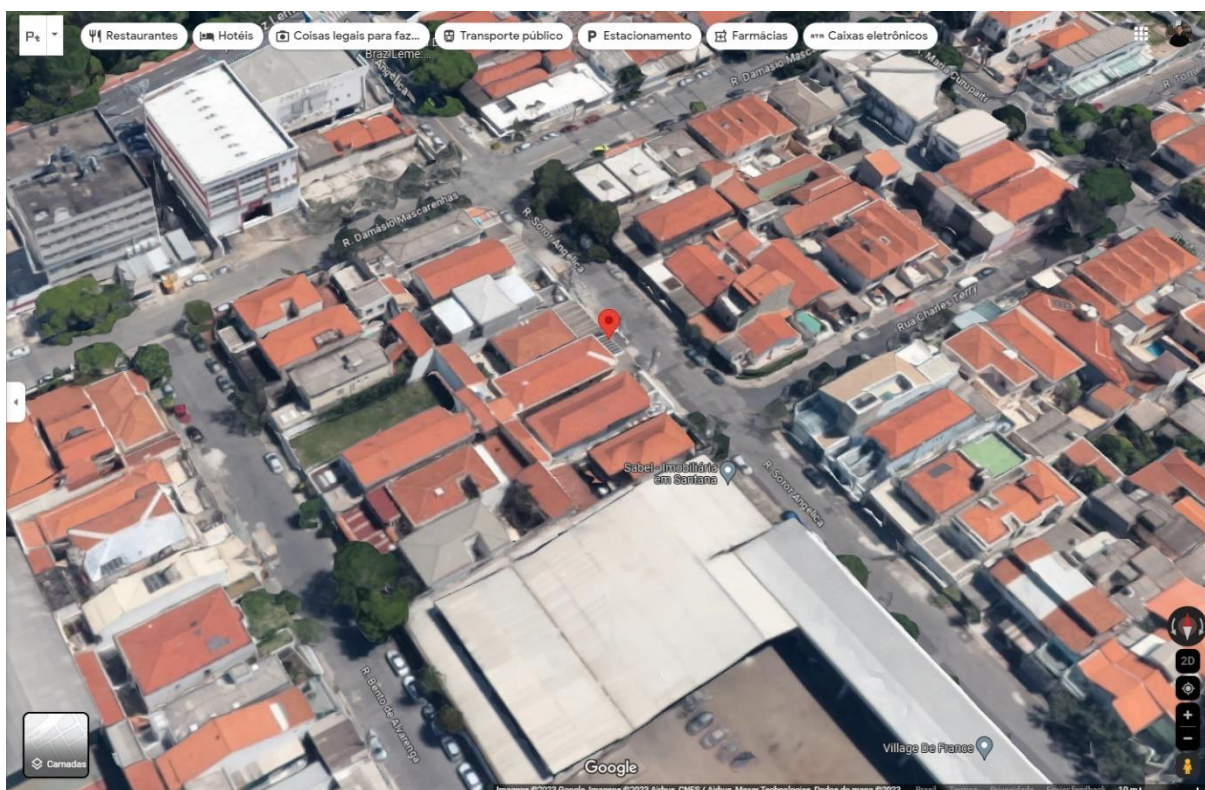
$$L = 46^{\circ}38'29.3''W$$

Figura 26 – Vista área da região



Fonte: (google maps, 2023)

Figura 27 – Vista área da residência



Fonte: (google maps, 2023)

Com a Latitude e Longitude desse local, conseguimos encontrar através do site do CRESESB, as informações referentes ao Potencial Solar de um local próximo a residência, distante de 1,1 km, conforme demonstrado nas figuras 28 e 29 abaixo:

Figura 28 – Irradiação solar diária média

Latitude: 23,506472° S

Longitude: 46,641472° O

#	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
<input checked="" type="checkbox"/>	Sao Paulo	Sao Paulo	SP	BRASIL	23,5° S	46,649° O	1,1	5,22	5,48	4,70	4,14	3,42	3,17	3,24	4,20	4,24	4,76	5,14	5,69	4,45	2,52
<input type="checkbox"/>	Guarulhos	Guarulhos	SP	BRASIL	23,5° S	46,549° O	9,5	5,20	5,51	4,69	4,14	3,40	3,17	3,26	4,20	4,20	4,72	5,08	5,65	4,44	2,47
<input type="checkbox"/>	Sao Paulo	Sao Paulo	SP	BRASIL	23,601° S	46,649° O	10,6	5,22	5,46	4,68	4,13	3,42	3,15	3,26	4,18	4,20	4,70	5,16	5,67	4,43	2,52

Fonte: (Cresesb)

Figura 29 – Irradiação solar diária média mensal nos determinados ângulos

Estação: Sao Paulo

Município: Sao Paulo , SP - BRASIL

Latitude: 23,5° S

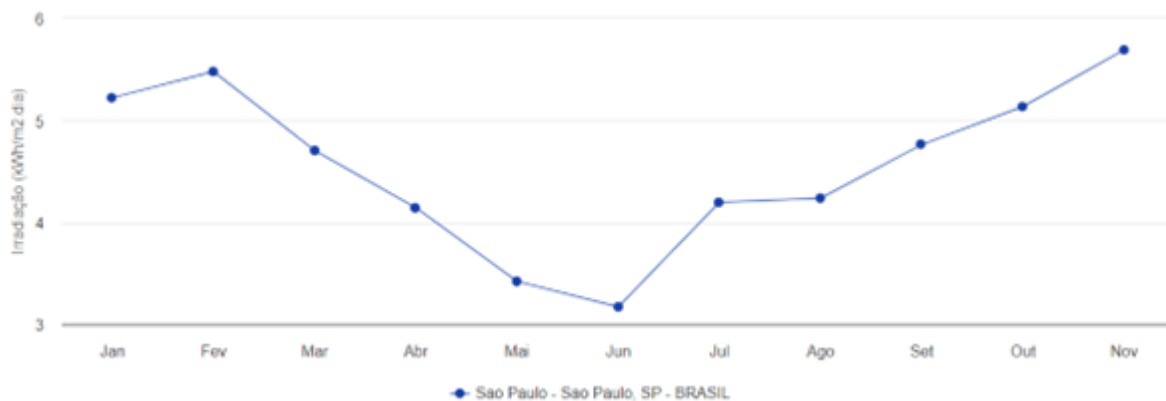
Longitude: 46,649° O

Distância do ponto de ref. (23,506472° S; 46,641472° O) :1,1 km

#	Ângulo	Inclinação	Irradiação solar diária média mensal [kWh/m ² .dia]											Média	Delta	
			Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov			Dez
<input checked="" type="checkbox"/>	Plano Horizontal	0° N	5,22	5,48	4,70	4,14	3,42	3,17	3,24	4,20	4,24	4,76	5,14	5,69	4,45	2,52
<input checked="" type="checkbox"/>	Ângulo igual a latitude	24° N	4,72	5,22	4,83	4,70	4,23	4,13	4,12	4,99	4,50	4,64	4,70	5,05	4,65	1,10
<input checked="" type="checkbox"/>	Maior média anual	21° N	4,81	5,28	4,85	4,66	4,16	4,04	4,04	4,92	4,50	4,69	4,79	5,16	4,66	1,25
<input checked="" type="checkbox"/>	Maior mínimo mensal	34° N	4,37	4,92	4,71	4,75	4,41	4,37	4,33	5,13	4,45	4,43	4,37	4,63	4,57	,80

Fonte: (Cresesb)

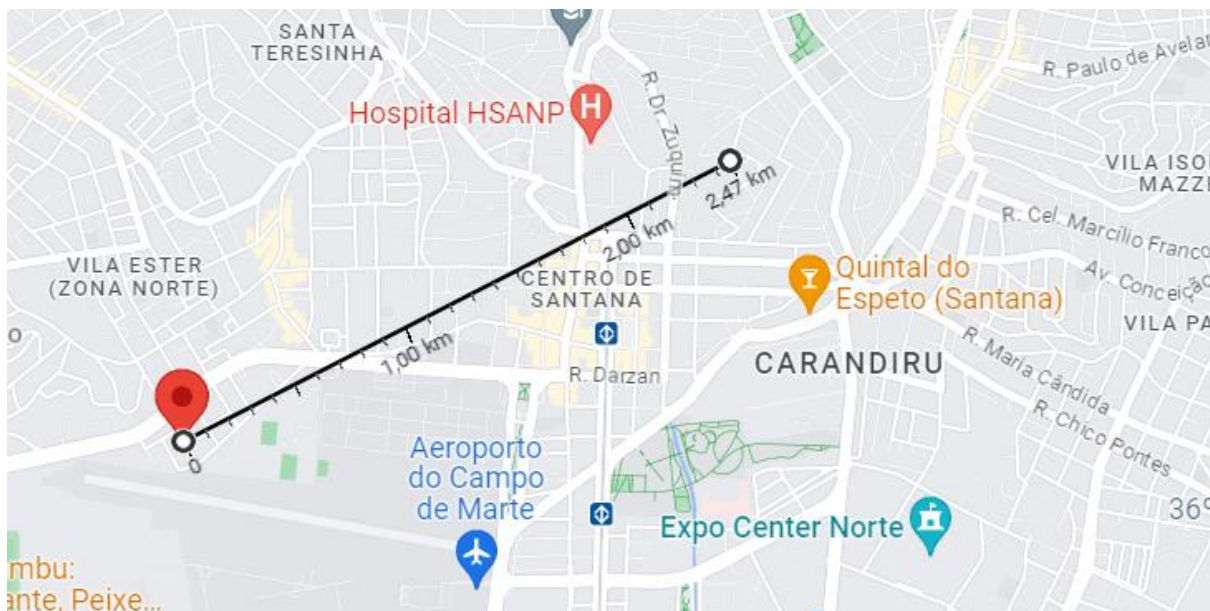
Figura 30 – Irradiação Solar no Plano Horizontal



Fonte: (Cresesb)

O INMET (Instituto Nacional de Meteorologia) possui dois importantes pontos de coleta de dados na cidade de São Paulo, em Santana e Interlagos. Devido à proximidade do local com o mirante de Santana, esse foi escolhido como referência para os dados climatológicos que serão utilizados nos cálculos, conforme Figura 31 e 32 indicadas a seguir:

Figura 31 – Distância até estação meteorológica mirante de Santana



Fonte: (google maps, 2023)

Figura 32 – Dados climatológicos para São Paulo

Dados climatológicos para São Paulo (Mirante de Santana) [Esconder]													
Mês	Jan	Feb	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Ano
Temperatura máxima recorde (°C)	37	36,4	34,3	33,4	31,7	28,8	30,2	33	37,1	37,8	36,1	34,8	37,8
Temperatura máxima média (°C)	28,6	29	28	26,6	23,4	22,9	22,9	24,5	25,2	26,5	26,9	28,3	26,1
Temperatura média compensada (°C)	23,1	23,5	22,5	21,2	18,4	17,5	17,2	18,1	19,1	20,5	21,2	22,6	20,4
Temperatura mínima média (°C)	19,4	19,6	18,9	17,5	14,7	13,5	12,8	13,3	14,9	16,5	17,3	18,7	16,4
Temperatura mínima recorde (°C)	10,2	11,1	11	6	3,7	1	0,4	-2,1	2,2	4,3	7	9,4	-2,1
Precipitação (mm)	292,1	257,7	229,1	87	66,3	59,7	48,4	32,3	83,3	127,2	143,9	231,3	1 658,3
Dias com precipitação (≥ 1 mm)	17	14	13	6	6	5	4	4	7	10	11	13	110
Umidade relativa compensada (%)	76,9	75	76,6	74,6	75	73,5	70,8	68,2	71,3	73,7	73,7	73,9	73,6
Horas de sol	139,1	153,5	161,6	169,3	167,6	160	169	173,1	144,5	157,9	151,8	145,1	1 893,5

Fonte: INMET (normal climatológica de 1991-2020; horas de sol: normal de 1981-2010;^[17] recordes de temperatura: 1945-presente)^{[14][16][18][19]}

Fonte: (Wikipedia)

Pela Figura 29 obtemos o valor de $H = 4,66 \left[\frac{kW}{m^2 dia} \right]$ na inclinação $\beta = 21^\circ N$

Logo HSP = 4,66 h/dia

3.2 DEFINIÇÕES DO SISTEMA FOTOVOLTAICO

3.2.1 Definição das Placas Solares

O Módulo escolhido foi o modelo Jinko Solar JKM565N-72HL4-V, com características conforme figura 33, retirada do manual do produto (Anexo A):

Figura 33 – Especificações do módulo solar

Module Type	JKM555N-72HL4 JKM555N-72HL4-V		JKM560N-72HL4 JKM560N-72HL4-V		JKM565N-72HL4 JKM565N-72HL4-V		JKM570N-72HL4 JKM570N-72HL4-V		JKM575N-72HL4 JKM575N-72HL4-V	
	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT
Maximum Power (Pmax)	555Wp	417Wp	560Wp	421Wp	565Wp	425Wp	570Wp	429Wp	575Wp	432Wp
Maximum Power Voltage (Vmp)	41.64V	39.12V	41.77V	39.25V	41.92V	39.38V	42.07V	39.51V	42.22V	39.60V
Maximum Power Current (Imp)	13.33A	10.67A	13.41A	10.73A	13.48A	10.79A	13.55A	10.85A	13.62A	10.92A
Open-circuit Voltage (Voc)	50.34V	47.82V	50.47V	47.94V	50.60V	48.06V	50.74V	48.20V	50.88V	48.33V
Short-circuit Current (Isc)	14.07A	11.36A	14.15A	11.42A	14.23A	11.49A	14.31A	11.55A	14.39A	11.62A
Module Efficiency STC (%)	21.48%		21.68%		21.87%		22.07%		22.26%	
Operating Temperature(°C)					-40°C~+85°C					
Maximum system voltage					1000/1500VDC (IEC)					
Maximum series fuse rating					25A					
Power tolerance					0~+3%					
Temperature coefficients of Pmax					-0.30%/°C					
Temperature coefficients of Voc					-0.25%/°C					
Temperature coefficients of Isc					0.046%/°C					
Nominal operating cell temperature (NOCT)					45±2°C					

Fonte: (PHB, 2023)

3.2.2 Definição do Microinversor

O Microinversor escolhido foi o modelo HMS-1800-4T com características conforme figura 34, retirada do manual do produto (Anexo B):

Figura 34 – Especificações do inversor

Modelo	HMS-1600-4T			HMS-1800-4T			HMS-2000-4T		
Dados de entrada (CC)									
Potência do módulo normalmente usada (W)	320 a 540+			360 a 600+			400 a 670+		
Tensão de entrada máxima (V)				65					
Faixa de tensão MPPT (V)				16-60					
Tensão de arranque (V)				22					
Corrente de entrada máxima (A)	4 x 12,5			4 x 13,3			4 x 14		
Corrente máxima da corrente de curto-circuito de entrada (A)				4 x 20					
Número de MPPTs				4					
Número de saídas por MPPT				1					
Dados de saída (CA)									
Potência de saída nominal (VA)	1600			1800			2000		
Corrente de saída nominal (A)	7,27	6,96	6,67	8,18	7,83	7,5	9,09	8,7	8,33
Tensão de saída nominal/faixa (V) ¹	220/ 180-275	230/ 180-275	240/ 180-275	220/ 180-275	230/ 180-275	240/ 180-275	220/ 180-275	230/ 180-275	240/ 180-275
Frequência nominal/faixa (Hz) ¹				50/45-55 ou 60/55-65					
Fator de potência (ajustável)				> 0,99 padrão 0,8 adiantado...0,8 atrasado					
Distorção harmônica total				< 3%					
Unidades máximas por ramo de 10 AWG ²	4	4	4	3	4	4	3	3	3
Eficiência									
Eficiência CEC máxima	96,7%			96,5%			96,5%		
Eficiência nominal do MPPT				99,8%					
Consumo noturno de energia (mW)				< 50					
Dados mecânicos									
Faixa de temperatura ambiente (°C)				-40 a +65					
Dimensões (L x A x P mm)				331 x 218 x 36,6					

Fonte: (PHB, 2023)

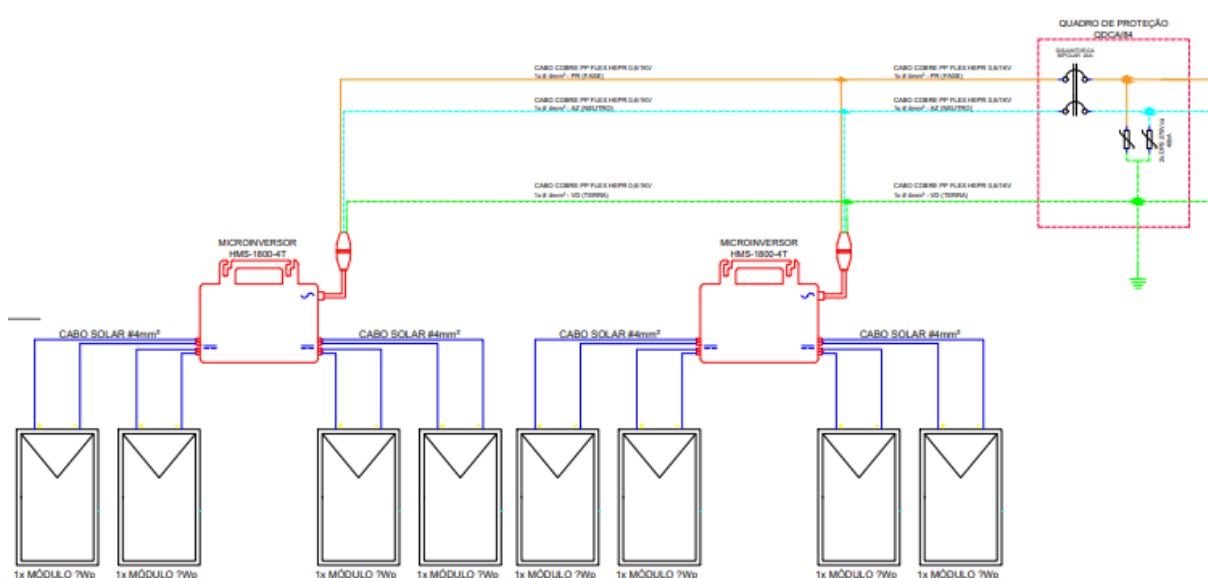
A utilização de microinversores traz uma série de vantagens para o sistema, facilitando muito sua instalação e operação. O microinversor escolhido possui quatro entradas e é capaz de monitorar individualmente cada painel, sendo assim, foram utilizados dois microinversores para viabilizar o sistema. Ao dividir os painéis em grupos, também aumentamos a eficiência global do sistema, pois otimizamos a potência individual do painel ou do subconjunto de painéis.

Outra grande vantagem do uso de microinversores é a possibilidade de expansão, bastando adicionar novas painéis e novos microinversores, sem a necessidade de novos cálculos e/ou adequações do inversor existente.

Por fim trabalhando com microinversores aumentamos bastante a segurança de nosso sistema, pois trabalhamos com tensões muito mais baixas, uma vez que não temos vários painéis em serie, com tensões facilmente ultrapassam 500V.

Na figura 35, temos um exemplo de diagrama de instalação, retirado da documentação disponibilizada pelo fabricante:

Figura 35 – Esquema de ligação entre módulos e inversor



Fonte: (PHB, 2023)

3.2.3 Definição da quantidade de Módulos Fotovoltaicos

$$E_{rede} = N \times P_{mp} \times (HSP) \times (TD)$$

$$E_{rede} = 5538 \text{ kWh/ano} = 15,173 \text{ kWh/dia}$$

$$P_{mp} = 0,565 \text{ kWp}$$

Considerando $TD = 0,75$ (CRESESB)

Temos que $N = 7,68 \rightarrow N = 8$ módulos

Refazendo os cálculos com 8 módulos

$$E_{rede} = 8 \times 0,565 \text{ kWp} \times 4,66 \text{ h} \times 0,75$$

$$E_{rede} = 15,797 \text{ kWh/dia} = 5766 \text{ kWh/ano}$$

3.3 VIABILIDADE FINANCEIRA

3.3.1 Sistema Fotovoltaico

A lista de equipamentos necessários para realização do projeto é descrita abaixo, de acordo com a Tabela 4:

Tabela 4 – Lista de Materiais

Item	Descrição	Qnt
1	Modulo 565Wp - MONO - NTYPE JKM565N-72HL4-V - JINKO	8
2	Microinversor MONO 220VCA/4MPPT - HMS-1800-4T - HOYMILES	2
3	Quadro de Proteção QDCA/84 (20A DJ.AC)	1
4	Grampo Terminador 35mm em alumínio	4
5	Emenda p/ perfil em alumínio	6
6	Abraçadeiras de aço para cabos	8
7	Clip de aço p/ aterramento de estrutura - módulos	14
8	Grampo intermediario 35mm em alumínio	14
9	Jumper de aterramento p/ perfil alumínio	6
10	HOOK #S1BN - Cerm.porta/amer/tég/rom/col	14
11	Perfil alumínio anodizado p/ modulos FV (2,4m)	8
12	Kit de fixação microinversor c/ aterramento	2
13	DTU lite-s se, sistema de monitoramento - HOYMILES	1
14	Ferramenta p/ conector tronco CA	1
15	Ferramenta p/ destravamento conector tronco CA	1
16	Conjunto cabo CC extensor p/ microinversor - JINKO - 1,4m	4
17	Conjuntor cabo PP 3x4mm ² - 15m (2x Microinversor)	1

Já o valor do investimento necessário para compra dos equipamentos está indicado na Tabela 5:

Tabela 5 – Valor do Investimento

Item	Descrição	Valor
1	Valor dos equipamentos	R\$ 15.854,00
2	Serviço de engenharia e instalação	R\$ 6.000,00
	Total	R\$ 21.854,00

O investimento total a ser realizado é de R\$21.854,00.

Utilizaremos como premissa para nossos cálculos financeiros uma taxa média de R\$0,85/kWh, com base no histórico de valores pago nas contas anteriores. Além disso, depois da instalação de nosso sistema fotovoltaico consideraremos a taxa base de R\$65,00 por mês.

Vamos considerar ainda, que a duração do projeto será de 20 anos, que é o tempo de vida estimado pelos fabricantes para sistema fotovoltaico (placas e inversores).

Conforme Apêndice A, o Payback simples desse projeto se dará no mês 67, ou seja, o Payback simples desse projeto é de 5,58 anos.

Para Cálculo do Payback Descontado, além das premissas já adotadas no cálculo do Payback Simples vamos considerar uma taxa de de 13,75%, valor da taxa Selic no momento deste estudo.

Conforme Apêndice B, o Payback descontado desse projeto se dará no mês 119, ou seja, o Payback descontado desse projeto é de 9,9 anos.

O VPL considerando um período de 20 anos é de R\$6.167,98

Calculando a TIR, temos ainda que:

TIR = 18,85%

Como temos que TIR > Taxa – Podemos considerar o Projeto Viável.

Podemos ainda calcular o custo da energia gerada CEG, que é o custo total da implementação do sistema, dividido por toda energia gerada no período de 20 anos de vida útil de nosso sistema.

Conforme valores já calculado no item 3.2.3, temos que a energia disponibilizada para rede Erede = 5766 kWh/ano e durante o período de 20 anos Erede = 115320kWh/20anos

CEG = Investimento Inicial / Energia Gerada

CEG = é de R\$21.854,00 / 115320kWh = R\$0,19 / kWh

Mesmo com o projeto sendo viável, verificamos que o impacto causado pela alta taxa da Selic é muito significativo, e a título de comparação, simulamos também um cenário com uma taxa Selic mais baixa de 6,5% como vimos nos anos anteriores, indicado na Tabela 6:

Tabela 6 – Análise Financeira

Método de Análise	Taxa 13,75%	Taxa 6,5%
Payback Simples		5,58 anos
Payback Descontado	9,9 anos	6,83 anos
VPL 20 anos	R\$6.167,98	R\$22.679,16
TIR		18,85%
CEG		R\$0,19 / kWh

3.3.2 Sistema Fotovoltaico + Carro elétrico

No item anterior simulamos de maneira isolada a viabilidade financeira do sistema fotovoltaico para atender as cargas demandadas por uma residência, cuja principal carga era um carregador veicular.

Na simulação atual, entenderemos qual o impacto financeiro do carro elétrico em nossa análise não apenas como uma carga, mas também levando em consideração seu custo, o custo de instalação de um carregador e o custo da energia se comparados com um carro a combustível.

No item 5.1.1 definimos que nosso carro seria o modelo Renault Kwid e-Tech. Esse modelo tem atualmente um custo de R\$ 146.990,00. Como esse é um modelo de partida e o objeto de nosso estudo é entender a viabilidade financeira do nosso investimento, vamos considerar como valor investido a diferença de valor entre o Renault Kwid e-Tech e um carro de partida movido a gasolina.

O modelo mais barato encontrado no mercado no dia de elaboração desse estudo era o modelo Kwid a gasolina da própria Renault por R\$68.190,00. Apesar da coincidência, trabalhar com o mesmo modelo, Elétrico e a Gasolina, nos trará uma série de benefícios, pois assim eliminaremos de nosso cálculo os possíveis custos que diferentes acessórios e características de modelos diferentes de carro poderiam ter.

Sendo assim o valor considerado como investimento no veículo será de R\$ 146.990,00 - R\$68.190,00 = R\$78.800,00.

Para o carregador modelo ABB Terra AC Wall Box 7,4kW, cabo e conector AC tipo 2, encontramos o valor de R\$5.978,37, somando ainda um valor referente a instalação e adequação do local, temos os custos do investimento resumidos na Tabela 7 a seguir:

Tabela 7 – Valor do Investimento

Item	Descrição	Valor
1	Valor dos equipamentos do sistema fotovoltaico	R\$15.854,00
2	Serviço de engenharia e instalação do sistema fotovoltaico	R\$6.000,00
3	Custo com aquisição do Veículo Elétrico	R\$78.800,00
4	Carregador modelo ABB Terra AC Wall Box 7,4kW	R\$5.978,37
5	Instalação e adequação do local	R\$500,00
Total		R\$107.132,37

O investimento total a ser realizado é de R\$107.132,37.

Usaremos as mesmas premissas referentes a quilometragem da Tabela 1 para calcular a economia mensal com combustível. Considerando um consumo de 15,3km/l de gasolina e que o valor da gasolina será de R\$5,40 por litro.

Tabela 8 – Consumo Mensal do Carro a Gasolina

Mês	Km Rodados	Litros	Gasto
Janeiro	1226	80,1	R\$ 432,60
Fevereiro	1112	72,7	R\$ 392,47
Março	1264	82,6	R\$ 446,05
Abril	1137	74,3	R\$ 401,29
Mai	1264	82,6	R\$ 446,05
Junho	1213	79,3	R\$ 428,19
Julho	1188	77,6	R\$ 419,15
Agosto	1264	82,6	R\$ 446,05
Setembro	1175	76,8	R\$ 414,74
Outubro	1226	80,1	R\$ 432,60
Novembro	1213	79,3	R\$ 428,19
Dezembro	366	23,9	R\$ 129,21
Total Anual	13647	892	R\$ 4.816,59

Repetiremos também as premissas anteriores com uma taxa média de R\$0,85/kWh, e taxa base de R\$65,00 por mês e duração do projeto de 20 anos.

Conforme Apêndice C, o Payback simples desse projeto se dará no mês 172, ou seja, o Payback simples desse projeto é de 14,33 anos.

Não foi possível calcular o valor de Payback descontado, ao aplicar a Selic como taxa de referência no valor de 13,75% o valor acumulado aumenta ao invés de

diminuir. Isso indica que os juros pagos em cima do valor investido são mais altos que o valor economizado com combustível e energia elétrica, conforme podemos verificar no Apêndice D.

O VPL considerando um período de 20 anos é de -R\$44.815,80

Calculando a TIR, temos ainda que:

$TIR = 5,4\%$

Como temos que $TIR < Taxa$ – Podemos considerar que o projeto não é Viável.

Nesta situação, ainda que fizéssemos uma simulação como no item anterior, nossa TIR seria inferior a taxa de 6,5%, ou seja, o projeto também não seria viável, mesmo com a taxa mais baixa.

Já o custo da energia gerada CEG, segue o mesmo valor do item anterior, uma vez que o custo de investimento do sistema de geração não mudou.

3.4 VIABILIDADE TÉCNICA DA INSTALAÇÃO

De acordo com o datasheet das placas solares (Apêndice A), cada unidade possui dimensões 2278x1134x35 mm, sendo assim, dispondo as placas lado a lado no telhado da residência a área total ocupada será:

$$\text{Área das placas} = 2,278 \times (8 \times 1,134) = 20,66 \text{ m}^2.$$

O telhado dessa residência possui 20 metros de comprimento por 4 metros de altura, sendo assim, temos:

$$\text{Área do telhado} = 20 \times 4 = 80 \text{ m}^2.$$

5 CONCLUSÃO

Pensando apenas no sistema fotovoltaico podemos considerar que o projeto possui um resultado razoavelmente satisfatório, mas que é muito dependente da taxa de juros da economia. Com a Selic no patamar atual de 13,75% o payback descontado alcançado não foi atrativo mas não inviabiliza completamente o sistema. Levando em consideração as variações históricas de taxa de juros na economia brasileira, podemos considerar que a taxa Selic está em um patamar alto e que a tendência é que seu valor caia. Apenas dois anos atrás a taxa Selic era de apenas 2%. Podemos dizer ainda que as instalações elétricas fotovoltaicas já estão concretizadas no mercado e que hoje existe uma busca crescente por instalações de módulos fotovoltaicos mesmo em momentos de taxas altas, ou seja, existe um grande apelo por esse produto por outros motivos e não exclusivamente pelo aspecto financeiro.

Ao incluirmos o investimento em um carro elétrico em nossa conta, o mesmo inviabilizou o projeto. Seu alto custo ainda é um desafio para que essa tecnologia se estabeleça no mercado, mas os avanços recentes são determinantes para direcionar o mercado, existindo ainda um grande apelo ambiental por esse tipo de produto.

Do ponto de vista técnico, o sistema se mostrou viável uma vez que o espaço disponível no telhado da residência seria suficiente para sua aplicação.

BIBLIOGRAFIA

ABB , 2023. Disponível em: <https://new.abb.com/ev-charging/pt/carregadores-para-revendas>. Acesso em: 24 Junho 2023.

CLIMAINFO , 2017. Disponível em: <https://climainfo.org.br/2017/09/25/uma-breve-historia-dos-veiculos-eletricos/>. Acesso em: 24 Junho 2023.

CRESESB , 25 Janeiro 2018. Disponível em: <http://www.cresesb.cepel.br/index.php>? Acesso em: 17 Junho 2023.

GOOGLE maps, 2023. Disponível em: <https://www.google.com.br/maps>. Acesso em: 24 Junho 2023.

NEOCHARGE , 2021. Disponível em: <https://www.neocharge.com.br/tudo-sobre/carro-eletrico/bateria-veiculo-eletrico>. Acesso em: 24 Junho 2023.

ORÉFICE, Giovana; CAVALCANTE, Ulisses. Auto Esporte, 2019. Disponível em: <https://autoesporte.globo.com/carros/noticia/2019/05/carros-eletricos-serao-maioria-ate-2040.ghtml>. Acesso em: 24 Junho 2023.

PACHECO, Claudio R. D. F. Fundamentos da Utilização de Energia Solar. In: MOREIRA, José R. S. **Energias Renováveis, Geração Distribuída e Eficiência Energética**. 2ª. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2021.

PACHECO, Claudio R. D. F.; NAKANO, Alvaro; GRIMONI, José A. B. Princípios dos Geradores Fotovoltaicos Conectados à Rede Elétrica (GFVCR). In: MOREIRA, José R. S. **Energias Renováveis, Geração Distribuída e Eficiência Energética**. 2ª. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2021.

PARENTE, Virginia. Análise de Investimentos Aplicada a Projetos de Energia. In: MOREIRA, José R. S. **Energias Renováveis, Geração Distribuída e Eficiência Energética**. 2ª. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2021.

PHB. **Microinversor-hms-1800-4t**, 2023. Disponível em: <https://www.energiasolarphb.com.br/produto/microinversor-hms-1800-4t/>. Acesso em: 24 Junho 2023.

PHB. **Módulo Jinko Solar JKM565N-72HL4-V**, 2023. Disponível em: <https://www.energiasolarphb.com.br/produto/modulo-jinko-solar-jkm565n-72hl4-v/>. Acesso em: 24 Junho 2023.

RENAULT , 2023. Disponível em: <https://www.renault.com.br/>. Acesso em: 24 Junho 2023.

REPARACAO Automotiva, 2022. Disponível em: <https://www.reparacaoautomotiva.com.br/2021/02/04/conheca-a-historia-do-primeiro-carro-eletrico-brasileiro/>. Acesso em: 24 Junho 2023.

WIKIPEDIA , 2022. Disponível em: <https://pt.wikipedia.org/wiki/Piran%C3%B3metro>. Acesso em: 24 Junho 2023.

APÊNDICE A – FLUXO DE CAIXA PAYBACK SIMPLES

Tabela 9 – FLUXO DE CAIXA PAYBACK SIMPLES

		Consumo kWh	Valor da conta sem Geração fotovoltaica	Valor da conta com Geração fotovoltaica	Diferença/ Econômica	Valor Acumulado
0	-	-	-	-	-	-R\$ 21.854,00
1	jan/23	373	R\$ 316,74	R\$ 65,00	R\$ 251,74	-R\$ 21.602,26
2	fev/23	402	R\$ 341,84	R\$ 65,00	R\$ 276,84	-R\$ 21.325,42
3	mar/23	466	R\$ 396,24	R\$ 65,00	R\$ 331,24	-R\$ 20.994,19
4	abr/23	453	R\$ 384,87	R\$ 65,00	R\$ 319,87	-R\$ 20.674,32
5	mai/23	424	R\$ 360,54	R\$ 65,00	R\$ 295,54	-R\$ 20.378,79
6	jun/23	576	R\$ 489,45	R\$ 65,00	R\$ 424,45	-R\$ 19.954,33
7	jul/23	630	R\$ 535,60	R\$ 65,00	R\$ 470,60	-R\$ 19.483,74
8	ago/23	487	R\$ 414,09	R\$ 65,00	R\$ 349,09	-R\$ 19.134,65
9	set/23	524	R\$ 445,66	R\$ 65,00	R\$ 380,66	-R\$ 18.753,99
10	out/23	509	R\$ 432,34	R\$ 65,00	R\$ 367,34	-R\$ 18.386,65
11	nov/23	476	R\$ 404,45	R\$ 65,00	R\$ 339,45	-R\$ 18.047,20
12	dez/23	218	R\$ 185,35	R\$ 65,00	R\$ 120,35	-R\$ 17.926,85
13	jan/24	373	R\$ 316,74	R\$ 65,00	R\$ 251,74	-R\$ 17.675,11
14	fev/24	402	R\$ 341,84	R\$ 65,00	R\$ 276,84	-R\$ 17.398,27
15	mar/24	466	R\$ 396,24	R\$ 65,00	R\$ 331,24	-R\$ 17.067,03
16	abr/24	453	R\$ 384,87	R\$ 65,00	R\$ 319,87	-R\$ 16.747,17
17	mai/24	424	R\$ 360,54	R\$ 65,00	R\$ 295,54	-R\$ 16.451,63
18	jun/24	576	R\$ 489,45	R\$ 65,00	R\$ 424,45	-R\$ 16.027,18
19	jul/24	630	R\$ 535,60	R\$ 65,00	R\$ 470,60	-R\$ 15.556,58
20	ago/24	487	R\$ 414,09	R\$ 65,00	R\$ 349,09	-R\$ 15.207,50
21	set/24	524	R\$ 445,66	R\$ 65,00	R\$ 380,66	-R\$ 14.826,84
22	out/24	509	R\$ 432,34	R\$ 65,00	R\$ 367,34	-R\$ 14.459,50
23	nov/24	476	R\$ 404,45	R\$ 65,00	R\$ 339,45	-R\$ 14.120,04
24	dez/24	218	R\$ 185,35	R\$ 65,00	R\$ 120,35	-R\$ 13.999,70
25	jan/25	373	R\$ 316,74	R\$ 65,00	R\$ 251,74	-R\$ 13.747,95
26	fev/25	402	R\$ 341,84	R\$ 65,00	R\$ 276,84	-R\$ 13.471,12
27	mar/25	466	R\$ 396,24	R\$ 65,00	R\$ 331,24	-R\$ 13.139,88
28	abr/25	453	R\$ 384,87	R\$ 65,00	R\$ 319,87	-R\$ 12.820,02
29	mai/25	424	R\$ 360,54	R\$ 65,00	R\$ 295,54	-R\$ 12.524,48
30	jun/25	576	R\$ 489,45	R\$ 65,00	R\$ 424,45	-R\$ 12.100,03
31	jul/25	630	R\$ 535,60	R\$ 65,00	R\$ 470,60	-R\$ 11.629,43
32	ago/25	487	R\$ 414,09	R\$ 65,00	R\$ 349,09	-R\$ 11.280,35
33	set/25	524	R\$ 445,66	R\$ 65,00	R\$ 380,66	-R\$ 10.899,69
34	out/25	509	R\$ 432,34	R\$ 65,00	R\$ 367,34	-R\$ 10.532,34
35	nov/25	476	R\$ 404,45	R\$ 65,00	R\$ 339,45	-R\$ 10.192,89
36	dez/25	218	R\$ 185,35	R\$ 65,00	R\$ 120,35	-R\$ 10.072,54
37	jan/26	373	R\$ 316,74	R\$ 65,00	R\$ 251,74	-R\$ 9.820,80
38	fev/26	402	R\$ 341,84	R\$ 65,00	R\$ 276,84	-R\$ 9.543,97
39	mar/26	466	R\$ 396,24	R\$ 65,00	R\$ 331,24	-R\$ 9.212,73

40	abr/26	453	R\$	384,87	R\$	65,00	R\$	319,87	-R\$	8.892,87
41	mai/26	424	R\$	360,54	R\$	65,00	R\$	295,54	-R\$	8.597,33
42	jun/26	576	R\$	489,45	R\$	65,00	R\$	424,45	-R\$	8.172,88
43	jul/26	630	R\$	535,60	R\$	65,00	R\$	470,60	-R\$	7.702,28
44	ago/26	487	R\$	414,09	R\$	65,00	R\$	349,09	-R\$	7.353,19
45	set/26	524	R\$	445,66	R\$	65,00	R\$	380,66	-R\$	6.972,53
46	out/26	509	R\$	432,34	R\$	65,00	R\$	367,34	-R\$	6.605,19
47	nov/26	476	R\$	404,45	R\$	65,00	R\$	339,45	-R\$	6.265,74
48	dez/26	218	R\$	185,35	R\$	65,00	R\$	120,35	-R\$	6.145,39
49	jan/27	373	R\$	316,74	R\$	65,00	R\$	251,74	-R\$	5.893,65
50	fev/27	402	R\$	341,84	R\$	65,00	R\$	276,84	-R\$	5.616,81
51	mar/27	466	R\$	396,24	R\$	65,00	R\$	331,24	-R\$	5.285,58
52	abr/27	453	R\$	384,87	R\$	65,00	R\$	319,87	-R\$	4.965,71
53	mai/27	424	R\$	360,54	R\$	65,00	R\$	295,54	-R\$	4.670,18
54	jun/27	576	R\$	489,45	R\$	65,00	R\$	424,45	-R\$	4.245,73
55	jul/27	630	R\$	535,60	R\$	65,00	R\$	470,60	-R\$	3.775,13
56	ago/27	487	R\$	414,09	R\$	65,00	R\$	349,09	-R\$	3.426,04
57	set/27	524	R\$	445,66	R\$	65,00	R\$	380,66	-R\$	3.045,38
58	out/27	509	R\$	432,34	R\$	65,00	R\$	367,34	-R\$	2.678,04
59	nov/27	476	R\$	404,45	R\$	65,00	R\$	339,45	-R\$	2.338,59
60	dez/27	218	R\$	185,35	R\$	65,00	R\$	120,35	-R\$	2.218,24
61	jan/28	373	R\$	316,74	R\$	65,00	R\$	251,74	-R\$	1.966,50
62	fev/28	402	R\$	341,84	R\$	65,00	R\$	276,84	-R\$	1.689,66
63	mar/28	466	R\$	396,24	R\$	65,00	R\$	331,24	-R\$	1.358,43
64	abr/28	453	R\$	384,87	R\$	65,00	R\$	319,87	-R\$	1.038,56
65	mai/28	424	R\$	360,54	R\$	65,00	R\$	295,54	-R\$	743,03
66	jun/28	576	R\$	489,45	R\$	65,00	R\$	424,45	-R\$	318,57
67	jul/28	630	R\$	535,60	R\$	65,00	R\$	470,60	R\$	152,03
68	ago/28	487	R\$	414,09	R\$	65,00	R\$	349,09	R\$	501,11

APÊNDICE B – FLUXO DE CAIXA PAYBACK DESCONTADO

Tabela 10 – FLUXO DE CAIXA PAYBACK DESCONTADO (TAXA = 13,75%)

		Consumo kWh	Valor da conta sem Geração fotovoltaica	Valor da conta com Geração fotovoltaica	Diferença/ Econômica	Valor Acumulado
0	-	-	-	-	-	-R\$ 21.854,00
1	jan/23	373	R\$ 316,74	R\$ 65,00	R\$ 251,74	-R\$ 21.838,08
2	fev/23	402	R\$ 341,84	R\$ 65,00	R\$ 276,84	-R\$ 21.796,89
3	mar/23	466	R\$ 396,24	R\$ 65,00	R\$ 331,24	-R\$ 21.700,85
4	abr/23	453	R\$ 384,87	R\$ 65,00	R\$ 319,87	-R\$ 21.615,15
5	mai/23	424	R\$ 360,54	R\$ 65,00	R\$ 295,54	-R\$ 21.552,86
6	jun/23	576	R\$ 489,45	R\$ 65,00	R\$ 424,45	-R\$ 21.360,97
7	jul/23	630	R\$ 535,60	R\$ 65,00	R\$ 470,60	-R\$ 21.120,87
8	ago/23	487	R\$ 414,09	R\$ 65,00	R\$ 349,09	-R\$ 20.999,69
9	set/23	524	R\$ 445,66	R\$ 65,00	R\$ 380,66	-R\$ 20.845,63
10	out/23	509	R\$ 432,34	R\$ 65,00	R\$ 367,34	-R\$ 20.703,23
11	nov/23	476	R\$ 404,45	R\$ 65,00	R\$ 339,45	-R\$ 20.587,17
12	dez/23	218	R\$ 185,35	R\$ 65,00	R\$ 120,35	-R\$ 20.688,97
13	jan/24	373	R\$ 316,74	R\$ 65,00	R\$ 251,74	-R\$ 20.660,48
14	fev/24	402	R\$ 341,84	R\$ 65,00	R\$ 276,84	-R\$ 20.606,58
15	mar/24	466	R\$ 396,24	R\$ 65,00	R\$ 331,24	-R\$ 20.497,70
16	abr/24	453	R\$ 384,87	R\$ 65,00	R\$ 319,87	-R\$ 20.399,02
17	mai/24	424	R\$ 360,54	R\$ 65,00	R\$ 295,54	-R\$ 20.323,60
18	jun/24	576	R\$ 489,45	R\$ 65,00	R\$ 424,45	-R\$ 20.118,45
19	jul/24	630	R\$ 535,60	R\$ 65,00	R\$ 470,60	-R\$ 19.864,94
20	ago/24	487	R\$ 414,09	R\$ 65,00	R\$ 349,09	-R\$ 19.730,21
21	set/24	524	R\$ 445,66	R\$ 65,00	R\$ 380,66	-R\$ 19.562,45
22	out/24	509	R\$ 432,34	R\$ 65,00	R\$ 367,34	-R\$ 19.406,20
23	nov/24	476	R\$ 404,45	R\$ 65,00	R\$ 339,45	-R\$ 19.276,15
24	dez/24	218	R\$ 185,35	R\$ 65,00	R\$ 120,35	-R\$ 19.363,81
25	jan/25	373	R\$ 316,74	R\$ 65,00	R\$ 251,74	-R\$ 19.321,01
26	fev/25	402	R\$ 341,84	R\$ 65,00	R\$ 276,84	-R\$ 19.252,66
27	mar/25	466	R\$ 396,24	R\$ 65,00	R\$ 331,24	-R\$ 19.129,17
28	abr/25	453	R\$ 384,87	R\$ 65,00	R\$ 319,87	-R\$ 19.015,72
29	mai/25	424	R\$ 360,54	R\$ 65,00	R\$ 295,54	-R\$ 18.925,38
30	jun/25	576	R\$ 489,45	R\$ 65,00	R\$ 424,45	-R\$ 18.705,14
31	jul/25	630	R\$ 535,60	R\$ 65,00	R\$ 470,60	-R\$ 18.436,38
32	ago/25	487	R\$ 414,09	R\$ 65,00	R\$ 349,09	-R\$ 18.286,24
33	set/25	524	R\$ 445,66	R\$ 65,00	R\$ 380,66	-R\$ 18.102,90
34	out/25	509	R\$ 432,34	R\$ 65,00	R\$ 367,34	-R\$ 17.930,89
35	nov/25	476	R\$ 404,45	R\$ 65,00	R\$ 339,45	-R\$ 17.784,93
36	dez/25	218	R\$ 185,35	R\$ 65,00	R\$ 120,35	-R\$ 17.856,49
37	jan/26	373	R\$ 316,74	R\$ 65,00	R\$ 251,74	-R\$ 17.797,43
38	fev/26	402	R\$ 341,84	R\$ 65,00	R\$ 276,84	-R\$ 17.712,64
39	mar/26	466	R\$ 396,24	R\$ 65,00	R\$ 331,24	-R\$ 17.572,53

40	abr/26	453	R\$	384,87	R\$	65,00	R\$	319,87	-R\$	17.442,28
41	mai/26	424	R\$	360,54	R\$	65,00	R\$	295,54	-R\$	17.334,96
42	jun/26	576	R\$	489,45	R\$	65,00	R\$	424,45	-R\$	17.097,56
43	jul/26	630	R\$	535,60	R\$	65,00	R\$	470,60	-R\$	16.811,46
44	ago/26	487	R\$	414,09	R\$	65,00	R\$	349,09	-R\$	16.643,78
45	set/26	524	R\$	445,66	R\$	65,00	R\$	380,66	-R\$	16.442,71
46	out/26	509	R\$	432,34	R\$	65,00	R\$	367,34	-R\$	16.252,80
47	nov/26	476	R\$	404,45	R\$	65,00	R\$	339,45	-R\$	16.088,72
48	dez/26	218	R\$	185,35	R\$	65,00	R\$	120,35	-R\$	16.141,98
49	jan/27	373	R\$	316,74	R\$	65,00	R\$	251,74	-R\$	16.064,42
50	fev/27	402	R\$	341,84	R\$	65,00	R\$	276,84	-R\$	15.960,93
51	mar/27	466	R\$	396,24	R\$	65,00	R\$	331,24	-R\$	15.801,92
52	abr/27	453	R\$	384,87	R\$	65,00	R\$	319,87	-R\$	15.652,57
53	mai/27	424	R\$	360,54	R\$	65,00	R\$	295,54	-R\$	15.525,93
54	jun/27	576	R\$	489,45	R\$	65,00	R\$	424,45	-R\$	15.269,02
55	jul/27	630	R\$	535,60	R\$	65,00	R\$	470,60	-R\$	14.963,18
56	ago/27	487	R\$	414,09	R\$	65,00	R\$	349,09	-R\$	14.775,55
57	set/27	524	R\$	445,66	R\$	65,00	R\$	380,66	-R\$	14.554,33
58	out/27	509	R\$	432,34	R\$	65,00	R\$	367,34	-R\$	14.344,04
59	nov/27	476	R\$	404,45	R\$	65,00	R\$	339,45	-R\$	14.159,37
60	dez/27	218	R\$	185,35	R\$	65,00	R\$	120,35	-R\$	14.191,81
61	jan/28	373	R\$	316,74	R\$	65,00	R\$	251,74	-R\$	14.093,20
62	fev/28	402	R\$	341,84	R\$	65,00	R\$	276,84	-R\$	13.968,44
63	mar/28	466	R\$	396,24	R\$	65,00	R\$	331,24	-R\$	13.787,93
64	abr/28	453	R\$	384,87	R\$	65,00	R\$	319,87	-R\$	13.616,85
65	mai/28	424	R\$	360,54	R\$	65,00	R\$	295,54	-R\$	13.468,25
66	jun/28	576	R\$	489,45	R\$	65,00	R\$	424,45	-R\$	13.189,13
67	jul/28	630	R\$	535,60	R\$	65,00	R\$	470,60	-R\$	12.860,85
68	ago/28	487	R\$	414,09	R\$	65,00	R\$	349,09	-R\$	12.650,54
69	set/28	524	R\$	445,66	R\$	65,00	R\$	380,66	-R\$	12.406,38
70	out/28	509	R\$	432,34	R\$	65,00	R\$	367,34	-R\$	12.172,91
71	nov/28	476	R\$	404,45	R\$	65,00	R\$	339,45	-R\$	11.964,81
72	dez/28	218	R\$	185,35	R\$	65,00	R\$	120,35	-R\$	11.973,57
73	jan/29	373	R\$	316,74	R\$	65,00	R\$	251,74	-R\$	11.851,03
74	fev/29	402	R\$	341,84	R\$	65,00	R\$	276,84	-R\$	11.702,08
75	mar/29	466	R\$	396,24	R\$	65,00	R\$	331,24	-R\$	11.497,11
76	abr/29	453	R\$	384,87	R\$	65,00	R\$	319,87	-R\$	11.301,31
77	mai/29	424	R\$	360,54	R\$	65,00	R\$	295,54	-R\$	11.127,72
78	jun/29	576	R\$	489,45	R\$	65,00	R\$	424,45	-R\$	10.823,34
79	jul/29	630	R\$	535,60	R\$	65,00	R\$	470,60	-R\$	10.469,54
80	ago/29	487	R\$	414,09	R\$	65,00	R\$	349,09	-R\$	10.233,42
81	set/29	524	R\$	445,66	R\$	65,00	R\$	380,66	-R\$	9.963,19
82	out/29	509	R\$	432,34	R\$	65,00	R\$	367,34	-R\$	9.703,35
83	nov/29	476	R\$	404,45	R\$	65,00	R\$	339,45	-R\$	9.468,61
84	dez/29	218	R\$	185,35	R\$	65,00	R\$	120,35	-R\$	9.450,43
85	jan/30	373	R\$	316,74	R\$	65,00	R\$	251,74	-R\$	9.300,66
86	fev/30	402	R\$	341,84	R\$	65,00	R\$	276,84	-R\$	9.124,19

87	mar/30	466	R\$	396,24	R\$	65,00	R\$	331,24	-R\$	8.891,41
88	abr/30	453	R\$	384,87	R\$	65,00	R\$	319,87	-R\$	8.667,49
89	mai/30	424	R\$	360,54	R\$	65,00	R\$	295,54	-R\$	8.465,48
90	jun/30	576	R\$	489,45	R\$	65,00	R\$	424,45	-R\$	8.132,37
91	jul/30	630	R\$	535,60	R\$	65,00	R\$	470,60	-R\$	7.749,53
92	ago/30	487	R\$	414,09	R\$	65,00	R\$	349,09	-R\$	7.484,06
93	set/30	524	R\$	445,66	R\$	65,00	R\$	380,66	-R\$	7.184,16
94	out/30	509	R\$	432,34	R\$	65,00	R\$	367,34	-R\$	6.894,34
95	nov/30	476	R\$	404,45	R\$	65,00	R\$	339,45	-R\$	6.629,28
96	dez/30	218	R\$	185,35	R\$	65,00	R\$	120,35	-R\$	6.580,47
97	jan/31	373	R\$	316,74	R\$	65,00	R\$	251,74	-R\$	6.399,73
98	fev/31	402	R\$	341,84	R\$	65,00	R\$	276,84	-R\$	6.191,95
99	mar/31	466	R\$	396,24	R\$	65,00	R\$	331,24	-R\$	5.927,53
100	abr/31	453	R\$	384,87	R\$	65,00	R\$	319,87	-R\$	5.671,63
101	mai/31	424	R\$	360,54	R\$	65,00	R\$	295,54	-R\$	5.437,29
102	jun/31	576	R\$	489,45	R\$	65,00	R\$	424,45	-R\$	5.071,51
103	jul/31	630	R\$	535,60	R\$	65,00	R\$	470,60	-R\$	4.655,64
104	ago/31	487	R\$	414,09	R\$	65,00	R\$	349,09	-R\$	4.356,79
105	set/31	524	R\$	445,66	R\$	65,00	R\$	380,66	-R\$	4.023,15
106	out/31	509	R\$	432,34	R\$	65,00	R\$	367,34	-R\$	3.699,22
107	nov/31	476	R\$	404,45	R\$	65,00	R\$	339,45	-R\$	3.399,68
108	dez/31	218	R\$	185,35	R\$	65,00	R\$	120,35	-R\$	3.316,02
109	jan/32	373	R\$	316,74	R\$	65,00	R\$	251,74	-R\$	3.100,06
110	fev/32	402	R\$	341,84	R\$	65,00	R\$	276,84	-R\$	2.856,67
111	mar/32	466	R\$	396,24	R\$	65,00	R\$	331,24	-R\$	2.556,26
112	abr/32	453	R\$	384,87	R\$	65,00	R\$	319,87	-R\$	2.263,98
113	mai/32	424	R\$	360,54	R\$	65,00	R\$	295,54	-R\$	1.992,87
114	jun/32	576	R\$	489,45	R\$	65,00	R\$	424,45	-R\$	1.589,93
115	jul/32	630	R\$	535,60	R\$	65,00	R\$	470,60	-R\$	1.136,48
116	ago/32	487	R\$	414,09	R\$	65,00	R\$	349,09	-R\$	799,66
117	set/32	524	R\$	445,66	R\$	65,00	R\$	380,66	-R\$	427,63
118	out/32	509	R\$	432,34	R\$	65,00	R\$	367,34	-R\$	64,90
119	nov/32	476	R\$	404,45	R\$	65,00	R\$	339,45	R\$	273,85
120	dez/32	218	R\$	185,35	R\$	65,00	R\$	120,35	R\$	397,15
121	jan/33	373	R\$	316,74	R\$	65,00	R\$	251,74	R\$	653,18
122	fev/33	402	R\$	341,84	R\$	65,00	R\$	276,84	R\$	937,06
123	mar/33	466	R\$	396,24	R\$	65,00	R\$	331,24	R\$	1.278,41
124	abr/33	453	R\$	384,87	R\$	65,00	R\$	319,87	R\$	1.612,07
125	mai/33	424	R\$	360,54	R\$	65,00	R\$	295,54	R\$	1.925,00
126	jun/33	576	R\$	489,45	R\$	65,00	R\$	424,45	R\$	2.370,23
127	jul/33	630	R\$	535,60	R\$	65,00	R\$	470,60	R\$	2.866,40
128	ago/33	487	R\$	414,09	R\$	65,00	R\$	349,09	R\$	3.246,42
129	set/33	524	R\$	445,66	R\$	65,00	R\$	380,66	R\$	3.662,11
130	out/33	509	R\$	432,34	R\$	65,00	R\$	367,34	R\$	4.068,96
131	nov/33	476	R\$	404,45	R\$	65,00	R\$	339,45	R\$	4.452,32
132	dez/33	218	R\$	185,35	R\$	65,00	R\$	120,35	R\$	4.620,71
133	jan/34	373	R\$	316,74	R\$	65,00	R\$	251,74	R\$	4.922,32

134	fev/34	402	R\$	341,84	R\$	65,00	R\$	276,84	R\$	5.252,27
135	mar/34	466	R\$	396,24	R\$	65,00	R\$	331,24	R\$	5.640,18
136	abr/34	453	R\$	384,87	R\$	65,00	R\$	319,87	R\$	6.020,90
137	mai/34	424	R\$	360,54	R\$	65,00	R\$	295,54	R\$	6.381,41
138	jun/34	576	R\$	489,45	R\$	65,00	R\$	424,45	R\$	6.874,72
139	jul/34	630	R\$	535,60	R\$	65,00	R\$	470,60	R\$	7.419,50
140	ago/34	487	R\$	414,09	R\$	65,00	R\$	349,09	R\$	7.848,65
141	set/34	524	R\$	445,66	R\$	65,00	R\$	380,66	R\$	8.314,00
142	out/34	509	R\$	432,34	R\$	65,00	R\$	367,34	R\$	8.771,05
143	nov/34	476	R\$	404,45	R\$	65,00	R\$	339,45	R\$	9.205,15
144	dez/34	218	R\$	185,35	R\$	65,00	R\$	120,35	R\$	9.424,83
145	jan/35	373	R\$	316,74	R\$	65,00	R\$	251,74	R\$	9.778,27
146	fev/35	402	R\$	341,84	R\$	65,00	R\$	276,84	R\$	10.160,62
147	mar/35	466	R\$	396,24	R\$	65,00	R\$	331,24	R\$	10.601,49
148	abr/35	453	R\$	384,87	R\$	65,00	R\$	319,87	R\$	11.035,75
149	mai/35	424	R\$	360,54	R\$	65,00	R\$	295,54	R\$	11.450,37
150	jun/35	576	R\$	489,45	R\$	65,00	R\$	424,45	R\$	11.998,38
151	jul/35	630	R\$	535,60	R\$	65,00	R\$	470,60	R\$	12.598,45
152	ago/35	487	R\$	414,09	R\$	65,00	R\$	349,09	R\$	13.083,48
153	set/35	524	R\$	445,66	R\$	65,00	R\$	380,66	R\$	13.605,32
154	out/35	509	R\$	432,34	R\$	65,00	R\$	367,34	R\$	14.119,47
155	nov/35	476	R\$	404,45	R\$	65,00	R\$	339,45	R\$	14.611,28
156	dez/35	218	R\$	185,35	R\$	65,00	R\$	120,35	R\$	14.889,29
157	jan/36	373	R\$	316,74	R\$	65,00	R\$	251,74	R\$	15.301,70
158	fev/36	402	R\$	341,84	R\$	65,00	R\$	276,84	R\$	15.743,65
159	mar/36	466	R\$	396,24	R\$	65,00	R\$	331,24	R\$	16.244,76
160	abr/36	453	R\$	384,87	R\$	65,00	R\$	319,87	R\$	16.739,92
161	mai/36	424	R\$	360,54	R\$	65,00	R\$	295,54	R\$	17.216,09
162	jun/36	576	R\$	489,45	R\$	65,00	R\$	424,45	R\$	17.826,31
163	jul/36	630	R\$	535,60	R\$	65,00	R\$	470,60	R\$	18.489,27
164	ago/36	487	R\$	414,09	R\$	65,00	R\$	349,09	R\$	19.037,86
165	set/36	524	R\$	445,66	R\$	65,00	R\$	380,66	R\$	19.623,95
166	out/36	509	R\$	432,34	R\$	65,00	R\$	367,34	R\$	20.203,05
167	nov/36	476	R\$	404,45	R\$	65,00	R\$	339,45	R\$	20.760,50
168	dez/36	218	R\$	185,35	R\$	65,00	R\$	120,35	R\$	21.104,87
169	jan/37	373	R\$	316,74	R\$	65,00	R\$	251,74	R\$	21.584,35
170	fev/37	402	R\$	341,84	R\$	65,00	R\$	276,84	R\$	22.094,09
171	mar/37	466	R\$	396,24	R\$	65,00	R\$	331,24	R\$	22.663,73
172	abr/37	453	R\$	384,87	R\$	65,00	R\$	319,87	R\$	23.228,15
173	mai/37	424	R\$	360,54	R\$	65,00	R\$	295,54	R\$	23.774,33
174	jun/37	576	R\$	489,45	R\$	65,00	R\$	424,45	R\$	24.455,32
175	jul/37	630	R\$	535,60	R\$	65,00	R\$	470,60	R\$	25.189,81
176	ago/37	487	R\$	414,09	R\$	65,00	R\$	349,09	R\$	25.810,71
177	set/37	524	R\$	445,66	R\$	65,00	R\$	380,66	R\$	26.469,88
178	out/37	509	R\$	432,34	R\$	65,00	R\$	367,34	R\$	27.122,85
179	nov/37	476	R\$	404,45	R\$	65,00	R\$	339,45	R\$	27.754,97
180	dez/37	218	R\$	185,35	R\$	65,00	R\$	120,35	R\$	28.174,81

181	jan/38	373	R\$	316,74	R\$	65,00	R\$	251,74	R\$	28.730,58
182	fev/38	402	R\$	341,84	R\$	65,00	R\$	276,84	R\$	29.317,43
183	mar/38	466	R\$	396,24	R\$	65,00	R\$	331,24	R\$	29.965,02
184	abr/38	453	R\$	384,87	R\$	65,00	R\$	319,87	R\$	30.608,23
185	mai/38	424	R\$	360,54	R\$	65,00	R\$	295,54	R\$	31.234,04
186	jun/38	576	R\$	489,45	R\$	65,00	R\$	424,45	R\$	31.995,53
187	jul/38	630	R\$	535,60	R\$	65,00	R\$	470,60	R\$	32.811,38
188	ago/38	487	R\$	414,09	R\$	65,00	R\$	349,09	R\$	33.514,52
189	set/38	524	R\$	445,66	R\$	65,00	R\$	380,66	R\$	34.256,82
190	out/38	509	R\$	432,34	R\$	65,00	R\$	367,34	R\$	34.993,81
191	nov/38	476	R\$	404,45	R\$	65,00	R\$	339,45	R\$	35.710,87
192	dez/38	218	R\$	185,35	R\$	65,00	R\$	120,35	R\$	36.216,56
193	jan/39	373	R\$	316,74	R\$	65,00	R\$	251,74	R\$	36.859,10
194	fev/39	402	R\$	341,84	R\$	65,00	R\$	276,84	R\$	37.533,66
195	mar/39	466	R\$	396,24	R\$	65,00	R\$	331,24	R\$	38.269,91
196	abr/39	453	R\$	384,87	R\$	65,00	R\$	319,87	R\$	39.002,73
197	mai/39	424	R\$	360,54	R\$	65,00	R\$	295,54	R\$	39.719,13
198	jun/39	576	R\$	489,45	R\$	65,00	R\$	424,45	R\$	40.572,17
199	jul/39	630	R\$	535,60	R\$	65,00	R\$	470,60	R\$	41.480,57
200	ago/39	487	R\$	414,09	R\$	65,00	R\$	349,09	R\$	42.277,25
201	set/39	524	R\$	445,66	R\$	65,00	R\$	380,66	R\$	43.114,11
202	out/39	509	R\$	432,34	R\$	65,00	R\$	367,34	R\$	43.946,68
203	nov/39	476	R\$	404,45	R\$	65,00	R\$	339,45	R\$	44.760,34
204	dez/39	218	R\$	185,35	R\$	65,00	R\$	120,35	R\$	45.363,68
205	jan/40	373	R\$	316,74	R\$	65,00	R\$	251,74	R\$	46.104,92
206	fev/40	402	R\$	341,84	R\$	65,00	R\$	276,84	R\$	46.879,26
207	mar/40	466	R\$	396,24	R\$	65,00	R\$	331,24	R\$	47.716,35
208	abr/40	453	R\$	384,87	R\$	65,00	R\$	319,87	R\$	48.551,10
209	mai/40	424	R\$	360,54	R\$	65,00	R\$	295,54	R\$	49.370,53
210	jun/40	576	R\$	489,45	R\$	65,00	R\$	424,45	R\$	50.327,72
211	jul/40	630	R\$	535,60	R\$	65,00	R\$	470,60	R\$	51.341,38
212	ago/40	487	R\$	414,09	R\$	65,00	R\$	349,09	R\$	52.244,47
213	set/40	524	R\$	445,66	R\$	65,00	R\$	380,66	R\$	53.188,88
214	out/40	509	R\$	432,34	R\$	65,00	R\$	367,34	R\$	54.130,16
215	nov/40	476	R\$	404,45	R\$	65,00	R\$	339,45	R\$	55.053,71
216	dez/40	218	R\$	185,35	R\$	65,00	R\$	120,35	R\$	55.768,12
217	jan/41	373	R\$	316,74	R\$	65,00	R\$	251,74	R\$	56.621,63
218	fev/41	402	R\$	341,84	R\$	65,00	R\$	276,84	R\$	57.509,45
219	mar/41	466	R\$	396,24	R\$	65,00	R\$	331,24	R\$	58.461,24
220	abr/41	453	R\$	384,87	R\$	65,00	R\$	319,87	R\$	59.411,94
221	mai/41	424	R\$	360,54	R\$	65,00	R\$	295,54	R\$	60.348,57
222	jun/41	576	R\$	489,45	R\$	65,00	R\$	424,45	R\$	61.424,21
223	jul/41	630	R\$	535,60	R\$	65,00	R\$	470,60	R\$	62.557,62
224	ago/41	487	R\$	414,09	R\$	65,00	R\$	349,09	R\$	63.581,73
225	set/41	524	R\$	445,66	R\$	65,00	R\$	380,66	R\$	64.648,48
226	out/41	509	R\$	432,34	R\$	65,00	R\$	367,34	R\$	65.713,41
227	nov/41	476	R\$	404,45	R\$	65,00	R\$	339,45	R\$	66.761,95

228	dez/41	218	R\$	185,35	R\$	65,00	R\$	120,35	R\$	67.602,70
229	jan/42	373	R\$	316,74	R\$	65,00	R\$	251,74	R\$	68.583,92
230	fev/42	402	R\$	341,84	R\$	65,00	R\$	276,84	R\$	69.600,81
231	mar/42	466	R\$	396,24	R\$	65,00	R\$	331,24	R\$	70.683,08
232	abr/42	453	R\$	384,87	R\$	65,00	R\$	319,87	R\$	71.765,66
233	mai/42	424	R\$	360,54	R\$	65,00	R\$	295,54	R\$	72.835,59
234	jun/42	576	R\$	489,45	R\$	65,00	R\$	424,45	R\$	74.045,98
235	jul/42	630	R\$	535,60	R\$	65,00	R\$	470,60	R\$	75.315,58
236	ago/42	487	R\$	414,09	R\$	65,00	R\$	349,09	R\$	76.477,36
237	set/42	524	R\$	445,66	R\$	65,00	R\$	380,66	R\$	77.683,26
238	out/42	509	R\$	432,34	R\$	65,00	R\$	367,34	R\$	78.888,85
239	nov/42	476	R\$	404,45	R\$	65,00	R\$	339,45	R\$	80.079,56
240	dez/42	218	R\$	185,35	R\$	65,00	R\$	120,35	R\$	81.064,01

APÊNDICE C – FLUXO DE CAIXA PAYBACK SIMPLES (GERAÇÃO + CARRO ELÉTRICO)

Tabela 11 – FLUXO DE CAIXA PAYBACK SIMPLES (GERAÇÃO + CARRO ELÉTRICO)

		Economia Total		Valor Acumulado	
	-		-	-R\$	107.132,37
1	jan/23	R\$	684,34	-R\$	106.448,03
2	fev/23	R\$	669,31	-R\$	105.778,72
3	mar/23	R\$	777,29	-R\$	105.001,44
4	abr/23	R\$	721,16	-R\$	104.280,28
5	mai/23	R\$	741,59	-R\$	103.538,70
6	jun/23	R\$	852,64	-R\$	102.686,05
7	jul/23	R\$	889,75	-R\$	101.796,31
8	ago/23	R\$	795,14	-R\$	101.001,17
9	set/23	R\$	795,40	-R\$	100.205,77
10	out/23	R\$	799,94	-R\$	99.405,83
11	nov/23	R\$	767,64	-R\$	98.638,19
12	dez/23	R\$	249,56	-R\$	98.388,63
13	jan/24	R\$	684,34	-R\$	97.704,29
14	fev/24	R\$	669,31	-R\$	97.034,98
15	mar/24	R\$	777,29	-R\$	96.257,69
16	abr/24	R\$	721,16	-R\$	95.536,54
17	mai/24	R\$	741,59	-R\$	94.794,95
18	jun/24	R\$	852,64	-R\$	93.942,31
19	jul/24	R\$	889,75	-R\$	93.052,56
20	ago/24	R\$	795,14	-R\$	92.257,43
21	set/24	R\$	795,40	-R\$	91.462,03
22	out/24	R\$	799,94	-R\$	90.662,09
23	nov/24	R\$	767,64	-R\$	89.894,44
24	dez/24	R\$	249,56	-R\$	89.644,89
25	jan/25	R\$	684,34	-R\$	88.960,54
26	fev/25	R\$	669,31	-R\$	88.291,24
27	mar/25	R\$	777,29	-R\$	87.513,95
28	abr/25	R\$	721,16	-R\$	86.792,80
29	mai/25	R\$	741,59	-R\$	86.051,21
30	jun/25	R\$	852,64	-R\$	85.198,57
31	jul/25	R\$	889,75	-R\$	84.308,82
32	ago/25	R\$	795,14	-R\$	83.513,69
33	set/25	R\$	795,40	-R\$	82.718,29
34	out/25	R\$	799,94	-R\$	81.918,34
35	nov/25	R\$	767,64	-R\$	81.150,70
36	dez/25	R\$	249,56	-R\$	80.901,14
37	jan/26	R\$	684,34	-R\$	80.216,80
38	fev/26	R\$	669,31	-R\$	79.547,50
39	mar/26	R\$	777,29	-R\$	78.770,21

40	abr/26	R\$	721,16	-R\$	78.049,06
41	mai/26	R\$	741,59	-R\$	77.307,47
42	jun/26	R\$	852,64	-R\$	76.454,83
43	jul/26	R\$	889,75	-R\$	75.565,08
44	ago/26	R\$	795,14	-R\$	74.769,94
45	set/26	R\$	795,40	-R\$	73.974,54
46	out/26	R\$	799,94	-R\$	73.174,60
47	nov/26	R\$	767,64	-R\$	72.406,96
48	dez/26	R\$	249,56	-R\$	72.157,40
49	jan/27	R\$	684,34	-R\$	71.473,06
50	fev/27	R\$	669,31	-R\$	70.803,75
51	mar/27	R\$	777,29	-R\$	70.026,47
52	abr/27	R\$	721,16	-R\$	69.305,31
53	mai/27	R\$	741,59	-R\$	68.563,73
54	jun/27	R\$	852,64	-R\$	67.711,09
55	jul/27	R\$	889,75	-R\$	66.821,34
56	ago/27	R\$	795,14	-R\$	66.026,20
57	set/27	R\$	795,40	-R\$	65.230,80
58	out/27	R\$	799,94	-R\$	64.430,86
59	nov/27	R\$	767,64	-R\$	63.663,22
60	dez/27	R\$	249,56	-R\$	63.413,66
61	jan/28	R\$	553,80	-R\$	62.859,86
62	fev/28	R\$	514,52	-R\$	62.345,34
63	mar/28	R\$	568,95	-R\$	61.776,39
64	abr/28	R\$	525,04	-R\$	61.251,35
65	mai/28	R\$	570,65	-R\$	60.680,70
66	jun/28	R\$	553,64	-R\$	60.127,06
67	jul/28	R\$	545,45	-R\$	59.581,61
68	ago/28	R\$	573,20	-R\$	59.008,41
69	set/28	R\$	542,74	-R\$	58.465,68
70	out/28	R\$	561,45	-R\$	57.904,23
71	nov/28	R\$	557,89	-R\$	57.346,34
72	dez/28	R\$	259,76	-R\$	57.086,58
73	jan/29	R\$	564,00	-R\$	56.522,58
74	fev/29	R\$	524,72	-R\$	55.997,86
75	mar/29	R\$	579,15	-R\$	55.418,71
76	abr/29	R\$	535,24	-R\$	54.883,47
77	mai/29	R\$	580,85	-R\$	54.302,62
78	jun/29	R\$	563,84	-R\$	53.738,78
79	jul/29	R\$	555,65	-R\$	53.183,13
80	ago/29	R\$	583,40	-R\$	52.599,73
81	set/29	R\$	552,94	-R\$	52.046,79
82	out/29	R\$	571,65	-R\$	51.475,15
83	nov/29	R\$	568,09	-R\$	50.907,06
84	dez/29	R\$	269,96	-R\$	50.637,10
85	jan/30	R\$	574,20	-R\$	50.062,90
86	fev/30	R\$	534,92	-R\$	49.527,98

87	mar/30	R\$	589,35	-R\$	48.938,63
88	abr/30	R\$	545,44	-R\$	48.393,19
89	mai/30	R\$	591,05	-R\$	47.802,14
90	jun/30	R\$	574,04	-R\$	47.228,10
91	jul/30	R\$	565,85	-R\$	46.662,25
92	ago/30	R\$	593,60	-R\$	46.068,65
93	set/30	R\$	563,14	-R\$	45.505,51
94	out/30	R\$	581,85	-R\$	44.923,66
95	nov/30	R\$	578,29	-R\$	44.345,37
96	dez/30	R\$	280,16	-R\$	44.065,22
97	jan/31	R\$	584,40	-R\$	43.480,82
98	fev/31	R\$	545,12	-R\$	42.935,70
99	mar/31	R\$	599,55	-R\$	42.336,15
100	abr/31	R\$	555,64	-R\$	41.780,51
101	mai/31	R\$	601,25	-R\$	41.179,26
102	jun/31	R\$	584,24	-R\$	40.595,02
103	jul/31	R\$	576,05	-R\$	40.018,97
104	ago/31	R\$	603,80	-R\$	39.415,17
105	set/31	R\$	573,34	-R\$	38.841,83
106	out/31	R\$	592,05	-R\$	38.249,78
107	nov/31	R\$	588,49	-R\$	37.661,29
108	dez/31	R\$	290,36	-R\$	37.370,93
109	jan/32	R\$	594,60	-R\$	36.776,33
110	fev/32	R\$	555,32	-R\$	36.221,02
111	mar/32	R\$	609,75	-R\$	35.611,27
112	abr/32	R\$	565,84	-R\$	35.045,43
113	mai/32	R\$	611,45	-R\$	34.433,98
114	jun/32	R\$	594,44	-R\$	33.839,54
115	jul/32	R\$	586,25	-R\$	33.253,29
116	ago/32	R\$	614,00	-R\$	32.639,29
117	set/32	R\$	583,54	-R\$	32.055,75
118	out/32	R\$	602,25	-R\$	31.453,50
119	nov/32	R\$	598,69	-R\$	30.854,81
120	dez/32	R\$	300,56	-R\$	30.554,25
121	jan/33	R\$	604,80	-R\$	29.949,45
122	fev/33	R\$	565,52	-R\$	29.383,93
123	mar/33	R\$	619,95	-R\$	28.763,98
124	abr/33	R\$	576,04	-R\$	28.187,95
125	mai/33	R\$	621,65	-R\$	27.566,30
126	jun/33	R\$	604,64	-R\$	26.961,66
127	jul/33	R\$	596,45	-R\$	26.365,21
128	ago/33	R\$	624,20	-R\$	25.741,01
129	set/33	R\$	593,74	-R\$	25.147,27
130	out/33	R\$	612,45	-R\$	24.534,82
131	nov/33	R\$	608,89	-R\$	23.925,93
132	dez/33	R\$	310,76	-R\$	23.615,17
133	jan/34	R\$	615,00	-R\$	23.000,17

134	fev/34	R\$	575,72	-R\$	22.424,45
135	mar/34	R\$	630,15	-R\$	21.794,30
136	abr/34	R\$	586,24	-R\$	21.208,06
137	mai/34	R\$	631,85	-R\$	20.576,21
138	jun/34	R\$	614,84	-R\$	19.961,38
139	jul/34	R\$	606,65	-R\$	19.354,73
140	ago/34	R\$	634,40	-R\$	18.720,33
141	set/34	R\$	603,94	-R\$	18.116,39
142	out/34	R\$	622,65	-R\$	17.493,74
143	nov/34	R\$	619,09	-R\$	16.874,65
144	dez/34	R\$	320,96	-R\$	16.553,69
145	jan/35	R\$	625,20	-R\$	15.928,49
146	fev/35	R\$	585,92	-R\$	15.342,57
147	mar/35	R\$	640,35	-R\$	14.702,22
148	abr/35	R\$	596,44	-R\$	14.105,78
149	mai/35	R\$	642,05	-R\$	13.463,73
150	jun/35	R\$	625,04	-R\$	12.838,69
151	jul/35	R\$	616,85	-R\$	12.221,85
152	ago/35	R\$	644,60	-R\$	11.577,25
153	set/35	R\$	614,14	-R\$	10.963,11
154	out/35	R\$	632,85	-R\$	10.330,26
155	nov/35	R\$	629,29	-R\$	9.700,97
156	dez/35	R\$	331,16	-R\$	9.369,81
157	jan/36	R\$	635,40	-R\$	8.734,41
158	fev/36	R\$	596,12	-R\$	8.138,29
159	mar/36	R\$	650,55	-R\$	7.487,74
160	abr/36	R\$	606,64	-R\$	6.881,10
161	mai/36	R\$	652,25	-R\$	6.228,85
162	jun/36	R\$	635,24	-R\$	5.593,61
163	jul/36	R\$	627,05	-R\$	4.966,56
164	ago/36	R\$	654,80	-R\$	4.311,76
165	set/36	R\$	624,34	-R\$	3.687,43
166	out/36	R\$	643,05	-R\$	3.044,38
167	nov/36	R\$	639,49	-R\$	2.404,89
168	dez/36	R\$	341,36	-R\$	2.063,53
169	jan/37	R\$	645,60	-R\$	1.417,93
170	fev/37	R\$	606,32	-R\$	811,61
171	mar/37	R\$	660,75	-R\$	150,86
172	abr/37	R\$	616,84	R\$	465,98
173	mai/37	R\$	662,45	R\$	1.128,43

APÊNDICE D – FLUXO DE CAIXA PAYBACK DESCONTADO (GERAÇÃO + CARRO ELÉTRICO)

Tabela 12 - FLUXO DE CAIXA PAYBACK DESCONTADO (GERAÇÃO + CARRO ELÉTRICO) (TAXA = 13,75%)

			Economia Total		Valor Acumulado
0	-		-	-R\$	107.132,37
1	jan/23	R\$	684,34	-R\$	107.603,80
2	fev/23	R\$	669,31	-R\$	108.095,35
3	mar/23	R\$	777,29	-R\$	108.484,22
4	abr/23	R\$	721,16	-R\$	108.933,41
5	mai/23	R\$	741,59	-R\$	109.367,03
6	jun/23	R\$	852,64	-R\$	109.694,26
7	jul/23	R\$	889,75	-R\$	109.987,92
8	ago/23	R\$	795,14	-R\$	110.379,36
9	set/23	R\$	795,40	-R\$	110.774,76
10	out/23	R\$	799,94	-R\$	111.169,88
11	nov/23	R\$	767,64	-R\$	111.601,56
12	dez/23	R\$	249,56	-R\$	112.555,99
13	jan/24	R\$	684,34	-R\$	113.085,93
14	fev/24	R\$	669,31	-R\$	113.636,62
15	mar/24	R\$	777,29	-R\$	114.085,27
16	abr/24	R\$	721,16	-R\$	114.594,89
17	mai/24	R\$	741,59	-R\$	115.089,58
18	jun/24	R\$	852,64	-R\$	115.478,55
19	jul/24	R\$	889,75	-R\$	115.834,62
20	ago/24	R\$	795,14	-R\$	116.289,13
21	set/24	R\$	795,40	-R\$	116.748,29
22	out/24	R\$	799,94	-R\$	117.207,85
23	nov/24	R\$	767,64	-R\$	117.704,67
24	dez/24	R\$	249,56	-R\$	118.724,94
25	jan/25	R\$	684,34	-R\$	119.321,43
26	fev/25	R\$	669,31	-R\$	119.939,39
27	mar/25	R\$	777,29	-R\$	120.456,04
28	abr/25	R\$	721,16	-R\$	121.034,39
29	mai/25	R\$	741,59	-R\$	121.598,55
30	jun/25	R\$	852,64	-R\$	122.057,74
31	jul/25	R\$	889,75	-R\$	122.484,78
32	ago/25	R\$	795,14	-R\$	123.011,04
33	set/25	R\$	795,40	-R\$	123.542,71
34	out/25	R\$	799,94	-R\$	124.075,58
35	nov/25	R\$	767,64	-R\$	124.646,49
36	dez/25	R\$	249,56	-R\$	125.741,65

37	jan/26	R\$	684,34	-R\$	126.413,84
38	fev/26	R\$	669,31	-R\$	127.108,31
39	mar/26	R\$	777,29	-R\$	127.702,30
40	abr/26	R\$	721,16	-R\$	128.358,83
41	mai/26	R\$	741,59	-R\$	129.002,00
42	jun/26	R\$	852,64	-R\$	129.541,07
43	jul/26	R\$	889,75	-R\$	130.048,84
44	ago/26	R\$	795,14	-R\$	130.656,70
45	set/26	R\$	795,40	-R\$	131.270,85
46	out/26	R\$	799,94	-R\$	131.887,09
47	nov/26	R\$	767,64	-R\$	132.542,28
48	dez/26	R\$	249,56	-R\$	133.722,61
49	jan/27	R\$	684,34	-R\$	134.480,90
50	fev/27	R\$	669,31	-R\$	135.262,41
51	mar/27	R\$	777,29	-R\$	135.944,36
52	abr/27	R\$	721,16	-R\$	136.689,81
53	mai/27	R\$	741,59	-R\$	137.422,86
54	jun/27	R\$	852,64	-R\$	138.052,77
55	jul/27	R\$	889,75	-R\$	138.652,37
56	ago/27	R\$	795,14	-R\$	139.353,05
57	set/27	R\$	795,40	-R\$	140.061,02
58	out/27	R\$	799,94	-R\$	140.772,09
59	nov/27	R\$	767,64	-R\$	141.523,13
60	dez/27	R\$	249,56	-R\$	142.800,35
61	jan/28	R\$	684,34	-R\$	143.656,57
62	fev/28	R\$	669,31	-R\$	144.537,07
63	mar/28	R\$	777,29	-R\$	145.319,08
64	abr/28	R\$	721,16	-R\$	146.165,66
65	mai/28	R\$	741,59	-R\$	147.000,94
66	jun/28	R\$	852,64	-R\$	147.734,18
67	jul/28	R\$	889,75	-R\$	148.438,22
68	ago/28	R\$	795,14	-R\$	149.244,47
69	set/28	R\$	795,40	-R\$	150.059,16
70	out/28	R\$	799,94	-R\$	150.878,09
71	nov/28	R\$	767,64	-R\$	151.738,15
72	dez/28	R\$	249,56	-R\$	153.125,58
73	jan/29	R\$	684,34	-R\$	154.093,19
74	fev/29	R\$	669,31	-R\$	155.086,28
75	mar/29	R\$	777,29	-R\$	155.982,10
76	abr/29	R\$	721,16	-R\$	156.943,72
77	mai/29	R\$	741,59	-R\$	157.895,28
78	jun/29	R\$	852,64	-R\$	158.746,04
79	jul/29	R\$	889,75	-R\$	159.568,88
80	ago/29	R\$	795,14	-R\$	160.495,22
81	set/29	R\$	795,40	-R\$	161.431,28
82	out/29	R\$	799,94	-R\$	162.372,89
83	nov/29	R\$	767,64	-R\$	163.356,97

84	dez/29	R\$	249,56	-R\$	164.869,74
85	jan/30	R\$	684,34	-R\$	165.964,05
86	fev/30	R\$	669,31	-R\$	167.085,20
87	mar/30	R\$	777,29	-R\$	168.110,47
88	abr/30	R\$	721,16	-R\$	169.202,93
89	mai/30	R\$	741,59	-R\$	170.286,74
90	jun/30	R\$	852,64	-R\$	171.271,19
91	jul/30	R\$	889,75	-R\$	172.229,16
92	ago/30	R\$	795,14	-R\$	173.292,07
93	set/30	R\$	795,40	-R\$	174.366,19
94	out/30	R\$	799,94	-R\$	175.447,35
95	nov/30	R\$	767,64	-R\$	176.572,47
96	dez/30	R\$	249,56	-R\$	178.227,82
97	jan/31	R\$	684,34	-R\$	179.466,24
98	fev/31	R\$	669,31	-R\$	180.733,05
99	mar/31	R\$	777,29	-R\$	181.905,56
100	abr/31	R\$	721,16	-R\$	183.146,84
101	mai/31	R\$	741,59	-R\$	184.381,09
102	jun/31	R\$	852,64	-R\$	185.517,59
103	jul/31	R\$	889,75	-R\$	186.629,25
104	ago/31	R\$	795,14	-R\$	187.847,51
105	set/31	R\$	795,40	-R\$	189.078,65
106	out/31	R\$	799,94	-R\$	190.318,54
107	nov/31	R\$	767,64	-R\$	191.604,09
108	dez/31	R\$	249,56	-R\$	193.421,60
109	jan/32	R\$	684,34	-R\$	194.823,94
110	fev/32	R\$	669,31	-R\$	196.256,44
111	mar/32	R\$	777,29	-R\$	197.596,41
112	abr/32	R\$	721,16	-R\$	199.006,97
113	mai/32	R\$	741,59	-R\$	200.412,32
114	jun/32	R\$	852,64	-R\$	201.721,77
115	jul/32	R\$	889,75	-R\$	203.008,24
116	ago/32	R\$	795,14	-R\$	204.403,21
117	set/32	R\$	795,40	-R\$	205.812,96
118	out/32	R\$	799,94	-R\$	207.233,37
119	nov/32	R\$	339,45	-R\$	209.129,60
120	dez/32	R\$	120,35	-R\$	211.265,39
121	jan/33	R\$	684,34	-R\$	212.860,23
122	fev/33	R\$	669,31	-R\$	214.487,31
123	mar/33	R\$	777,29	-R\$	216.023,96
124	abr/33	R\$	721,16	-R\$	217.633,32
125	mai/33	R\$	741,59	-R\$	219.239,62
126	jun/33	R\$	852,64	-R\$	220.752,18
127	jul/33	R\$	889,75	-R\$	222.243,96
128	ago/33	R\$	795,14	-R\$	223.846,44
129	set/33	R\$	795,40	-R\$	225.465,95
130	out/33	R\$	799,94	-R\$	227.098,38

131	nov/33	R\$	767,64	-R\$	228.780,73
132	dez/33	R\$	249,56	-R\$	230.999,31
133	jan/34	R\$	684,34	-R\$	232.807,04
134	fev/34	R\$	669,31	-R\$	234.649,31
135	mar/34	R\$	777,29	-R\$	236.403,48
136	abr/34	R\$	721,16	-R\$	238.232,70
137	mai/34	R\$	741,59	-R\$	240.061,22
138	jun/34	R\$	852,64	-R\$	241.798,42
139	jul/34	R\$	889,75	-R\$	243.517,24
140	ago/34	R\$	795,14	-R\$	245.349,23
141	set/34	R\$	795,40	-R\$	247.200,71
142	out/34	R\$	799,94	-R\$	249.067,63
143	nov/34	R\$	767,64	-R\$	250.986,99
144	dez/34	R\$	249,56	-R\$	253.445,13
145	jan/35	R\$	684,34	-R\$	255.495,01
146	fev/35	R\$	669,31	-R\$	257.582,05
147	mar/35	R\$	777,29	-R\$	259.583,62
148	abr/35	R\$	721,16	-R\$	261.662,91
149	mai/35	R\$	741,59	-R\$	263.744,20
150	jun/35	R\$	852,64	-R\$	265.736,89
151	jul/35	R\$	889,75	-R\$	267.713,98
152	ago/35	R\$	795,14	-R\$	269.807,00
153	set/35	R\$	795,40	-R\$	271.922,34
154	out/35	R\$	799,94	-R\$	274.055,96
155	nov/35	R\$	767,64	-R\$	276.244,90
156	dez/35	R\$	249,56	-R\$	278.975,53
157	jan/36	R\$	684,34	-R\$	281.300,84
158	fev/36	R\$	669,31	-R\$	283.666,27
159	mar/36	R\$	777,29	-R\$	285.949,24
160	abr/36	R\$	721,16	-R\$	288.312,98
161	mai/36	R\$	741,59	-R\$	290.681,78
162	jun/36	R\$	852,64	-R\$	292.965,08
163	jul/36	R\$	889,75	-R\$	295.235,90
164	ago/36	R\$	795,14	-R\$	297.625,84
165	set/36	R\$	795,40	-R\$	300.041,30
166	out/36	R\$	799,94	-R\$	302.478,27
167	nov/36	R\$	767,64	-R\$	304.973,83
168	dez/36	R\$	249,56	-R\$	308.014,40
169	jan/37	R\$	684,34	-R\$	310.652,99
170	fev/37	R\$	669,31	-R\$	313.335,08
171	mar/37	R\$	777,29	-R\$	315.938,12
172	abr/37	R\$	721,16	-R\$	318.625,38
173	mai/37	R\$	741,59	-R\$	321.321,20
174	jun/37	R\$	852,64	-R\$	323.935,04
175	jul/37	R\$	889,75	-R\$	326.539,98
176	ago/37	R\$	795,14	-R\$	329.267,63
177	set/37	R\$	795,40	-R\$	332.024,45

178	out/37	R\$	799,94	-R\$	334.806,46
179	nov/37	R\$	767,64	-R\$	337.650,79
180	dez/37	R\$	249,56	-R\$	341.043,89
181	jan/38	R\$	684,34	-R\$	344.038,80
182	fev/38	R\$	669,31	-R\$	347.081,07
183	mar/38	R\$	777,29	-R\$	350.048,17
184	abr/38	R\$	721,16	-R\$	353.103,42
185	mai/38	R\$	741,59	-R\$	356.171,19
186	jun/38	R\$	852,64	-R\$	359.161,01
187	jul/38	R\$	889,75	-R\$	362.145,97
188	ago/38	R\$	795,14	-R\$	365.257,75
189	set/38	R\$	795,40	-R\$	368.402,83
190	out/38	R\$	799,94	-R\$	371.577,31
191	nov/38	R\$	767,64	-R\$	374.818,32
192	dez/38	R\$	249,56	-R\$	378.612,39
193	jan/39	R\$	684,34	-R\$	382.012,61
194	fev/39	R\$	669,31	-R\$	385.464,54
195	mar/39	R\$	777,29	-R\$	388.845,74
196	abr/39	R\$	721,16	-R\$	392.319,54
197	mai/39	R\$	741,59	-R\$	395.810,39
198	jun/39	R\$	852,64	-R\$	399.227,84
199	jul/39	R\$	889,75	-R\$	402.645,05
200	ago/39	R\$	795,14	-R\$	406.193,74
201	set/39	R\$	795,40	-R\$	409.780,45
202	out/39	R\$	799,94	-R\$	413.401,32
203	nov/39	R\$	767,64	-R\$	417.093,54
204	dez/39	R\$	249,56	-R\$	421.343,69
205	jan/40	R\$	684,34	-R\$	425.204,90
206	fev/40	R\$	669,31	-R\$	429.122,80
207	mar/40	R\$	777,29	-R\$	432.974,99
208	abr/40	R\$	721,16	-R\$	436.924,87
209	mai/40	R\$	741,59	-R\$	440.896,93
210	jun/40	R\$	852,64	-R\$	444.800,78
211	jul/40	R\$	889,75	-R\$	448.709,65
212	ago/40	R\$	795,14	-R\$	452.755,29
213	set/40	R\$	795,40	-R\$	456.844,32
214	out/40	R\$	799,94	-R\$	460.972,92
215	nov/40	R\$	767,64	-R\$	465.178,36
216	dez/40	R\$	249,56	-R\$	469.947,25
217	jan/41	R\$	684,34	-R\$	474.332,81
218	fev/41	R\$	669,31	-R\$	478.780,72
219	mar/41	R\$	777,29	-R\$	483.168,63
220	abr/41	R\$	721,16	-R\$	487.660,01
221	mai/41	R\$	741,59	-R\$	492.179,41
222	jun/41	R\$	852,64	-R\$	496.636,51
223	jul/41	R\$	889,75	-R\$	501.104,59
224	ago/41	R\$	795,14	-R\$	505.715,49

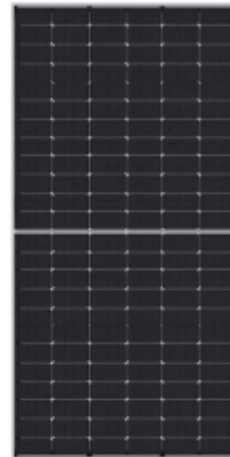
225	set/41	R\$	795,40	-R\$	510.375,86
226	out/41	R\$	799,94	-R\$	515.081,97
227	nov/41	R\$	767,64	-R\$	519.871,15
228	dez/41	R\$	249,56	-R\$	525.230,08
229	jan/42	R\$	684,34	-R\$	530.212,04
230	fev/42	R\$	669,31	-R\$	535.262,79
231	mar/42	R\$	777,29	-R\$	540.260,04
232	abr/42	R\$	721,16	-R\$	545.367,33
233	mai/42	R\$	741,59	-R\$	550.509,30
234	jun/42	R\$	852,64	-R\$	555.595,67
235	jul/42	R\$	889,75	-R\$	560.699,82
236	ago/42	R\$	795,14	-R\$	565.953,64
237	set/42	R\$	795,40	-R\$	571.263,88
238	out/42	R\$	799,94	-R\$	576.626,87
239	nov/42	R\$	339,45	-R\$	582.508,20
240	dez/42	R\$	120,35	-R\$	588.672,08

ANEXO A – DATASHEET PLACAS SOLARES

www.jinkosolar.com



Tiger Neo N-type 72HL4-(V) 555-575 Watt MONO-FACIAL MODULE



N-Type

Positive power tolerance of 0~+3%

- IEC61215(2016), IEC61730(2016)
- ISO9001:2015: Quality Management System
- ISO14001:2015: Environment Management System
- ISO45001:2018 Occupational health and safety management systems

Key Features



SMBB Technology

Better light trapping and current collection to improve module power output and reliability.



Hot 2.0 Technology

The N-type module with Hot 2.0 technology has better reliability and lower LID/LETID.



PID Resistance

Excellent Anti-PID performance guarantee via optimized mass-production process and materials control.



Enhanced Mechanical Load

Certified to withstand: wind load (2400 Pascal) and snow load (5400 Pascal).

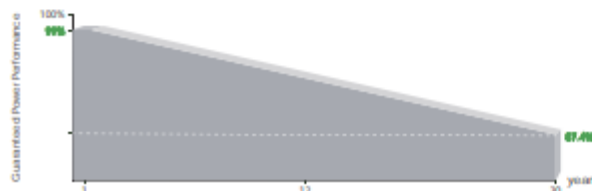


Higher Power Output

Module power increases 5-25% generally, bringing significantly lower LCOE and higher IRR.



LINEAR PERFORMANCE WARRANTY

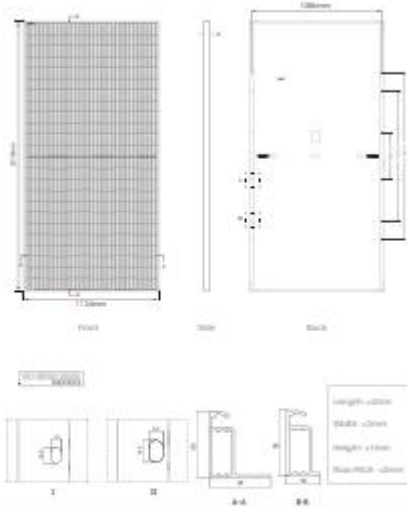


12 Year Product Warranty

30 Year Linear Power Warranty

0.40% Annual Degradation Over 30 years

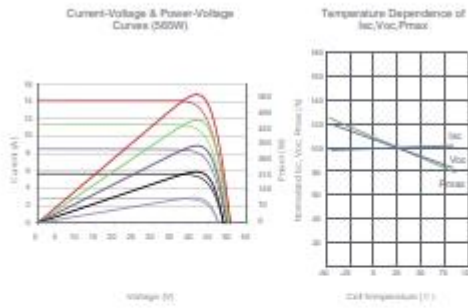
Engineering Drawings



Packaging Configuration

[Two panels – One stack]
 33pcs/pallet, 62pcs/stack, 620pcs/ 40HQ Container

Electrical Performance & Temperature Dependence



Mechanical Characteristics

Cell Type	N type Mono-crystalline
No. of cells	144 (6x24)
Dimensions	2278x1134x35mm (89.69x44.65x1.38 inch)
Weight	28 kg (61.72 lb)
Front Glass	3.2mm Anti-Reflection Coating, High Transmission, Low Iron, Tempered Glass
Frame	Anodized Aluminum Alloy
Junction Box	IP67 Rated
Output Cables	3U, 1x4 Driver (+), 400mm, (-), 200mm or Customized Length

SPECIFICATIONS

Module Type	JKM555N-72HL4		JKM560N-72HL4		JKM565N-72HL4		JKM570N-72HL4		JKM575N-72HL4	
	JKM555N-72HL4-V	JKM555N-72HL4-V	JKM560N-72HL4-V	JKM560N-72HL4-V	JKM565N-72HL4-V	JKM565N-72HL4-V	JKM570N-72HL4-V	JKM570N-72HL4-V	JKM575N-72HL4-V	JKM575N-72HL4-V
	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT
Maximum Power (Pmax)	555Wp	417Wp	560Wp	421Wp	565Wp	425Wp	570Wp	429Wp	575Wp	432Wp
Maximum Power Voltage (Vmp)	41.64V	39.12V	41.77V	39.25V	41.92V	39.38V	42.07V	39.51V	42.22V	39.60V
Maximum Power Current (Imp)	13.33A	10.67A	13.41A	10.73A	13.48A	10.79A	13.55A	10.85A	13.62A	10.92A
Open-circuit Voltage (Voc)	50.34V	47.82V	50.47V	47.94V	50.60V	48.06V	50.74V	48.20V	50.88V	48.33V
Short-circuit Current (Isc)	14.07A	11.36A	14.15A	11.42A	14.23A	11.49A	14.31A	11.55A	14.39A	11.62A
Module Efficiency STC (%)	21.48%		21.68%		21.87%		22.07%		22.26%	
Operating Temperature(°C)					-40°C ~ +85°C					
Maximum system voltage					1000/1500VDC (E.C)					
Maximum series fuse rating					25A					
Power tolerance					0 ~ +3%					
Temperature coefficients of Pmax					-0.30%/°C					
Temperature coefficients of Voc					-0.25%/°C					
Temperature coefficients of Isc					0.046%/°C					
Nominal operating cell temperature (NOCT)					45±2°C					

STC: Irradiance 1000W/m² Cell Temperature 25°C AM-1.5
 NOCT: Irradiance 800W/m² Ambient Temperature 20°C AM-1.5 Wind Speed 1m/s

ANEXO B – DATASHEET MICRO INVERSOR



Energia Aberta para Todos



Ficha técnica do microinversor

HMS-1600
HMS-1800
HMS-2000

Descrição

Com potência de saída de até 2000 VA, a nova linha de microinversores HMS-2000 HoyMiles está entre as mais bem classificadas para microinversores 4 em 1.

Cada microinversor pode se conectar a até 4 painéis com MPPT e monitoramento independentes, o que maximiza a produção de energia de sua instalação.

A nova solução sem fio Sub-1G permite uma comunicação mais estável com o gateway DTU HoyMiles.

Recursos

- 01 Microinversor de alta potência, com potência de saída até 2000 VA
- 02 MPPT e monitoramento independentes garantem maior coleta de energia e mais facilidade na manutenção
- 03 Com Controle de Potência Reativa, atende aos requisitos das normas UL 1741, ABNT NBR 16150:2013, etc.

- 04 O projeto 4 em 1 permite instalações mais rápidas e menor custo
- 05 Mais seguro para estações solares em telhados, com transformador isolado e em conformidade com os requisitos de desligamento rápido
- 06 A solução Sub-1G sem fio permite uma comunicação estável em ambientes comerciais e industriais

Especificações técnicas

Modelo	HMS-1600-4T			HMS-1800-4T			HMS-2000-4T		
Dados de entrada (CC)									
Potência do módulo normalmente usada (W)	320 a 540+			360 a 600+			400 a 670+		
Tensão de entrada máxima (V)				65					
Faixa de tensão MPPT (V)				16-60					
Tensão de arranque (V)				22					
Corrente de entrada máxima (A)	4 × 12,5			4 × 13,3			4 × 14		
Corrente máxima da corrente de curto-circuito de entrada (A)				4 × 20					
Número de MPPTs				4					
Número de saídas por MPPT				1					
Dados de saída (CA)									
Potência de saída nominal (VA)	1600			1800			2000		
Corrente de saída nominal (A)	7,27	6,96	6,67	8,18	7,83	7,5	9,09	8,7	8,33
Tensão de saída nominal/faixa (V) ¹	220/ 180-275	230/ 180-275	240/ 180-275	220/ 180-275	230/ 180-275	240/ 180-275	220/ 180-275	230/ 180-275	240/ 180-275
Frequência nominal/faixa (Hz) ¹				50/45-55 ou 60/55-65					
Fator de potência (ajustável)				> 0,99 padrão 0,8 adiantado...0,8 atrasado					
Distorção harmônica total				< 3%					
Unidades máximas por ramo de 10 AWG ²	4	4	4	3	4	4	3	3	3
Eficiência									
Eficiência CEC máxima	96,7%			96,5%			96,5%		
Eficiência nominal do MPPT				99,8%					
Consumo noturno de energia (mW)				< 50					
Dados mecânicos									
Faixa de temperatura ambiente (°C)				-40 a +65					
Dimensões (L × A × P mm)				331 × 218 × 36,6					
Peso (kg)				4,7					
Classificação da carcaça				IP67 externa (NEMA 6)					
Arrefecimento				Convecção natural - Sem ventiladores					
Recursos									
Comunicação				Sub-1G					
Tipo de isolamento				Transformador HF isolado galvanicamente					
Monitoramento				S-Miles Cloud ³					
Conformidade				UL 1741, ABNT NBR 16150:2013, ABNT NBR 16149:2013					

*1 A tensão nominal/faixa de frequência pode variar conforme os requisitos locais.

*2 Consulte os requisitos locais para um número exato de microinversores por ramo.

*3 Sistema de Monitoramento Hoymiles