



**UNIVERSIDADE DE TAUBATÉ**  
Autarquia Municipal de Regime Especial  
pelo Dec. Fed. nº 78.924/76  
Recredenciada Reconhecida pelo CEE/SP  
CNPJ 45.176.153/0001-22

**Departamento de Engenharia Elétrica**  
Rua Daniel Danelli s/nº Jardim Morumbi  
Taubaté-Sp 12060-440  
Tel.: (12) 3625-4190  
e-mail: eng.eletrica@unitau.br

**CARLOS EDUARDO RAMOS DOS SANTOS**

**ESTUDO COMPARATIVO ENTRE UM SISTEMA CONVENCIONAL DE ENERGIA  
ELÉTRICA COM UM CARRO MOVIDO A COMBUSTÍVEIS FOSSEIS E UM  
SISTEMA FOTOVOLTAICO COM UM CARRO ELÉTRICO.**

Taubaté – SP  
2021



**UNIVERSIDADE DE TAUBATÉ**  
Autarquia Municipal de Regime Especial  
pelo Dec. Fed. nº 78.924/76  
Recredenciada Reconhecida pelo CEE/SP  
CNPJ 45.176.153/0001-22

**Departamento de Engenharia Elétrica**  
Rua Daniel Danelli s/nº Jardim Morumbi  
Taubaté-Sp 12060-440  
Tel.: (12) 3625-4190  
e-mail: eng.eletrica@unitau.br

**Carlos Eduardo Ramos dos Santos**

**ESTUDO COMPARATIVO ENTRE UM SISTEMA CONVENCIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA COM UM CARRO MOVIDO A COMBUSTÍVEIS FOSSEIS E UM SISTEMA FOTOVOLTAICO COM UM CARRO ELÉTRICO.**

Trabalho de Graduação apresentado ao Departamento de Engenharia Elétrica da Universidade de Taubaté, como parte dos requisitos para obtenção do diploma de Graduação em Engenharia Elétrica e Eletrônica.

Orientador (a): Sandro Botossi dos Santos.

Taubaté – SP  
2021



**UNIVERSIDADE DE TAUBATÉ**  
Autarquia Municipal de Regime Especial  
pelo Dec. Fed. nº 78.924/76  
Recredenciada Reconhecida pelo CEE/SP  
CNPJ 45.176.153/0001-22

**Departamento de Engenharia Elétrica**  
Rua Daniel Danelli s/nº Jardim Morumbi  
Taubaté-Sp 12060-440  
Tel.: (12) 3625-4190  
e-mail: eng.eletrica@unitau.br

A confecção da ficha catalográfica é realizada exclusivamente pelo Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação e deve ser inserida no lugar desta folha.



**UNITAU**

**UNIVERSIDADE DE TAUBATÉ**  
Autarquia Municipal de Regime Especial  
pelo Dec. Fed. nº 78.924/76  
Recredenciada Reconhecida pelo CEE/SP  
CNPJ 45.176.153/0001-22

**Departamento de Engenharia Elétrica**  
Rua Daniel Danelli s/nº Jardim Morumbi  
Taubaté-Sp 12060-440  
Tel.: (12) 3625-4190  
e-mail: eng.eletrica@unitau.br

**ESTUDO COMPARATIVO ENTRE UM SISTEMA CONVENCIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA COM UM CARRO MOVIDO A COMBUSTÍVEIS FOSSEIS E UM SISTEMA FOTOVOLTAICO COM UM CARRO ELÉTRICO.**

**CARLOS EDUARDO RAMOS DOS SANTOS**

ESTE TRABALHO DE GRADUAÇÃO FOI JULGADO ADEQUADO COMO PARTE DO REQUISITO PARA A OBTENÇÃO DO DIPLOMA DE “**GRADUADO EM ENGENHARIA ELÉTRICA**”

**BANCA EXAMINADORA:**

Prof. Me. SANDRO BOTOSSI DOS SANTOS  
Orientador/UNITAU-DEE

Prof. Dr. ARCIONE FERREIRA VIAGI  
UNITAU-DEE

Prof. Esp. THOMAZ BARONE JÚNIOR  
UNITAU-DEE

Dezembro de 2021



**UNIVERSIDADE DE TAUBATÉ**  
Autarquia Municipal de Regime Especial  
pelo Dec. Fed. nº 78.924/76  
Recredenciada Reconhecida pelo CEE/SP  
CNPJ 45.176.153/0001-22

**Departamento de Engenharia Elétrica**  
Rua Daniel Danelli s/nº Jardim Morumbi  
Taubaté-Sp 12060-440  
Tel.: (12) 3625-4190  
e-mail: eng.eletrica@unitau.br

*Dedico à minha família que me deu todo o suporte e motivação,  
e de modo especial, meu pai e minha mãe, pela oportunidade de  
realizar essa graduação.*



**UNIVERSIDADE DE TAUBATÉ**  
Autarquia Municipal de Regime Especial  
pelo Dec. Fed. nº 78.924/76  
Recredenciada Reconhecida pelo CEE/SP  
CNPJ 45.176.153/0001-22

**Departamento de Engenharia Elétrica**  
Rua Daniel Danelli s/nº Jardim Morumbi  
Taubaté-Sp 12060-440  
Tel.: (12) 3625-4190  
e-mail: eng.eletrica@unitau.br

## **AGRADECIMENTOS**

Em primeiro lugar agradeço a Deus pela sabedoria e determinação, pela minha vida, minha inteligência, pela minha saúde e minha família.

Ao meu pai Eduardo José dos Santos e minha mãe Patrícia Aparecida Ramos dos Santos por todo o apoio e suporte durante esses anos, por me proporcionar a oportunidade de me graduar, sem o incentivo deles nada disso seria possível.

Aos meus colegas de classe, que apesar das dificuldades nunca faltou companheirismo, por proporcionar um ambiente mais agradável em meia tanta pressão.

À senhorita Núbia Assumpção Santos por me apoiar, ajudar, amparar e aconselhar em todos os momentos, sendo fundamental para que meus objetivos sejam alcançados.

Aos professores por todo o conhecimento fornecido, toda a experiência e informação. Todos carregam uma parcela de responsabilidade pelo profissional que irá se formar engenheiro eletricitista e eletrônico em breve.

Ao meu orientador Eng. Ms. Sandro Botossi dos Santos, por toda a troca de informações e apoio durante o período de graduação, acompanhando minha turma na mentoria de aulas desde o início do curso.

À UNITAU pelo compromisso com o ensino, concedendo ótimos profissionais para a seu quadro de funcionários.



**UNIVERSIDADE DE TAUBATÉ**  
Autarquia Municipal de Regime Especial  
pelo Dec. Fed. nº 78.924/76  
Recredenciada Reconhecida pelo CEE/SP  
CNPJ 45.176.153/0001-22

**UNITAU**

**Departamento de Engenharia Elétrica**  
Rua Daniel Danelli s/nº Jardim Morumbi  
Taubaté-Sp 12060-440  
Tel.: (12) 3625-4190  
e-mail: eng.eletrica@unitau.br

SANTOS, C. E. R. dos. **Estudo comparativo entre um sistema convencional de energia elétrica com um carro movido a combustíveis fósseis e um sistema fotovoltaico com um carro elétrico.** 2021. 62 f. Trabalho de Graduação em Engenharia Elétrica – Departamento de Engenharia Elétrica, Universidade Taubaté, Taubaté, 2021.

## **RESUMO**

Nesse estudo, será tratado a viabilidade econômica da tecnologia dos carros elétricos quando usados junto a um sistema fotovoltaico, onde serão apresentadas as vantagens e desvantagens dos dois sistemas, além de mostrar as características de cada um, visando assim, a economia da conta de luz e também da alternativa na mobilidade do futuro. Os carros elétricos chegam para trazer economia e comodidade se usados juntos a tecnologia dos sistemas solares. No cenário atual, pós pandêmico, os preços dos combustíveis derivados do petróleo chegaram ao seu maior valor da história em grande parte dos países do mundo. O Brasil, ao mesmo tempo, sofre uma das maiores crises hídricas de sua história, com as contas energéticas alcançando valores muito acima dos normais. Serão apresentados os cenários de uma pessoa que utiliza a energia concedida da concessionária distribuidora e necessita da gasolina para o seu deslocamento, sendo comparados com os custos de uma pessoa que pretende adquirir um sistema fotovoltaico e utilizar da tecnologia dos carros movidos a eletricidade para sua mobilidade, será realizada a comparação entre as duas situações, buscando sempre o melhor custo e benefício.

**PALAVRAS-CHAVE:** Sustentabilidade. Energia limpa. Carros Elétricos. Eletropostos. Sistema fotovoltaico. Sistema Solar. Carros Híbridos.



**UNIVERSIDADE DE TAUBATÉ**  
Autarquia Municipal de Regime Especial  
pelo Dec. Fed. nº 78.924/76  
Recredenciada Reconhecida pelo CEE/SP  
CNPJ 45.176.153/0001-22

**Departamento de Engenharia Elétrica**  
Rua Daniel Danelli s/nº Jardim Morumbi  
Taubaté-Sp 12060-440  
Tel.: (12) 3625-4190  
e-mail: eng.eletrica@unitau.br

**UNITAU**

SANTOS, C. E. R. dos. **Comparative study between a conventional electricity system with a car running on fossil fuel and a photovoltaic system with an electric car.** 2021. 62 f. Graduate Work in Electrical Engineering - Departamento de Engenharia Elétrica, Universidade Taubaté, Taubaté, 2021.

### **ABSTRACT**

During this study, It will be showed the economic feasibility of the technology by electric cars when used together with a photovoltaic system, where will be presented the advantages and disadvantages of the two systems, in addition to showing the characteristics of each one, with the intention saving the electricity bill and the alternative in the mobility of the future. Electric cars arrived to bring economy and convenience if used together with the technology of solar systems. Currently, in a post-pandemic world, oil-derived fuel prices reached their highest value in history in most of countries around the world. Brazil, at the same time, is suffering one of the biggest water crises in its history, with energy bills reaching values far above comum. Will be presented two scenarios of a person who uses the energy provided by the distribution concessionaire and needs gasoline to travel, being compared with the costs of a person who intends to buy a photovoltaic system and use the technology of cars powered by electricity for their mobility, a comparison between the two situations will be carried out, always seeking the best cost and benefit.

**KEYWORDS:** Sustainability. Clean energy. Eletric cars. Electric stations. Photovoltaic system. Solar system. Hybrid Cars.





## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Matriz Energética Brasileira .....	20
Figura 2 – Módulo Fotovoltaico .....	24
Figura 3 – Inversor Fotovoltaico .....	25
Figura 4 – Modelo De HEV – Honda HR-V .....	31
Figura 5 – Modelo De PHEV – Outlander .....	31
Figura 6 – Modelo BEV – BMW I3 .....	32
Figura 7 – Modelo De FCEV – Mirai L1 .....	33
Figura 8 – Carregador Para Veículo Elétrico Portátil.....	35
Figura 9 – Carregador Para Veículo Elétrico WEMOB WALL .....	36
Figura 10 – Carregador Para Veículo Elétrico WEMOB PARKING .....	37
Figura 11 – Carregador Para Veículo Elétrico WEMOB STATION.....	38
Figura 12 – Carregador Sem Fio Para Veiculo Elétrico .....	39
Figura 13 – Conta De Energia – Media Do Histórico De Consumo .....	42
Figura 14 – Conta De Energia – Tipo De Ligação .....	43
Figura 15 – Coordenadas Geográficas .....	44
Figura 16 – Media De Irradiação Solar Na Cidade De Taubaté.....	45



## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Descrição Dos Cenários A Serem Tratados No Estudo.....	16
Tabela 2 – Desenvolvimentos significativos do trem de pouso .....	18
Tabela 3 – Energia Solar – Vantagens E Desvantagens .....	22
Tabela 4 – Perdas De Energia.....	45
Tabela 5 – Cálculo Do Rendimento .....	46
Tabela 6 – ICMS Em São Paulo .....	49
Tabela 7 – Valor Da Conta De Energia Sem Tributos .....	49
Tabela 8 – Valor Da Conta De Energia Com Tributos.....	51
Tabela 9 – Dados Técnicos dos Veículos.....	52
Tabela 10 – Situação 1 – Carro Comum + Energia Comum.....	56
Tabela 11 – Situação 2 - Carro Elétrico + Energia Comum.....	56
Tabela 12 – Situação 3 – Carro Comum + Energia Solar Fotovoltaica .....	57
Tabela 13 – Situação 4 – Carro Elétrico + Energia Solar Fotovoltaica.....	57



## **LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

- ABSOLAR – Associação Brasileira De Energia Solar Fotovoltaica
- ANEEL – Agencia Nacional De Energia Elétrica
- ANP – Agência Nacional Do Petróleo
- BEV – Battery Electric Vehicle (Veículo Elétrico A Bateria)
- CA – Corrente Alternada
- CC – Corrente Contínua
- COFINS – Contribuição Social Para Financiamento Da Seguridade Social
- CRESESB – Centro De Referencia Para Energia Solar E Eólica Sérgio Brito.
- EUA – Estados Unidos Da América
- EVSE – Electric Vehicle Supply Equipment (Equipamento De Fornecimento Para Veículos Elétricos)
- FCEV – Fuel Cell Electric Vehicles (Veículo Elétrico A Célula De Combustível)
- GESEL – Grupo De Estudos Do Setor Elétrico
- HEV – Hybrid Electric Vehicle (Veículo Elétrico Híbrido)
- ICMS – Imposto Sobre A Circulação De Mercadorias E Serviços
- IRENA – International Renewable Energy Agency (Agencia Internacional Para Energia Renováveis)
- KBB - Kelley Blue Book
- KERS – Kinect Energy Recovery Systems (Sistema De Recuperação De Energia Cinética)
- PHEV – Plug-in Hybrid Electric Vehicle (Veículo Elétrico Híbrido Plug-In)
- PIS – Programa De Integração Social
- SUV – Sports Utility Vehicle (Veículos Utilitários Esportivos)
- TE – Tarifa De Energia
- TUSD – Tarifa De Uso Do Sistema De Distribuição
- WEVC – Weireless Electric Vehicle Charger (Carregador De Veículo Elétrico Weireless)



**UNIVERSIDADE DE TAUBATÉ**  
Autarquia Municipal de Regime Especial  
pelo Dec. Fed. nº 78.924/76  
Recredenciada Reconhecida pelo CEE/SP  
CNPJ 45.176.153/0001-22

**Departamento de Engenharia Elétrica**  
Rua Daniel Danelli s/nº Jardim Morumbi  
Taubaté-Sp 12060-440  
Tel.: (12) 3625-4190  
e-mail: eng.eletrica@unitau.br

## LISTA DE SÍMBOLOS

- \$ sufixo indicativo de unidade de valor
- A ampere – unidade de corrente elétrica
- CV cavalos – unidade de potência
- G prefixo para unidades de medidas, representa  $\times 10^9$
- h hora – unidade de tempo
- k prefixo para unidades de medidas, representa  $\times 10^3$
- M prefixo para unidades de medidas, representa  $\times 10^6$
- p pico – sufixo que representa valor máximo de eficiência
- R real – moeda brasileira
- US dólar – moeda estadunidense
- V volt – unidade de tensão elétrica
- W watt – unidade de potencia



## Sumário

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>14</b>
1.1 OBJETIVO .....	15
1.2 JUSTIFICATIVA DO TRABALHO .....	15
1.3 DELIMITAÇÃO DO TRABALHO .....	16
<b>2 REVISÃO DE LITERATURA.....</b>	<b>17</b>
2.1 SISTEMAS FOTOVOLTAICOS .....	17
<b>2.1.1 Potencial Energético Brasileiro .....</b>	<b>21</b>
<b>2.1.2 Vantagens e desvantagens.....</b>	<b>22</b>
<b>2.1.3 Componentes e suas funções.....</b>	<b>23</b>
2.1.3.1 Módulos Fotovoltaicos .....	23
2.1.3.2 Inversor Solar .....	24
2.2 CARROS ELÉTRICOS .....	26
<b>2.2.1 Vantagens e desvantagens.....</b>	<b>28</b>
<b>2.2.2 Modelos.....</b>	<b>29</b>
2.2.2.1 Veículos Híbridos .....	29
2.2.2.2 Veículos Elétricos.....	31
2.3 ELETROPOSTO .....	33
<b>2.3.1 Tipos de Eletropostos .....</b>	<b>34</b>
<b>3 METODOLOGIA.....</b>	<b>40</b>
<b>4 ESTUDO DE CASO .....</b>	<b>41</b>
4.1 DIMENSIONAMENTO DE UM SISTEMA FOTOVOLTAICO .....	41
4.2 CÁLCULO DA CONTA DE ENERGIA .....	47
4.3 CÁLCULO DOS CUSTOS.....	51
<b>4.3.1 Cálculo para motor a combustão .....</b>	<b>53</b>
<b>4.3.2 Cálculo para motor elétrico .....</b>	<b>53</b>
4.4 RESULTADOS .....	56
<b>5 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>58</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>59</b>



## 1 INTRODUÇÃO

A busca por alternativas de geração de energia tornou-se uma necessidade em questões ambientais e econômicas. Esse estudo mostra uma opção para solucionar dois problemas que vêm sendo alguns dos piores que o Brasil enfrenta. O primeiro é o da conta de luz cada vez mais cara e o segundo é a alta constante do preço dos combustíveis nos postos.

O preço da conta de energia elétrica vem sofrendo aumento desde o ano de 2014, em 2015 foi criado o sistema de bandeiras tarifárias, que visa indicar para os consumidores como se encontram os níveis dos reservatórios hidroelétricos e quando está sendo acionado o uso das usinas termelétricas, que produzem energia mais cara (ANDRÉ, 2017). Em 2021, em decorrência das crises hídricas que o país vem enfrentando, a ANEEL criou uma nova bandeira para a conta de luz, chamada “bandeira de escassez hídrica”. A taxa da nova bandeira tem o valor de R\$ 14,20 por 100 kWh, levando forte reajuste em relação a 2020 quando a taxa a ser cobrada era de R\$ 6,24 por 100 kWh (SANT’ANA, 2021).

Em decorrência da crise mundial pós-pandêmica e da desvalorização do real, o brasileiro está cada vez pagando mais caro para encher o tanque de seu veículo (PORTAL G1, 2021). No ano, o diesel acumula alta de 65,3% nas refinarias e de 73,4% para a gasolina no mesmo período (ALVARENGA; MARTINS, 2021). O preço médio da gasolina nos postos brasileiros é de R\$ 6,56 o litro, segundo a ANP. O valor máximo registrado no ano no país é de R\$ 7,88 no Rio Grande do Sul (PORTAL G1, 2021).

Assim, devido ao crescente consumo de energia elétrica no Brasil, e também dos sistemas de logísticas, a demanda energética, tanto elétrica quanto pela combustão dos combustíveis, vem aumentando e se mostrando totalmente necessária para o desenvolvimento econômico e do aumento da qualidade de vida no país. Com isso, o governo federal gerou incentivos zerando a taxa de importação de módulos solares fotovoltaicos, responsáveis pela conversão de energia solar para a energia elétrica.

Ocorre um fenômeno químico/físico quando se expõe materiais semicondutores à luz, gerando tensão e corrente elétrica, portanto, a energia solar apresenta-se como uma alternativa a geração elétrica da maneira como se conhece, sendo capaz de suprir o consumo de eletricidade dos habitantes de forma limpa, econômica e renovável. Com a visão sustentável



na hora de consumir energia elétrica, sendo em nossas residências, comércios e indústrias, a ideia de utilizar carros com motores elétricos chega para solucionar a questão do uso dos combustíveis fósseis, derivados do petróleo, que além dos altos preços, também geram poluentes que causam as mudanças climáticas.

## 1.1 OBJETIVO

Esse estudo tem como objetivo expor a viabilidade econômica de se adquirir um sistema fotovoltaico junto a um carro elétrico, fazendo um comparativo financeiro entre uma residência que faz o uso da energia elétrica fornecida pela concessionária distribuidora e usufrui dos combustíveis fósseis para sua locomoção, e uma residência que gera sua própria energia e que também a utiliza para encher o tanque de seus carros.

## 1.2 JUSTIFICATIVA DO TRABALHO

Com o aumento das vendas online durante a pandemia do coronavírus (COVID-19), o setor de logística brasileiro cresceu de forma exponencial, se tornando um fator indispensável para as empresas de pequeno e grande porte (MONTEIRO, 2021). Muitas empresas tiveram que inovar para sobreviver, o Home Office e o serviço de entregas foram as soluções para o isolamento social, elevando assim, o consumo do uso de energia por parte da população, e também do uso dos combustíveis durante as entregas dos produtos até o consumidor.

O gerente geral da plataforma Lalamove, Giordani (2021), afirmou que “Muitas empresas tiveram que se reinventar com a pandemia e tiveram participação maior da entrega na receita final. Não dá para só depender da loja, do ponto físico, tem que migrar para a entrega e gerar mais resultado.”

Com o aumento do valor da conta de energia e, ao mesmo tempo, o aumento da demanda, a opção mais viável vem sendo o investimento em sistemas que aproveitem a luz do sol para gerar eletricidade. Por outro lado, o preço dos combustíveis disparou nos postos de gasolina, ou seja, afetando diretamente no valor final das mercadorias. Essa demanda crescente junto com a alta dos preços justificam o estudo, que visa analisar a alternativa dos carros elétricos, de forma que seja exposto o melhor custo e benefício.

### 1.3 DELIMITAÇÃO DO TRABALHO

O estudo concerne com uma revisão bibliográfica, onde a contribuição para o desenvolvimento do assunto ocorre por meio de fontes artigos, sites de pesquisas, livros sobre o tema e de estudo de caso, com base em documentos técnicos fornecidos pelos fabricantes e simulações de dimensionamento fotovoltaico serão apresentadas quatro situações, todas com as variáveis sendo representadas pelo valor do mês de novembro de 2021. Em todos os casos serão utilizados como fonte de comparação o consumo/necessidade de uma residência sem (comum) e com um sistema solar somado a um carro, tanto comum quanto elétrico. Na tabela 1, estão descritos os cenários a serem realizados no estudo.

Tabela 1 - Descrição dos cenários a serem tratados no estudo.

	Estudo de Caso	Residência	Carro
1º	Comum solar/elétrico	X	X
2º	Comum solar/elétrico	X	X
3º	Comum solar/elétrico	X	X
4º	Comum solar/elétrico	X	X

Fonte: Autoria própria.

O trabalho será dividido em 5 partes, nesta primeira sendo composta pela introdução, mostrando os objetivos e as justificativas do tema a ser abordado; a segunda compreende em apresentar a história dos temas abordados, o potencial energético brasileiro, os componentes e suas funções; na terceira parte será apresentada a metodologia do trabalho, descrevendo e demonstrando o processo e os resultados, que serão apresentados na quarta seção. Finaliza com as conclusões finais e com as referências que deram base para a redação do estudo.





## 2 REVISÃO DE LITERATURA

Durante essa segunda parte do estudo busca-se apresentar as histórias dos sistemas fotovoltaicos e dos carros elétricos, mostrando a evolução dos processos até chegarmos nos dias atuais, os equipamentos necessários para se conseguir gerar energia elétrica e também para se alimentar os automóveis, as vantagens e desvantagens e o funcionamento dos sistemas. Também será apresentado sobre o equipamento necessário para o carregamento dos veículos elétricos, o eletroposto.

### 2.1 SISTEMAS FOTOVOLTAICOS

De acordo com o site Portal Solar (2016) em 1939, o físico francês Alexandre Edmond Becquerel descobriu o efeito fotovoltaico, dando origem a energia solar. A primeira célula fotovoltaica de selênio revestido de ouro foi criada em 1883 pelo inventor americano Charles Fritts, permitindo gerar corrente contínua e constante para a conversão elétrica máxima de 1%. Em 1905, Albert Einstein, aprimorou e modernizou os conceitos do físico Heinrich Hertz (o qual descobriu o efeito fotoelétrico) e em 1922, com a teoria de que um raio de luz não é apenas uma onda contínua percorrendo o espaço, e sim uma fonte de geração de energia, ganhou o Prêmio Nobel de física. Em 1954, aconteceu a criação da célula solar moderna, por Russell Shoemaker Ohl, o qual inventou a placa de silício e patenteou o sistema fotovoltaico moderno, entretanto seu êxito deu-se em razão de 3 pesquisadores do laboratório de Bell Labs:

- Calvin Fuller – químico estadunidense, que pela primeira vez, desenvolveu o processo de dopagem de silício.
- Gerald Pearson - físico estadunidense que estabilizou, por meio de reações químicas, as placas de silício por uma junção P-N ou diodo com as placas mergulhadas em lítio, ele observou nas placas analisadas que acontecia um comportamento fotovoltaico.
- Daryl Chapin – buscava fontes de energia para alimentar baterias em redes remotas de telefone.

Fuller e Pearson comunicaram-se com Chapin, e então foram usadas, pela primeira vez, células de silício como fonte de alimentação de uma rede telefônica em 1955 na Geórgia



(EUA). A energia solar como conhecemos hoje em dia surgiu em 1958 com o início da utilização dos painéis solares. Foi surpreendente o começo da utilização dos painéis, no mesmo ano, um painel com 1w fez parte da alimentação de um rádio de comunicação, o qual foi ao espaço junto ao satélite Vanguard I. Baseado nisso, iniciou-se a implementação dos primeiros sistemas solares para residências, estabelecimentos e também para meios de transportes, como navios, aviões e ônibus (PORTAL SOLAR, 2016).

Em 1976, os engenheiros Christopher Wronski e seu companheiro David Carlson produziram a primeira célula de silício amorfo, que conta com 1,1% de eficiência. Após 16 anos, foi elaborada uma célula de filme fino, onde contém 15,89% de eficácia. A primeira célula solar que alcançou e superou a marca de 30% de rendimento em conversão, foi idealizada em 1994. Com todo o desenvolvimento da tecnologia e com o novo conceito de sustentabilidade ganhando força ao redor do mundo, durante o ano de 1999, a capacidade fotovoltaica alcançou a marca de 1.000 MW instalados. Na virada do século, os países de Primeiro Mundo conceberam a ideia de utilizar-se os sistemas fotovoltaicos conectados à rede (On-grid) com a finalidade de suprir a energia para a rede elétrica convencional, chegando em escala de produção anual em 4.200 MWp de células (PORTAL SOLAR, 2016).

Em agosto de 2021, o Brasil entrou para o grupo dos 15 países com maiores potências de geração fotovoltaica instaladas do planeta, ultrapassando a marca de 10 GW divididos em usinas de grande, médio e pequeno porte, sendo instaladas em telhados, terrenos (ABSOLAR, 2021) e servindo como garagens, utilizando o sistema Carport. Vale ressaltar que o país é o único da América Latina no top 15 do ranking criado pela Irena – Agência Internacional para Energias Renováveis (IRENA, 2020).

A tabela 2 mostra a relação dos países que se enquadram como maiores geradores de energia solar no mundo.

Tabela 2 - Top 15 maiores geradores de energia solar no mundo.

RANKING	PAÍS	CAPACIDADE EM GERAÇÃO (MW)
1	China	253,8
2	EUA	73,8
3	Japão	68,6
4	Alemanha	53,7

RANKING	PAÍS	CAPACIDADE EM GERAÇÃO (MW)
5	Índia	38,9
6	Itália	21,5
7	Austrália	17,3
8	Vietnã	16,5
9	Coreia do Sul	13,5
10	Reino Unido	13,4
11	Espanha	11,8
12	França	11,7
13	Países Baixos	10,2
<b>14</b>	<b>Brasil</b>	<b>10</b>
15	Ucrânia	7,3

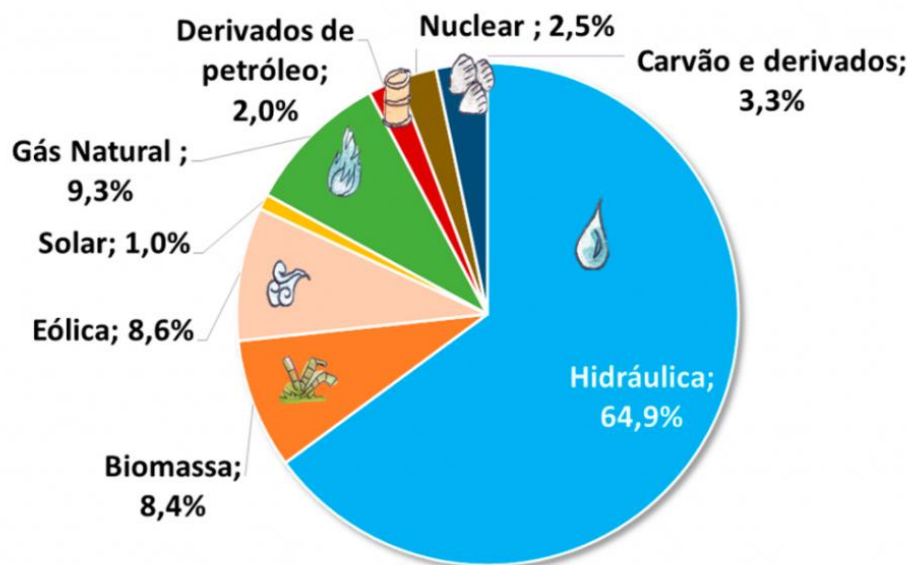
Fonte: IRENA, 2020.

Como pode-se observar, a China lidera de forma isolada o ranking mundial de geração de energia solar, sendo responsável por 40% da produção mundial no segmento.

Segundo dados da Absolar (2021), mais de 70% da potência gerada pela usina hidrelétrica de Itaipu – segunda maior do mundo e maior da América Latina – já é representada em instalações fotovoltaicas no Brasil, dispendo da maior fatia realizadas em telhados. As usinas de grande porte configuram a sétima maior fonte de geração no Brasil, entretanto, constituem a menor parcela. No segmento de geração centralizada, 3,5 GW das instalações correspondem às usinas de grande porte, o que equivale a cerca de 1,9% da matriz energética do país. Enquanto as instalações consideradas de “geração própria” apresentam 6,5 GW de potência instalada (PORTAL G1, 2021). A relação das fontes de energias utilizadas na matriz energética brasileira está descrita na figura 1.

“Ao somar as capacidades instaladas das grandes usinas e da geração própria de energia solar, a fonte solar ocupa, agora, o quinto lugar na matriz elétrica brasileira. Recentemente, a solar ultrapassou a potência instalada de termelétricas movidas a petróleo e outros fósseis, que representam 9,1 GW da matriz elétrica brasileira.” (Associação Brasileira de Energia Solar Fotovoltaica, 2021).

Figura 1 – Matriz energética brasileira.



Fonte: Vetorlog: Inteligência em medições, 2021.

Levando em consideração que a maior parte da matriz energética brasileira é composta por sistemas hídricos, a geração de energia provinda da luz do sol, reduz a pressão sobre os recursos hídricos do país (PORTAL G1, 2021). Em concordância com a Absolar (2021), desde 2012, R\$52,7 bilhões em investimentos foram arrecadados e foi evitado que 10,7 milhões de toneladas em emissões de CO<sub>2</sub> fossem despejados na atmosfera durante a produção de eletricidade.

“As usinas solares de grande porte geram eletricidade a preços até dez vezes menores do que as termelétricas fósseis emergenciais ou a energia elétrica importada de países vizinhos atualmente, duas das principais responsáveis pelo aumento tarifário sobre os consumidores” (SAUAIA, 2021)

Como foi observado na figura 1, o percentual de produção e de contribuição da energia solar ainda é pequena, representando cerca de apenas 1% da oferta de eletricidade.

“A baixa contribuição percentual se deve ao fato de o Brasil ter um parque gerador existente enorme, com grande contribuição de hidrelétricas, termelétricas e usinas eólicas, que ainda respondem pela maior parte da geração nacional. No entanto, segundo o Plano Decenal de Expansão de energia 2030, a fonte solar deve aumentar sua contribuição nos próximos anos chegando a 5% da geração total de eletricidade em 2030” (EPE, 2021).



### **2.1.1 Potencial Energético Brasileiro**

No mundo, em sua maior parte, a energia elétrica é produzida por meio de combustíveis fósseis e pela queima de carvão, que emitem uma série de poluentes. Segundo Castro (2019), professor e coordenador do grupo de estudos do setor elétrico (GESEL), o território brasileiro conta com a maior e melhor matriz de energia renovável do mundo. “Enquanto no resto do mundo é entre 17% e 18%, o Brasil tem 80% de energia renovável”, afirma.

Apesar de possuir um enorme potencial em geração de energia fotovoltaica, essa tecnologia é responsável por cerca de 1% a 2% da geração total nacional. Segundo o Atlas Brasileiro de Energia Solar (2017), o país recebe a incidência de mais de 3 mil horas de sol anuais, possuindo um grande potencial em relação a esse tipo de geração de energia. Para parâmetros de comparação, a Alemanha que possui cerca da metade das horas de sol durante um ano, possui 12% de sua geração baseada em energia fotovoltaica (SANTOS, 2021).

Durante os últimos seis anos, o cenário energético brasileiro começou a mudar. O consumo de energia em residências, centros comerciais e zonas rurais, passou a possuir geração própria, adquirindo sistemas de mini e microgeração solar, buscando uma alternativa limpa e renovável para reduzir gastos e sustentar a demanda energética. Sendo um investimento com retorno garantido entre cinco e sete anos, a energia gerada nos próximos, em média 18 a 25 anos, se torna praticamente gratuita. Utilizando apenas os telhados de casas brasileiras, seria possível gerar cerca de 164 GW, ultrapassando a atual matriz instalada no país que é de 160 GW (NOVOECOPRO, 2019). A tecnologia solar, tornou-se mais atraente e segura após a Agência Nacional da Energia Elétrica (ANEEL) aprovar a Resolução Normativa nº 482/2012, onde foi regularizada a mini e microgeração distribuída junto ao sistema de compensação de energia elétrica (ANEEL, 2018).

De acordo com o pesquisador Krenzinger (2021), existe um projeto em nível mundial que visa diminuir o consumo dos combustíveis fósseis, como o gás natural, petróleo e carvão mineral, aumentando a produção de energias como a eólica, solar e biomassa.

“Temos visto que a diversificação de fontes de energia é a solução mais inteligente e indicada, pois além de ser renovável, agride menos o planeta. Deveríamos, também, fomentar a criação de instalações fotovoltaicas urbanas uma vez que é melhor diversificar para depois não faltar” (Krenzinger, 2021).



Embora não obtenha o investimento necessário, o setor de energia fotovoltaica cresce no país e já criou mais de 165 mil empregos, gerando mais de R\$ 30 bilhões entre 2012 e 2020 (ABSOLAR, 2020). Conforme estudo da Greenpeace, a categoria pode assinar cerca de 4 milhões de carteiras de trabalho até 2030 (HERRERO, 2016), produzindo R\$ 11,3 bilhões em impostos e uma renda de R\$ 561,5 bilhões para a economia nacional (SANTOS, 2021).

### 2.1.2 Vantagens e desvantagens

Quando se fala em energia solar, fala-se em vantagens. Com uma diferença consideravelmente grande em relação às desvantagens, o sistema solar vem sendo uma das melhores alternativas para quem busca economia e sustentabilidade, sendo uma fonte de energia gratuita, renovável e limpa. Apesar de seu alto custo inicial, ou seja, com a aquisição dos equipamentos que compõe o kit de geração fotovoltaica, o sistema solar conta com a facilidade de manutenção e reduz a conta de energia em até 95%, valorizando também, o valor do imóvel (PORTAL SOLAR). Sendo assim, seria considerado um investimento de rápido retorno em comparação com os que são encontrados nos bancos atualmente.

Na tabela 3 estão listadas algumas das principais vantagens e desvantagens dos sistemas fotovoltaicos.

Tabela 3 - Energia solar – Vantagens e Desvantagens.

VANTAGENS	DESVANTAGENS
É uma fonte de energia gratuita	Alto custo inicial
Não polui	Não gera energia à noite
Fácil instalação	Baixa capacidade de armazenamento
Manutenção quase inexistente	
Ocupa pouco espaço	
Valoriza o imóvel	

Fonte: Autoria própria.

Nota-se que as vantagens são maioria, e como para tudo se tem uma solução, as desvantagens são apenas pequenas desculpas para não ser gerador da sua própria energia. Em relação ao alto custo inicial, tem-se em oposição a vida útil dos aparelhos que chegam a durar mais de 25 anos, e possuem a necessidade mínima de manutenção, sendo que pode ser



financiado e pago em até 120 meses, tornando o valor da parcela, o valor em que estaria pagando normalmente em sua conta de luz, a diferença será notada após a finalização do pagamento, onde se economizará em até 95% do valor, além de ajudar a reduzir a emissão de CO<sub>2</sub>. A valorização do imóvel também é um fator que contribui para solucionar a questão do alto custo de aquisição, pois como se trata de um investimento, ao mesmo tempo em que está saindo dinheiro do bolso no momento da compra, estará aumentando o valor patrimonial.

Ainda tratando sobre a solução das desvantagens citadas no quadro, a questão do não funcionamento do sistema no período noturno, não sendo capaz de produção durante a noite, e da baixa capacidade de armazenamento, pode ser solucionado com o dimensionamento do sistema sendo integrado à rede (On-grid), onde o sistema gera de dia mais do que o necessário, enviando energia para a concessionária distribuidora e gerando créditos para gastar quando houver maior demanda do que produção, no caso de se consumir energia elétrica durante a noite, por exemplo, onde a produção é zero.

Além das vantagens apresentadas no quadro, vale citar que a produção de energia solar acontece sem qualquer ruído, sendo 100% silenciosa, ao contrário da geração eólica. Sendo o sistema de autogeração mais barato, é possível se adquirir um sistema fotovoltaico pelo preço de um automóvel popular no Brasil e com o avanço da tecnologia, o valor dos equipamentos vem se tornando cada vez mais acessíveis, além da constante melhoria no rendimento dos equipamentos.

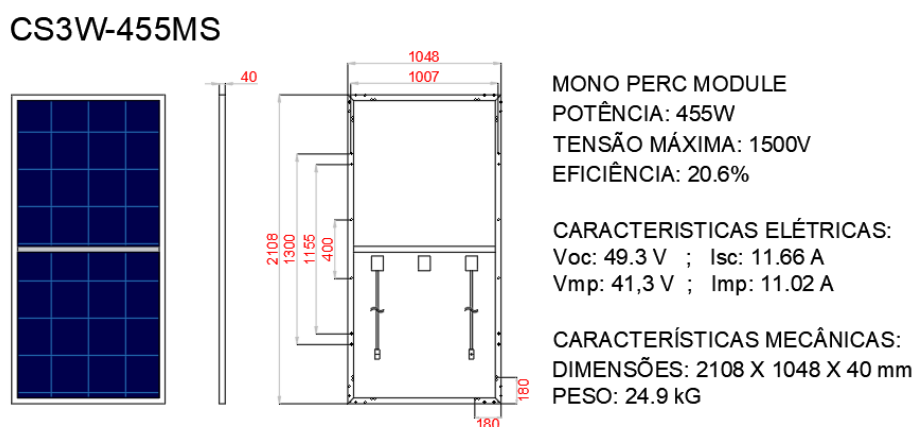
## **2.1.3 Componentes e suas funções**

### **2.1.3.1 Módulos Fotovoltaicos**

Também chamados de painéis ou placas solares, são compostos de 36 a 144 células solares que possuem a função de converter a luz do sol em energia elétrica. Os módulos exercem a função de coletar a emissão de luz provinda do sol, onde as partículas de luz solar colidem com os átomos presentes no painel, fazendo com que o movimento dos elétrons forneça corrente elétrica (PORTAL SOLAR). Na hora de escolher o melhor modelo para seu projeto, é necessário levar alguns fatores em questão, como o nível de irradiação solar no local a ser instalado, a área disponível para a instalação e a média de consumo mensal de energia.

Com base nos documentos técnicos (datasheet) fornecido pelo fabricante Canadian e a fim de representar um módulo fotovoltaico com suas características elétricas e mecânicas, foi desenvolvido um desenho, por meio do software AutoCAD, simbolizado na figura 2.

Figura 2 – Módulo fotovoltaico.



Fonte: Autoria própria.

### 2.1.3.2 Inversor Solar

Inversor solar ou inversor fotovoltaico é o nome dado ao equipamento que recebe a energia elétrica gerada pelos painéis solares, sua função principal é converter a corrente contínua em corrente alternada. Atua como o cérebro do sistema, identificando e sincronizando o sistema com a frequência da rede da concessionária (SOLAR PRIME, 2019). Geralmente, são instalados próximos ao quadro de distribuição geral da casa, ou próximo ao padrão de entrada, para que seja feita a conexão. Precisa ser instalado em locais abrigados, fora do alcance do sol, para que não haja superaquecimento, e fora do alcance das chuvas por ser tratar de um equipamento elétrico evitando riscos de curto circuito. Em usinas solo, é recomendado a construção de abrigos para os equipamentos, pois cada modelo de inversor possui uma especificação de limitação de espaço, o que é usado para a ventilação necessária para que o inversor trabalhe em condições ideais. Existem 3 tipos de inversores, cada um com suas particularidades.

- Inversor Grid Tie: inversor usado em sistemas on-grid, onde não se utiliza baterias. Tem a vantagem de possuir um sistema de segurança chamado de ilha, onde se copia

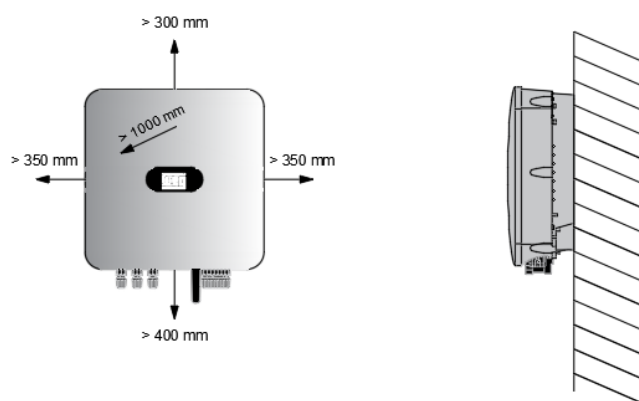


a frequência da rede e caso ocorra queda de energia, é acionado com agilidade interrompendo seu funcionamento, evitando curtos ou problemas no momento em que a energia para de ser recebida (SOLAR PRIME, 2019);

- Inversor Off-grid: sendo o oposto do inversor anterior, é utilizado em sistemas independentes com o uso de baterias, contando com a autonomia de não estar conectado à rede da concessionária distribuidora. É utilizado para a produção de energia elétrica em localidades isoladas como as zonas rurais, possui maior relevância no abastecimento de serviços de telefonia e de rádio, sendo aplicado em comunicações com os satélites, por exemplo (SOLAR PRIME, 2019);
- Microinversor: com o intuito em estabilizar a energia elétrica em cada um dos componentes, o microinversor foi criado para trabalhar com sistemas menores, com potência de geração que varia entre 600 W e 1,6 kW, sendo usado por quem precisa de eletricidade ininterrupta, otimizando individualmente a geração de energia de cada painel (SOLAR PRIME, 2019).

Com base nos documentos técnicos (datasheet) fornecidos pelo fabricante WEG, foi desenvolvido um desenho com o intuito de simbolizar um inversor fotovoltaico, representado na figura 3.

Figura 3 – Inversor Fotovoltaico.



Fonte: Autoria própria.

Foi escolhido para representação um inversor string WEG de 3 kW, por se tratar de um inversor para sistemas pequenos, necessita de pouco espaço livre para sua instalação, sendo



maior ou igual a 30 cm em sua parte superior, 35 cm nas laterais, 40 cm inferior e 1 metro a sua frente.

Os módulos e o inversor são os principais equipamentos em um sistema fotovoltaico, porém para que o sistema esteja completo e funcionando são necessários muitos outros componentes. Para que seja possível a injeção de energia na rede é preciso que o padrão do local de instalação possua um medidor bidirecional; autotransformador, para os sistemas que possuem inversor 380V e a rede 220V; os perfis de fixação dos módulos; os cabamentos CC e CA que fazem o encaminhamento da energia elétrica; o aterramento que conta com haste, caixa de inspeção e grampo conector, e por último um sistema de monitoramento para acompanhar o rendimento e a geração do sistema.

## 2.2 CARROS ELÉTRICOS

Os carros elétricos são veículos que trabalham, exclusivamente, movidos a eletricidade. Nesse modelo de funcionamento são utilizados um ou mais motores a fim de se gerar tração e propulsão, fazendo com que os carros funcionem apenas usando a energia elétrica que ficam armazenadas em baterias ou células a combustível, diferente dos modelos convencionais que são movidos a combustão interna de gasolina, álcool ou diesel (NEOCHARGE).

Muitas pessoas veem os carros elétricos como algo futurista, ou que está distante da nossa realidade, O que muitas destas não sabem é que os automóveis elétricos são muito mais antigos do que se imagina. Eles começaram a aparecer aproximadamente na mesma época em que os carros tradicionais movidos a um motor a combustão. O título de “primeiro carro elétrico” é muito disputado entre países que apresentam estudos e pesquisas parecidas. A Hungria obtém um dos mais antigos registros sobre o assunto, em 1828, Ányos Jedlik criou um motor elétrico e para teste, o colocou dentro de uma miniatura de carro. Mais dois registros apareceram em 1835, o primeiro dirigido pelo holandês Sibrandus Stratingh, que usou o magnetismo como fonte de energia, usando dois ímãs de Michael Faraday para criar um pequeno modelo. O segundo registro pertence ao americano Thomas Davenport, que usou trilhos para recarregar seu modelo de veículo. Pouco mais tarde, Robert Anderson criou uma locomotiva e um modelo de 4 rodas, porém, por falta de tecnologia e estruturas esses modelos acabaram sendo apenas experimentais. Vale ressaltar que durante esse período de descoberta



dos carros elétricos, ainda não havia sido inventada a bateria recarregável, a qual foi inventada apenas em 1881 por Gaston Planté, sendo feita de chumbo-ácido (KLEINA, 2021).

Durante o início do século XX, os carros elétricos representavam 38% de todos os veículos presentes em solo estadunidense, porém o desafio encontrado pelos fabricantes era de encontrar um modelo que competisse economicamente com os carros movidos a combustíveis fósseis, já que eram vendidos por cerca de US\$ 1.750,00, contra US\$ 650,00 dos motores a combustão, que correspondiam a um total de 22% de todos os meios de transporte da época no país. Os automóveis totalmente elétricos perderam espaço no mercado diante a diversos fatores, como a falta de tecnologia, a grande disponibilidade de petróleo encontrado nas refinarias e com os postos de combustíveis sendo encontrados por todo lado. Os veículos elétricos voltaram a ganhar força no final do século XX, o Toyota Prius (híbrido) foi o primeiro a ser produzido em série, seguido por Tesla, que fabricou o primeiro esportivo de luxo da categoria e, aos poucos, outras marcas como Nissan, BMW e GM aderiram ao seu catálogo carros totalmente elétricos (PROCOBRE, 2020).

O modelo que leva o título de primeiro carro elétrico vendido no Brasil é o Gurgel Itaipu, produzido pela Gurgel Motores, que contava com um câmbio de quatro marchas, motor de 13,6 CV, alcançando até 80 km/h com uma autonomia de 127 km no uso urbano. No início da segunda dezena do século XXI, em Santa Catarina, foi desenvolvido o Pratyko, carro especialmente destinado ao transporte de cadeirantes e contava com uma autonomia de 100 km, movido por um motor WEG. No mesmo período, surgiu o Nissan Leaf, que não foi comercializado no mercado de automóveis, sendo produzido com foco em serviços de taxi, porém atualmente, repaginado, voltou como destaque de vendas da marca (PROCOBRE, 2020).

No que se diz respeito ao “transporte do futuro”, os carros elétricos saem na frente quando se pensa em economia e sustentabilidade, com os estímulos e com o avanço da tecnologia, os modelos se tornam cada vez mais acessíveis aos consumidores e o objetivo da maioria dos países desenvolvidos é de que a frota de veículos com motor a combustão sejam substituídos aos elétricos em pouco tempo, é difícil estimar que haja uma data certa, pois o mundo está se atualizando a todo instante e constantemente diminuindo os prazos estabelecidos no passado em busca de novas alternativas, sejam elas na sustentabilidade quando na melhora dos equipamentos a serem utilizados. Tomando como exemplo, os veículos elétricos chamados de carros autônomos chegam para desbancar o conceito de que os



carros precisam de um condutor, tendo como objetivo a extinção das mortes ocorridas no trânsito, os veículos possuem total responsabilidade sob a condução, dispensando em qualquer ocasião a atenção do motorista enquanto se está em movimento (BORGES, 2021).

### 2.2.1 Vantagens e desvantagens

Dentre os projetos que se enquadram como essenciais para o futuro da humanidade, os carros elétricos marcam presença como uma das tecnologias que possuem grande potencial por conta de seus benefícios. Muitas empresas ao redor do mundo investem em pesquisa e desenvolvimento na busca pela melhoria contínua das tecnologias limpas, ou seja, que não agredem o meio ambiente.

Os veículos elétricos surgem como uma solução a diversos problemas enfrentados atualmente, porém ainda há muito o que melhorar. Segue abaixo a lista dos prós dos carros elétricos de acordo com a marca automobilística coreana Hyundai (2021).

- **Sustentabilidade:** A necessidade em se diminuir e futuramente eliminar o uso dos combustíveis fósseis está cada vez mais presente no dia a dia, além de se retirar recursos limitados da natureza, os gases originados a partir da queima de derivados do petróleo são prejudiciais ao meio ambiente, causando mudanças climáticas e a degradação da saúde das pessoas que vivem em grandes centros urbanos, sendo responsável por diversas doenças respiratórias, originadas por se respirar um ar de má qualidade.
- **Economia:** Seguindo a lei da oferta e demanda, o preço dos derivados do petróleo tende a subir quando a sua disponibilidade se tornar cada vez mais escassa. Com a possibilidade em se gerar energia elétrica sendo cada vez mais eficiente, limpa e barata, existe um incrível potencial em se diminuir os custos de se manter um veículo.
- **Eficiência:** Por se tratar de um sistema mecânico, o motor a combustão acaba perdendo parte de sua força gerada ao longo de seu funcionamento, em contrapartida o motor elétrico praticamente utiliza toda sua energia disponível que é convertida em potência.
- **Segurança:** Os modelos elétricos possuem um motor menor em relação ao de combustão, permitindo que seu posicionamento seja todo abaixo do assoalho do carro, conectado diretamente as rodas, favorecendo na estabilidade do veículo, onde o centro

de gravidade está mais centralizado e próximo ao chão. O fato de não haver um tanque com combustíveis altamente inflamáveis dentro do seu automóvel também é um grande fator de segurança.

Como a tecnologia ainda está em constante desenvolvimento, existem alguns pontos a serem reparados em breve, porém, ainda se enquadram como contras em um veículo elétrico. A seguir, estão listadas as desvantagens dos veículos elétricos segundo a marca Hyundai (2021).

- Autonomia: A constante procura em um modelo de bateria que seja eficiente e que não torne inviável seu peso na composição dos veículos é a principal fonte de pesquisa para se vencer uma das maiores desvantagens dos carros elétricos, que por essa razão não conseguem atingir a autonomia dos modelos tradicionais.
- Pontos de recarga: Atualmente, por ter uma demanda pequena, é difícil encontrar estabelecimentos que possuem esse tipo de sistema de recarga. Mesmo que seja utilizada a rede elétrica, é necessário que se obtenha um carregador exclusivo para que seja compatível com o plug de recarga dos veículos, com a popularização da tecnologia é natural que aos poucos se torne comum pontos de recarga em residências, postos e estabelecimentos, como shoppings centers.
- Tempo de recarga: Outra vez se tratando das baterias, é necessário que se mantenha um carro carregando por horas para que se obtenha uma carga completa, diferentemente dos motores a combustão que podem ser completados em questão de um ou dois minutos. Como dito anteriormente, por se tratar de uma tecnologia em desenvolvimento pode ser que tais processos se tornem mais rápidos e eficientes no futuro.

## **2.2.2 Modelos**

### **2.2.2.1 Veículos Híbridos**

Quando se fala nos modelos com motor a combustão, sua função é gerar o melhor desempenho possível, combinando boa autonomia e performance, porém, conforme a potência aumenta, também se nota um considerável aumento do consumo, conseqüentemente, gerando mais poluentes. Por outro lado, os motores elétricos possuem um custo por km muito

mais atraentes, sem gerar nenhum poluente, possuindo como lado negativo, a baixa autonomia e a dificuldade em recarregar suas baterias, que demoram muito mais a voltar rodar do que os de motores convencionais, que para completar sua fonte de energia não demora mais do que cinco minutos em postos de combustíveis. Visando unir o melhor de cada modelo, os híbridos contam com a boa autonomia e potência do motor a combustão, com a economia e menor emissão de poluentes dos motores elétricos. Para que se tenha o melhor resultado, o sistema de ambos foi aperfeiçoado, contando com três tipos de funcionamento (FURLANI).

- Híbrido em série: os motores são ligados em sequência, onde a saída de um está conectada a entrada do outro. Geralmente, o motor a combustão faz o papel de alimentar o motor elétrico, que movimenta o veículo, sendo o modelo mais próximo dos carros 100% elétricos, porém utiliza a funcionalidade do motor a combustão para aumentar sua autonomia. Como exemplo da categoria, tem-se o Chevrolet Volt, da fabricante General Motors.
- Híbrido em paralelo: os motores são usados juntos para gerar a potência necessária, porém, apenas um desempenha o papel de motor principal, onde o outro auxilia para melhorar sua performance. A fabricante Honda contém em seu catálogo dois modelos para representar a categoria, o Civic Hybrid e o Insight.
- Híbrido misto ou combinado: o sistema mais comum dentre os híbridos, no qual é realizado um cálculo pelo computador eletrônico do automóvel para decidir qual fonte de energia utilizar, é possível utilizar somente o motor elétrico, gerando o mínimo ou até mesmo nenhum custo com combustíveis, com o motor a combustão sendo utilizado apenas para ganho de potência ou quando a bateria acaba. Um dos representantes desse tipo de funcionamento é o Ford Fusion Hybrid.

Além dos tipos de funcionamento do motor, existem dois modelos de híbridos que se diferenciam em relação a maneira de se recarregar. Conhecido como HEV ou veículo elétrico híbrido, trata-se da passagem do passado para o futuro, onde a ideia é continuar usando o combustível, porém, de uma forma que aumente sua eficiência (HYUNDAI, 2021). A figura 4 apresenta o híbrido da fabricante Honda.

Figura 4 – Modelo de HEV – Honda HR-V.



Fonte: CAR.BLOG.BR.

Semelhante ao modelo anterior, o PHEV (Veículo Elétrico Híbrido Plug In) se diferencia com um sistema que possibilita o recarregamento de suas baterias por meio de um carregador, além do KERS (HYUNDAI, 2021). A figura 5 representa um dos híbridos da categoria, o SUV Outlander, da marca Mitsubishi.

Figura 5 – Modelo de PHEV – Outlander.



Fonte: InsideEVs UOL.

#### 2.2.2.2 Veículos Elétricos

Dentre os modelos 100% elétricos é possível dividi-los em duas categorias:

- Veículo Elétrico a Bateria (BEV): Nesse modelo é totalmente descartada a utilização de um motor a combustão, suas baterias são carregadas por meio de um carregador especial, uma versão semelhante e mais potente dos carregadores de celulares (HYUNDAI, 2021).

Como exemplo da categoria citada anteriormente, o modelo da BMW, está apresentado na figura 6.

Figura 6 – Modelo de BEV – BMW I3.



Fonte: Site Autos Segredos.

- Veículo Elétrico a Célula de Combustível (FCEV): Ao contrário do modelo anterior, conta com um sistema de recarga que se parece com os carros convencionais, mas utiliza hidrogênio para se gerar energia elétrica, quando colocados em contato com as células de combustíveis. A vantagem dessa reação química é que não gera poluentes, obtendo como resultado desse processo apenas água e calor (HYUNDAI, 2021).

Para representar a categoria, a figura 7 traz o modelo da Toyota.



Figura 7 – Modelo de FCEV – Mirai II.



Fonte: Site Auto Data.

### 2.3 ELETROPOSTO

Os carros elétricos deixaram de ser um assunto futurista e já são realidade no Brasil e no mundo, com isso, vem o eletroposto, que junto a tecnologia dos veículos movidos a energia elétrica se tornam uma combinação infalível na contribuição da disseminação de energia limpa (SOLARVOLT), além de diminuir nos custos de se manter um automóvel, não possuindo gastos com combustíveis.

Os eletropostos são estruturas simples e eficientes para o carregamento de veículos elétricos, adaptados para uma velocidade de recarga que pode ser lenta, semirrápida, rápida ou ultrarrápida. Também conhecido como estação de recarga, ponto de recarga, ponto de carregamento e EVSE (CARROELETRICO, 2019), os carregadores de carros elétricos conectam os veículos a uma fonte de energia, da mesma maneira que um carregador de celular, a diferença é na potência utilizada. Os carregadores podem ser instalados em paredes, fixados em suporte (totens de recarga) e também podem ser encontrados diretamente no solo (NEOCHARGE).

Com a expansão de mercado dos carros híbridos e elétricos, cria-se uma necessidade em se obter postos de recarga espalhados pelos centros urbanos, já que os veículos elétricos possuem uma baixa autonomia, não há como depender apenas de um carregador instalado na residência do consumidor. Não sendo viável que uma pessoa deixe seu carro carregando por



horas quando se estiver fora de casa, os eletropostos destinados a pontos públicos de carregamento, como condomínios, centros comerciais e posicionados a beira de estradas, possuem um funcionamento especializado, com maior eficiência em relação ao seu tempo de recarga, sendo possível que por meio de uma carga extremamente rápida as baterias sejam recarregadas em até menos de uma hora (SOLARVOLT).

A diferença entre os carregadores que possuem recarga lenta e variam até a ultrarrápida, está na quantidade de potência (tensão x corrente) que o carregador consegue fornecer para o sistema do veículo e também, no modo de fornecimento. Na maioria das vezes, os veículos elétricos recebem a carga em corrente alternada, porém como a alimentação das baterias acontecem em corrente contínua, há necessidade de que os carros sejam equipados com um inversor de corrente para que seja feita essa conversão. Os carregadores de recarga rápida, fornecem energia em corrente contínua, portanto, utilizam um inversor próprio de maior porte para fazer essa conversão, permitindo que maiores potências sejam alcançadas, consequentemente, atingindo um menor tempo de recarga.

### **2.3.1 Tipos de Eletropostos**

Segundo a integradora Neo Charge, os carregadores são classificados de acordo com a sua construção, potência e tipo de utilização, sendo:

1. **Emergencial**: É o carregador que acompanha o carro no momento da compra, permite que se carregue o veículo em tomadas comuns de 10A, sendo utilizado quando não são encontrados carregadores ou tomadas mais potentes. Por conta da baixa potência, a velocidade de recarga é menor.
2. **Portátil**: Similar ao anterior, porém, com maior velocidade de recarga pelo fato de que alcança uma corrente de até 32A, muitos carregadores portáteis possuem adaptador de plugue e ajuste de corrente, permitindo sua utilização em redes trifásicas. Como mostra a figura 8, os carregadores possuem uma tomada de 3 polos, que podem ser ligadas diretamente em uma tomada residencial, que leva a energia para um sistema que aumenta sua eficiência.

Figura 8 – Carregador para veículo elétrico portátil.



Fonte: Neo Charge.

3. Residencial: Ideal para se carregar o carro na garagem, o carregador residencial pode ser instalado em parede ou em totens de recarga, fornecendo energia em corrente alternada de 16A até 32A, pode alcançar uma velocidade de recarga três vezes maior que o emergencial.

Como exemplo, na figura 9, o carregador WEMOB WALL, desenvolvido para uso interno ou externo (proteção IP65), é compatível com tensões monofásicas ou bifásicas, unindo segurança e praticidade no dia a dia. Conta com uma recarga lenta, sendo ideal para residências, onde seu consumo chega até 7,4 kW, podendo ser instalado em parede ou pedestal (WEG, 2021).

Figura 9 – Carregador para veículo elétrico WEMOB WALL.



Fonte: Suporte WEG.

4. Comercial: Ideal para estabelecimentos comerciais ou para uso compartilhado, podem ser instalados em paredes, totens de recarga ou fixos no solo e fornecem energia em corrente alternada de 16A até 32A. Possui recursos que permite o monitoramento e histórico de consumo, gestão de energia, chave de acesso e cobrança, são encontrados em categorias com uma ou duas tomadas, sendo possível que dois carros sejam carregados ao mesmo tempo.

Como exemplo, na figura 10, o carregador WEMOB PARKING, desenvolvido especialmente para o uso compartilhado em estacionamentos, como condomínios, pode ser instalado em qualquer tensão, seja ela monofásica, bifásica ou trifásica, contando com uma recarga semirrápida. Possui 2 versões: com e sem tela de LCD e com uma ou duas saídas de até 22 Kw (WEG, 2021).

Figura 10 – Carregador para veículo elétrico WEMOB PARKING.



Fonte: Suporte WEG.

5. Carga Rápida: Ideal para se utilizar em rodovias, postos de abastecimento e frotas, o carregador de carga rápida foi desenvolvido para situações específicas, onde se precisa recarregar em um curto período. Como o fornecimento da energia é feita diretamente em corrente contínua para o veículo, pode-se alcançar potências superiores aos carregadores residenciais e comerciais, onde 80% da capacidade das baterias podem ser recarregadas em minutos.

Tendo como exemplo o carregador WEMOB STATION, na figura 11, é a estação que oferece a solução completa para a rápida recarga de veículos elétricos em rodovias e estações de serviços seja em corrente contínua ou alternada, sendo a única categoria que dispõe de proteção elétrica já incluso. Possui até três padrões de plugues com flexibilidade de potências de 30 kW até 150 Kw (WEG, 2021).

Figura 11 – Carregador para veículo elétrico WEMOB STATION.



Fonte: Suporte WEG.

Vale ressaltar o aparecimento de novas tecnologias no mundo dos carregadores para carros elétricos. O WEVC é um carregador que não utiliza qualquer fio em seu sistema, onde o carregamento é feito a partir de indução magnética para alimentar as baterias dos veículos. Seu funcionamento é simples e dinâmico, basta apenas que o motorista pare sobre o carregador (CARROELETRICO, 2019), tornando o mercado dos elétricos mais atraentes para os consumidores, pois como visto anteriormente, a alimentação das baterias é uma das principais desvantagens da categoria. A figura 12 expõe um exemplo de WEVC.

Figura 12 – Carregador sem fio para veículo elétrico.



Fonte: Site Carro Elétrico.



### **3 METODOLOGIA**

A pesquisa baseia-se em notícias e documentos. A metodologia aplicada é exploratória e quantitativa, sendo um estudo de caso, com o intuito de comparar dois sistemas distintos a fim de apresentar uma nova tecnologia alternativa.

A pesquisa bibliográfica, segundo Oliveira (2014), é um método eficiente de se conhecer as fontes para encontrar informações desejadas de forma segura e rápida. Todas as áreas de pesquisa exigem uma pesquisa bibliográfica previa com o objetivo em se coletar dados gerais e específicos para a realização do estudo, traçando caminhos para orientar o trabalho acadêmico e gerar um conhecimento maior sobre o assunto.

A pesquisa exploratória, traz problemas a serem investigados durante a apresentação das ideias, para preencher as lacunas que surgem durante o estudo (PATAH; ABEL, 2021). A leitura dos textos possibilitou o entendimento sobre os assuntos tratados, proporcionando a familiarização dos leitores.

A pesquisa quantitativa, proporciona a exatidão dos dados apresentados, sendo possível identificar com clareza os resultados, onde não existe um meio termo. Com isso, tem-se o padrão numericamente, expondo sem incertezas e com objetividade o tema estudado.





## 4 ESTUDO DE CASO

Nesta parte do estudo serão realizados os cálculos para demonstrar a viabilidade econômica em se adquirir um sistema fotovoltaico junto a um carro elétrico, sendo assim, será apresentado o passo a passo de cada situação, buscando esclarecer como foram alcançados os dados para a realização dos cálculos, tendo como objetivo certificar a compatibilidade entre as duas tecnologias. Em seguida serão apresentados os resultados, finalizando com a discussão a fim de comparar as simulações realizadas.

### 4.1 DIMENSIONAMENTO DE UM SISTEMA FOTOVOLTAICO

O primeiro passo para se adquirir um sistema fotovoltaico é saber quantos módulos e qual inversor será usado para atingir a geração necessária. Para obter uma melhor compreensão do assunto, a seguir, o passo a passo de como dimensionar um sistema solar para uma residência utilizando-se apenas a conta de energia.

Entende-se por energia uma unidade de potência multiplicada pelo tempo, ou seja:

$$\text{Energia} = \text{Potência} \times \text{Tempo} \quad (1)$$

No caso em questão, a energia seria a geração do sistema, a potência representa o total que os painéis conseguem atingir e por último o tempo, que é o período de exposição dos painéis diariamente.

Para se encontrar a quantidade de painéis, é necessário que seja feita a seguinte alteração na fórmula anterior, pois como uma geração solar não é livre de perdas, precisa-se multiplicar o tempo de exposição pelo rendimento do sistema.

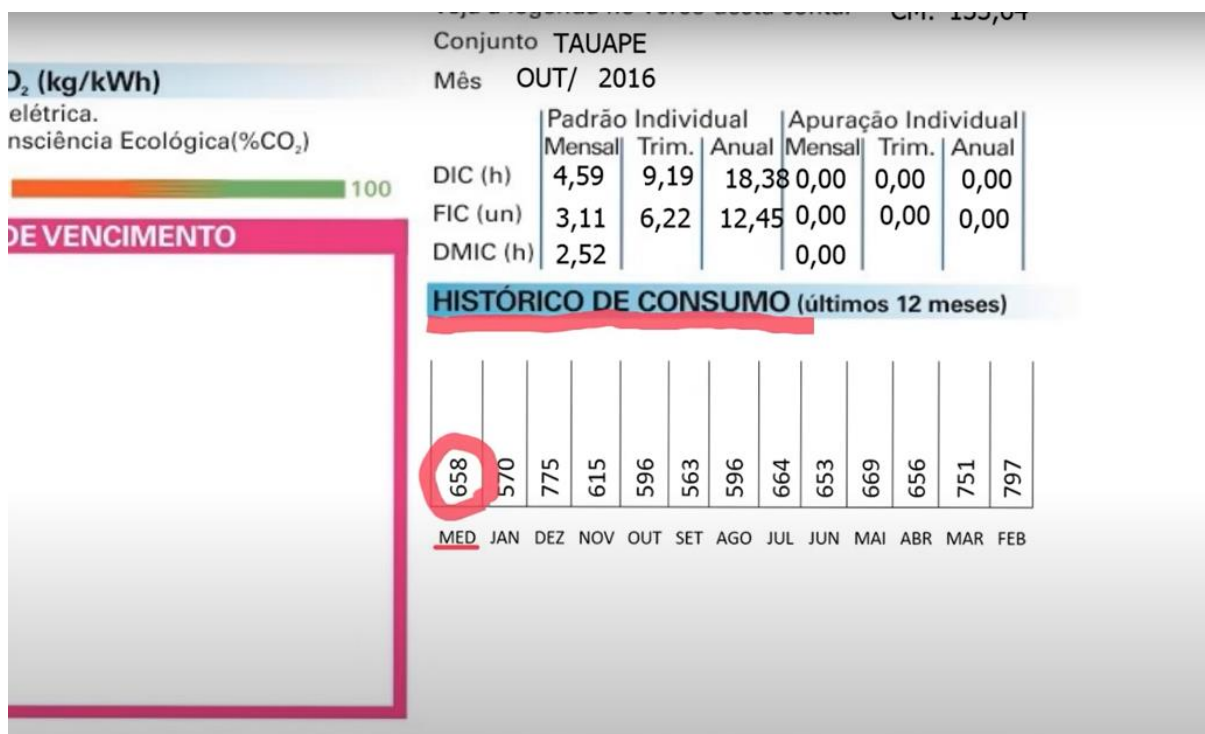
$$\text{Potência Total dos painéis} = \frac{\text{Energia de Geração}}{\text{Tempo de exposição} \times \text{Rendimento}} \quad (2)$$

Passo1: Identificar e extrair os dados da conta de luz.

No campo “Histórico de Consumo (kWh)”, está registrado o consumo dos últimos meses, esse será o primeiro dado a ser coletado, pois será necessário descobrir a média de consumo anual ou semestral. No Brasil, existem mais de 50 distribuidoras de energia elétrica

e algumas deixam expostos na conta de energia o histórico dos últimos 6 meses, enquanto outras, exibem os últimos 12 meses, e ainda há aquelas que já deixam apresentada a média, como apresentada na figura 13, a qual não precisa ser calculada.

Figura 13 – Conta de Energia – Média do Histórico de Consumo.



Fonte: Fotaic Energia Solar.

Como observado, a conta usada como exemplo possui o valor da média já apresentado, não sendo necessário realizar-se o cálculo. Nas contas em que não possuem a média já calculada, é preciso somar o consumo de todos os últimos 12 meses e dividir por 12 (meses do ano).

Em seguida, deve-se procurar pelo tipo de ligação, que geralmente está descrita no campo “classe”, como mostrado na figura 14, onde está descrito o tipo de propriedade: residencial, comercial ou rural; e o tipo de ligação: monofásica, bifásica ou trifásica. O tipo de ligação tem relação com a quantidade mínima que o consumidor deve pagar para a concessionária, sendo 30 kWh para as instalações monofásicas, 50 kWh para as bifásicas e 100 kWh para as trifásicas.



Figura 14 – Conta de Energia – Tipo de ligação.

DADOS DO CLIENTE				
segunda via de	Rota			
<b>DEZ/2016</b>	Nome			
° abaixo sempre r em contato conosco	Endereço Postal			
<b>CLIENTE</b>	End. da Unidade Consumidora			
65162 DV 2	FORTALEZA			
<b>IMENTO</b>	RG / CPF / CNPJ			
5/01/2017	Classe 01-RESIDENCIAL <b>BIFASICA</b>			
<b>PAGAR (R\$)</b>	CGF			
650,14	Fatc			
INFORMAÇÕES SOBRE O FATURAMENTO DO CONSUMO				
Leitura Atual	Leitura Anterior	Constante	Consumo (kWh)	Consumo Ir
68657	67882	1	775	0

Fonte: Fotaic Energia Solar.

Como apresentado anteriormente, são 658 kWh/mês de consumo, porém como o consumidor possui um sistema bifásico, já teria que pagar no mínimo 50 kWh, então subtrai-se do valor total, obtendo o resultado de 608 kWh/mês de consumo, que também será a geração necessária para atender ao sistema. Para que possa ser utilizado na formula, o valor precisa estar em kWh/Dia.

Sendo assim:

$$\text{Energia de geração} = 608 \text{ kWh/Mês} = 608 \text{ kWh}/30\text{Dias} = 20,26 \text{ kWh/Dia.} \quad (3)$$

Portanto:

$$\text{Potência total dos painéis} = \frac{20,26 \text{ kWh/Dia}}{\text{Tempo de exposição} \times \text{Rendimento}} \quad (4)$$

Passo 2: Identificar o tempo de exposição dos módulos.

Para a captação dos dados, será necessário o conhecimento das coordenadas geográficas da cidade onde se deseja instalar o sistema, então deve-se acessar o site do CRESESB, procurar por “Potencial Energético” no menu esquerdo, acessar “Potencial Solar” e preencher com os dados de latitude e longitude.

Para encontrar as coordenadas geográficas, basta digitar o nome da cidade no Google, entrar em “Maps” e clicar com o botão direito em cima da cidade pesquisada, em seguida, os dados a serem coletados aparecem na primeira linha como apresentado na figura 15.

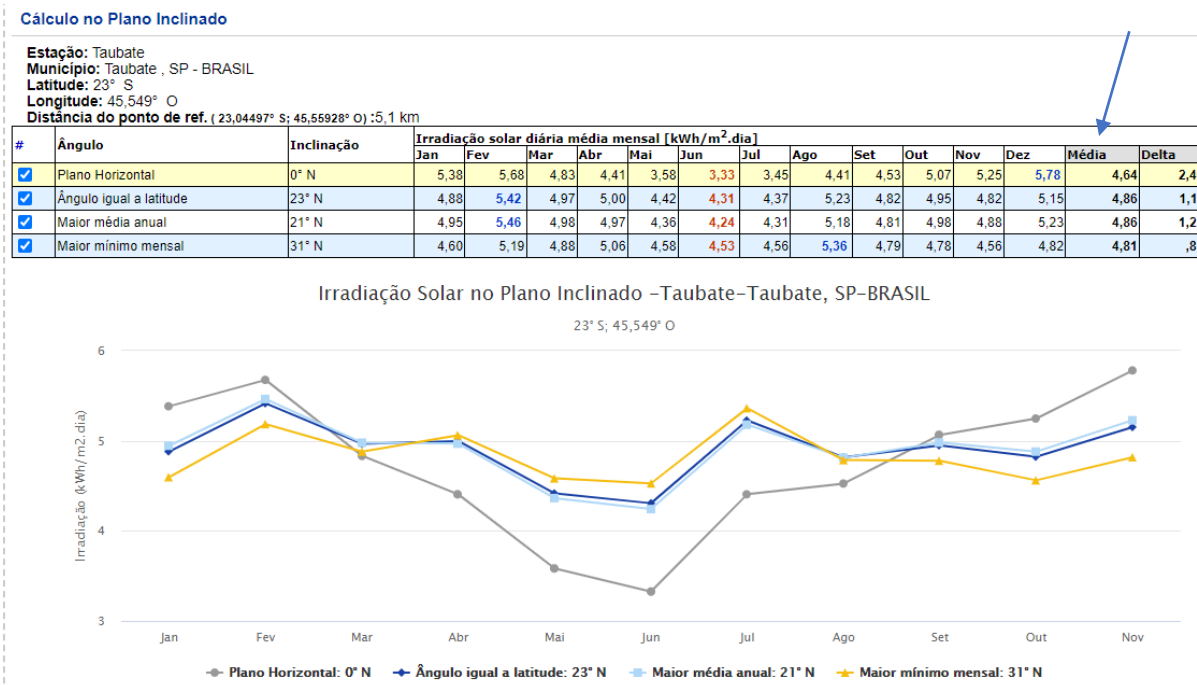
Figura 15 – Coordenadas Geográficas.



Fonte: Google Maps.

Será usada como exemplo a cidade de Taubaté, cidade onde está sendo realizado o estudo. Com os dados coletados, a próxima etapa é alimentar o site do CRESESB com as informações coletadas, manter em “graus decimais (00.00°)” e clicar no botão “Buscar”. Ao encontrar a irradiação solar diária média durante os meses do ano, serão apresentadas três localidades, deve-se clicar na cidade pesquisada, que estará em primeiro no quadro, ao ser direcionado para a nova página de visualização, encontra-se a média no Plano Horizontal, que também será o tempo de exposição, apresentada logo após o mês de dezembro. A figura 16 aponta o local em que se deve coletar os dados da média de irradiação solar.

Figura 16 – Média de irradiação solar na cidade de Taubaté.



Fonte: CRESESB.

Após encontrar o tempo de exposição dos módulos solares, a fórmula se encontra da seguinte forma:

$$\text{Potência total dos painéis} = \frac{20,26 \text{ kWh/Dia}}{4,64 \text{ h/Dia} \times \text{Rendimento}} \quad (5)$$

Passo 3: Encontrar o rendimento do sistema.

O rendimento do sistema nada mais é que o valor que representa o funcionamento considerando as perdas do sistema (equipamentos e cabos), é medido em porcentagem. Na tabela 4, serão apresentadas as principais perdas em um sistema fotovoltaico.

Tabela 4 - Perdas de Energia.

Perda	Parametros	Valor Considerado
Perdas por temperatura	Entre 7 e 8%	11,50%
Incompatibilidade Elétrica	Entre 1 e 2%	1,50%
Acumulo de Sujeira	Entre 1 e 8%	2,00%

Perda	Parametros	Valor Considerado
Cabeamento CC	Entre 0.5 e 1%	1,00%
Cabeamento CA	Entre 0.5 e 1%	1,00%
Inversor	Entre 2,5 e 5%	4,00%

Fonte: Fotaic Energia Solar.

Para que se encontre o rendimento global do sistema, precisa-se subtrair cada item de 100%, e com o resultado, multiplicar todos os fatores de perdas, como mostrado na tabela 5.

Tabela 5 - Cálculo do Rendimento.

Perda	Cálculo	Rendimento
Perdas por temperatura	$(100\% - 11,5\%) = 1 - 0,115 = 0,885$	88,50%
Incompatibilidade Elétrica	$(100\% - 1,5\%) = 1 - 0,015 = 0,985$	98,50%
Acumulo de Sujeira	$(100\% - \%) = 1 - 0,02 = 0,980$	98,00%
Cabeamento CC	$(100\% - \%) = 1 - 0,01 = 0,990$	99,00%
Cabeamento CA	$(100\% - \%) = 1 - 0,01 = 0,990$	99,00%
Inversor	$(100\% - \%) = 1 - 0,04 = 0,96$	96,00%
Rendimento Global	$0,885 \times 0,985 \times 0,98 \times 0,99 \times 0,96$	80,40%

Fonte: Fotaic Energia Solar.

Passo 4: Cálculo da potência total dos painéis.

Com todos os dados para se alimentar a fórmula, busca-se descobrir a potência total que os módulos solares precisam gerar para que seja atendido o sistema. A potência dos painéis é medida em quilowatt pico (kWp).

$$\text{Potência total dos painéis} = \frac{20,26 \text{ kWh/Dia}}{4,64 \text{ h/Dia} \times 0,804} = 3,51 \text{ kWp} \quad (6)$$

Somando a potência individual de cada painel necessita-se que tenha no mínimo 3,51 kWp para que o sistema consiga gerar os 20,26 kWh/Dia, ou seja, a potência total dos painéis será o maior valor fornecido dos módulos para o inversor.

Passo 5: Cálculo da quantidade de painéis.



Para dimensionar o número de painéis necessários para se atender ao sistema proposto, é necessário definir o modelo e a potência do módulo a ser utilizado. Com base nos módulos disponíveis no mercado (11/2021), será usado o módulo da marca Canadian, modelo CS3W-455MS, que conta com 19,5% de eficiência e 455 Watt pico de potência.

O número de módulos dá-se pela divisão da potência do sistema, pela potência de cada painel individual:

$$\text{Número de painéis} = \frac{3.510 \text{ Wp}}{455 \text{ Wp}} = 7,71 \text{ módulos.} \quad (7)$$

Como não se pode ter frações de módulos, serão utilizadas 8 unidades para atender a geração proposta. Recalculando a energia de geração com o número de módulos correto tem-se:  $8 \times 455 = 3.640 \text{ Wp}$ . (8)

Passo 6: Escolha do Inversor.

Os inversores suportam, em média, um oversize (sobrecarga) de até 50%, ou seja, para um sistema de 3,64 kWp, um inversor de 3 kW de potência atenderia ao sistema. O inversor escolhido com base na disponibilidade do mercado (11/2021), foi o inversor string WEG 3kW.

De acordo com as integradoras de sistemas fotovoltaicos localizadas no Vale do Paraíba, em média, é cobrado cerca de R\$ 4,00 para cada Wp da instalação, realizando 100% do trabalho, sendo assim, o valor que seria investido nesse sistema calculado acima está apresentado na equação abaixo.

$$\text{Valor total do sistema} = 3.640 \text{ Wp} \times \text{R\$ } 4,00 = \text{R\$ } 14.560,00 \quad (9)$$

## 4.2 CÁLCULO DA CONTA DE ENERGIA

Para calcular o valor gasto por cada equipamento elétrico, primeiramente, é necessário entender como funciona a composição do valor da conta de energia. A seguir será apresentado como decompõe-se o montante, para que seja possível realizar o cálculo em reais de quanto um carro elétrico gastaria em uma residência que não possui um sistema fotovoltaico.



Conforme visto anteriormente na figura 13, o valor a ser utilizado como referência será a média do consumo anual, ou seja, 658 kWh. O próximo passo será encontrar o quadro referente ao detalhamento da fatura, onde estão descritos quais são os impostos e o valor de cada um. Esses valores dependem de uma série de fatores, dentre eles está a região de instalação e a concessionária que administra a distribuição de energia, sendo diferente em cada local do país.

Considerando os valores da conta de energia utilizada anteriormente e o local de instalação sendo a cidade de Taubaté situada no estado de São Paulo, a qual é administrada pela concessionária EDP São Paulo Distribuição de Energia S.A., o preço total da conta de energia seria composto pelo valor pago das tarifas (TUSD e TE) somado com os tributos (ICMS, PIS e CONFINS) e com a taxa de contribuição para a iluminação pública, que varia dentre os municípios.

- TUSD (Tarifa de Uso do Sistema de Distribuição) – É a tarifa cobrada referente aos custos que a concessionária possui para que a energia chegue até o local de consumo, cobrindo gastos com equipamentos disponibilizados para a distribuição de energia com qualidade. Determinado pela ANEEL, é calculado em R\$/MWh ou em R\$/kW (ANEEL, 2018).
- TE (Tarifa de Energia) – É o valor mensal referente ao consumo de energia, determinado pela ANEEL, em R\$/MWh (ANEEL, 2018).
- ICMS (Imposto sobre a Circulação de Mercadorias e Serviços) – É o imposto cobrado por qualquer tipo de produto comercializado ou de prestação de serviços, como o fornecimento de energia elétrica para o consumidor. O valor do ICMS é definido pelo governo estadual com referência na faixa de consumo e ao tipo de consumidor, podendo variar de acordo com cada situação (EQUATORIAL ENERGIA), usando como base de cálculos os 775 kWh fornecidos pela conta de energia, tem-se o valor da alíquota do ICMS apresentado na tabela 6.





Tabela 6 – ICMS em São Paulo.

SÃO PAULO - ICMS		
CLASSE	Faixa de Consumo (kWh)	Alíquota (%)
	0 a 90	ISENTO
RESIDENCIAL	91 a 200	12%
	Maior que 201	25%

Fonte: EDP.

- PIS (Programa de Integração Social) – É cobrado para suprir o programa do seguro-desemprego, em novembro de 2021 o valor cobrado foi de 1,34% do valor total da conta de energia (EDP, 2021).
- COFINS (Contribuição Social para Financiamento da Seguridade Social) – É cobrado para suprir as despesas com as áreas de saúde, previdência e assistência social. Em novembro de 2021 o valor cobrado foi de 6,16% do valor total da conta de energia (EDP, 2021).

Com todos os produtos que induzem cobrança sobre a conta de luz apresentados, tem se os cálculos apresentados na tabela 7. Com base nas informações fornecidas pela conta de energia (EDP) do mês de novembro de 2021, para obter o valor médio pago durante os últimos 12 meses, será realizado o cálculo com o valor médio de consumo, ou seja, com 658 kWh.

Tabela 7 – Valor da conta de energia sem tributos.

Produtos	Consumo	Tarifa sem tributos	Valor
TUSD	658	R\$ 0,301180	R\$ 198,18
TE	658	R\$ 0,244930	R\$ 161,16
Bandeira Escassez Hídrica	658	R\$ 0,142000	R\$ 93,44
Total			R\$ 452,78

Fonte: Autoria própria.

O valor a ser cobrado do consumidor por kWh com os tributos, dá-se pela seguinte equação:

Dados: Alíquota ICMS = 25%



**UNITAU**

Alíquota PIS = 1,34%

Alíquota COFINS = 6,16%

$$\text{Valor a ser cobrado} = \frac{\text{Valor da tarifa determinada pela ANEEL}}{1-(\text{PIS}+\text{COFINS}+\text{ICMS})} \quad (10)$$

Como a ANEEL fornece três diferentes tarifas (TUSD, TE e a Bandeira Tarifária), será necessário o cálculo para cada uma delas, somando-se as três no final. Portanto:

- TUSD:

$$\text{Valor total a ser cobrado} = \frac{0,30118}{1-(0,0134+0,0616+0,25)} \quad (11)$$

$$\text{Valor total a ser cobrado} = \frac{0,30118}{1-(0,325)} = \frac{0,30118}{0,675} = \text{R\$ } 0,44619$$

- TE:

$$\text{Valor total a ser cobrado} = \frac{0,24493}{1-(0,0134+0,0616+0,25)} \quad (12)$$

$$\text{Valor total a ser cobrado} = \frac{0,24493}{1-(0,325)} = \frac{0,24493}{0,675} = \text{R\$ } 0,36285$$

- Bandeira Escassez Hídrica:

$$\text{Valor total a ser cobrado} = \frac{0,142}{1-(0,0134+0,0616+0,25)} \quad (13)$$

$$\text{Valor total a ser cobrado} = \frac{0,142}{1-(0,325)} = \frac{0,142}{0,675} = \text{R\$ } 0,21037$$

Com os valores das tarifas já calculas com os impostos, tem-se a seguinte adequação na tabela 7, apresentada a seguir na tabela 8.



Tabela 8 – Valor da conta de energia com tributos.

Produtos	Consumo	Tarifa com tributos	Valor
TUSD	658	R\$ 0,446190	R\$ 293,59
TE	658	R\$ 0,362850	R\$ 238,76
Bandeira Escassez Hídrica	658	R\$ 0,210370	R\$ 138,42
Total			R\$ 670,77

Fonte: Autoria própria.

Com o valor total a ser cobrado do consumidor pela conta de energia, sendo R\$ 670,77, para 658 kWh, tem-se um total de R\$ 217,99 de impostos, sendo R\$ 167,69 de ICMS, correspondente a 25%, R\$ 41,31 de COFINS, representando 6,16% e R\$ 8,99 de PIS, com 1,34% do valor total.

Portanto, o valor total a ser pago na conta de luz durante o mês de novembro será a soma do consumo com os tributos com a taxa de contribuição municipal, desse modo tem-se:

$$\text{Valor total da conta de energia} = \text{R\$ } 670,77 + \text{R\$ } 4,76 = \text{R\$ } 675,53. \quad (14)$$

Para que se tenha o valor anual é necessário que o valor encontrado acima seja multiplicado por 12, obtendo R\$ 8.106,36 de gastos anuais com o consumo de energia elétrica.

### 4.3 CÁLCULO DOS CUSTOS

Segundo pesquisa do centro de avaliação de veículos e pesquisa automotiva, Kelley Blue Book (2019), o brasileiro roda durante o período de um ano, em média 12.900 km, usando como base mais de um milhão de anúncios que passam por sua base de dados por mês, sendo auto titulada como a maior empresa de revenda de veículos no mundo. Para maior assertividade, será utilizada como referência os dados do estado de São Paulo, onde os motoristas registram, em média, 13.000 km rodados em um ano.

Em conformidade com a ANP, durante a primeira semana de novembro de 2021, o valor médio da gasolina em território brasileiro é de R\$ 6,71 e no estado de São Paulo com média de R\$ 6,34 por litro.

Para que seja possível obter um maior entendimento sobre a viabilidade econômica sobre o tema do estudo, como base de comparação serão apresentados os cálculos das seguintes situações, obtendo como referência 4 cenários: o investimento inicial, o quadro após 1, 10 e 25 anos. Os dados apresentados apontam os valores reais e atualizados, não prevendo quaisquer mudanças futuras, sejam elas positivas ou negativas.

Levando em consideração um carro popular zero quilômetro, foi escolhido como exemplo para os veículos movidos a combustão o conhecido GOL 1.0, da fabricante Volkswagen e para os elétricos, o representante será o importado JAC iEV20.

Na tabela 9, estão apresentados alguns dados dos modelos. Como o carro de motor tradicional pode ser abastecido tanto com álcool quanto com gasolina, será apresentado apenas os dados referentes a gasolina.

Tabela 9 – Dados técnicos dos veículos.

Modelo	GOL 1.0 2022	JAC iEV20 2022
Valor (R\$)	62.818,00	161.114,00
Potência Máxima (CV)	75	68,0
Torque Máximo (kgfm)	9,7	21,9
Peso/Potência (kg/CV)	11,9	19,71
Peso/Torque (kg/kgfm)	96,3	61,19
Velocidade Máxima (km/h)	167	112
Consumo (km/L)	13,8	-
Autonomia (km)	-	320
Tanque (L)	55	-
Bateria (kWh)	-	41

Fonte: Autoria própria.

Conforme visto anteriormente na revisão bibliográfica sobre os carros elétricos, eles possuem uma velocidade máxima e potência menores do que os modelos com motor tradicional, porém, como pode ser vista na tabela acima, conseguem ter uma eficiência maior em relação a força.



#### 4.3.1 Cálculo para motor a combustão

Para se descobrir o valor gasto em reais para manter um carro tradicional durante o período de um ano, segue os cálculos para se encontrar a quantidade de litros utilizados e do valor em reais, apresentados nas equações 15 e 16, respectivamente.

Dados:

- 13.000 km rodados por ano;
- R\$ 6,34 o litro da gasolina;
- 13,8 km/L de consumo.

$$\text{Litros/Ano} = \frac{\text{km/Ano}}{\text{km/L}} = \frac{13000}{13,8} = 942 \text{ Litros} \quad (15)$$

$$\text{Valor gasto} = 942 \times 6,34 = \text{R\$ } 5.972,28 \quad (16)$$

Portanto, para se manter um carro movido a combustíveis fosseis durante um ano, nestas condições, seriam gastos R\$ 5.972,28.

#### 4.3.2 Cálculo para motor elétrico

Para calcular o valor gasto em reais, a fim de manter as recargas dos carros elétricos, primeiramente, é necessário encontrar quantas recargas seriam necessárias no período de um ano. Em segundo, será realizado o cálculo para encontrar quantas horas se carrega 100% a bateria do veículo e, em seguida, quantos kWh seriam acrescentados a conta de energia, realizando, por último, o cálculo do valor em reais para se manter um carro elétrico durante um ano. Para finalizar, busca-se encontrar o valor total que um carro elétrico impacta em um sistema fotovoltaico, sendo assim, será feito o cálculo de quantos kWp, apresentando o valor total do novo sistema a ser adquirido.

Dados:

- 13.000 km rodados por ano;



- 320 km de autonomia;
- 41 kWh de bateria.
- R\$ 1,01941/kWh.

$$\text{N}^\circ \text{ de recargas} = \frac{\text{km/ano}}{\text{km/recarga}} = \frac{13.000}{320} = 40,6 \text{ recargas/ano.} \quad (17)$$

Para calcular a quantidade de horas para que a bateria se carregue em 100%, será considerada uma tomada residencial 220V e 20A, a qual fornece uma potência máxima de 4,4 kWh. Como a bateria do veículo escolhido possui uma potência de 41 kWh, segue abaixo o cálculo de quantas horas seriam necessárias para carregar totalmente a bateria.

$$\text{Horas de recarga} = \frac{41 \text{ kWh}}{4,4 \text{ kWh}} = 9,3 \text{ horas.} \quad (18)$$

Após descobrir quantas recargas seriam necessárias para manter o carro durante um ano, e quantas horas demorariam para completar cada recarga, o próximo passo será calcular quantos kWh seriam acrescentados a conta de energia, apresentado pela equação abaixo.

$$\text{kWh a serem contabilizados} = \text{n}^\circ \text{ recargas} \times \text{potência da bateria} \quad (19)$$

$$\text{kWh/ano a serem contabilizados} = 40,6 \times 41 = 1.664,6 \text{ kWh por ano}$$

$$\text{kWh/mês} = 1.664,6/12 = 138,7 \text{ kWh/mês} \quad (20)$$

Conforme indicado na tabela 8, o valor total da tarifa com os tributos por kWh é de R\$ 1,01941, portanto, para se descobrir o valor de se manter um carro elétrico com o fornecimento da energia pela EDP durante um ano, seria:

$$\text{Valor em reais} = 1.664,6 \text{ kWh} \times \text{R\$ } 1,01941 = \text{R\$ } 1.696,90 \text{ ao ano.} \quad (21)$$



Para finalizar, será recalculado a nova potência pico para o dimensionamento do sistema fotovoltaico que contará com um carro elétrico. Conforme citado anteriormente, o consumo médio da conta de energia apresentada no estudo é de 658 kWh, subtraindo os 50 kWh que seriam o mínimo a ser pago, obtém-se como base para cálculo do dimensionamento do sistema 608 kWh, que serão somados aos 138,7 kWh. Portanto, para o cálculo serão utilizados como média mensal 746,7 kWh, seguindo o passo a passo de como se calcular um sistema fotovoltaico, a seguir estão apresentados os cálculos do novo sistema.

$$\text{Energia de geração} = 746,7 \text{ kWh/Mês} = 746,7 \text{ kWh}/30\text{Dias} = 24,89 \text{ kWh/Dia.} \quad (22)$$

$$\text{Potência total dos painéis} = \frac{\text{Energia de Geração}}{\text{Tempo de exposição} \times \text{Rendimento}} \quad (23)$$

$$\text{Potência total dos painéis} = \frac{24,89 \text{ kWh/Dia}}{4,64 \text{ h/Dia} \times 0,804} = 4,31 \text{ kWp}$$

$$\text{Número de painéis} = \frac{4.310 \text{ Wp}}{455 \text{ Wp}} = 9,4 \text{ módulos.} \quad (24)$$

Como não é possível utilizar 9,4 módulos, serão consideradas 10 unidades, obtendo 4,55 kWp para o novo sistema.

Como apresentado durante a definição do inversor, o mesmo possui um oversize de até 50%. Portanto, um inversor de 4 kW atenderia ao sistema, operando com 13% de sobrecarga.

O valor total do novo sistema está apresentado abaixo, por meio da equação a seguir.

$$\text{Valor total do sistema} = 4.550 \text{ Wp} \times \text{R\$ } 4,00 = \text{R\$ } 18.200,00 \quad (25)$$

Como é obrigatório pagar pelo mínimo na conta de energia, o consumidor ainda teria que continuar pagando o valor correspondente aos 50 kWh que são descontados do cálculo do sistema fotovoltaico, sendo assim, tem-se a seguinte equação:

$$\text{Valor em reais/ano} = 50 \text{ kWh} \times \text{R\$ } 1,01941 \times 12 \text{ meses} = \text{R\$ } 612,00. \quad (26)$$

#### 4.4 RESULTADOS

Nessa parte do estudo serão apresentadas as situações descritas na delimitação do trabalho, contando com 4 comparações. Nas tabelas 10, 11, 12 e 13, mostra-se, respectivamente, o consumo de energia elétrica da concessionária junto a um carro com motor a combustão; o consumo de energia elétrica da concessionária junto a um carro elétrico; o investimento em um sistema solar junto a um carro com motor a combustão e por último, o investimento em um sistema solar junto a um carro elétrico.

O estudo se delimitou em apresentar qual seriam os gastos iniciais e os gastos futuros com os carros e com os sistemas, não considerando o índice de depreciação e a desvalorização dos veículos, a variação da inflação, a variação dos impostos e a variação do preço dos combustíveis. Foram considerados 25 anos como tempo limite do estudo, pois é o tempo de garantia dos produtos fotovoltaicos. Nas situações em que se utiliza a energia comum recebida da concessionária, não foram considerados gastos iniciais. Na coluna “carro”, esta descrito o investimento inicial e para a contagem dos anos, estão os dados gastos com os combustíveis, na situação 2, onde o carro é elétrico, estão apresentados os valores referentes ao acréscimo na conta de energia.

Tabela 10 – Situação 1 – Carro comum + energia comum.

	CARRO	ENERGIA	TOTAL
INICIAL	R\$ 62.818,00	R\$ -	R\$ 62.818,00
1 ano	R\$ 5.972,28	R\$ 8.106,36	R\$ 76.896,64
10 anos	R\$ 59.722,80	R\$ 81.063,60	R\$ 203.604,40
25 anos	R\$ 149.307,00	R\$ 202.659,00	R\$ 414.784,00

Fonte: Autoria própria.

Tabela 11 – Situação 2 – Carro elétrico + energia comum.

	CARRO	ENERGIA	TOTAL
inicial	R\$ 161.114,00	R\$ -	R\$ 161.114,00
1 ano	R\$ 1.696,90	R\$ 8.106,36	R\$ 170.917,26
10 anos	R\$ 16.969,00	R\$ 81.063,60	R\$ 259.146,60
25 anos	R\$ 42.422,50	R\$ 202.659,00	R\$ 406.195,50

Fonte: Autoria própria.





Tabela 12 – Situação 3 – Carro comum + energia solar fotovoltaica.

	CARRO	ENERGIA	TOTAL
inicial	R\$ 62.818,00	R\$ 14.560,00	R\$ 77.378,00
1 ano	R\$ 5.972,28	R\$ 612,00	R\$ 83.962,28
10 anos	R\$ 59.722,80	R\$ 6.120,00	R\$ 143.220,80
25 anos	R\$ 149.307,00	R\$ 15.300,00	R\$ 241.985,00

Fonte: Autoria própria.

Tabela 13 – Situação 4 – Carro elétrico + energia solar fotovoltaica.

	CARRO	ENERGIA	TOTAL
inicial	R\$ 161.114,00	R\$ 18.200,00	R\$ 179.314,00
1 ano	R\$ -	R\$ 612,00	R\$ 179.926,00
10 anos	R\$ -	R\$ 6.120,00	R\$ 185.434,00
25 anos	R\$ -	R\$ 15.300,00	R\$ 194.614,00

Fonte: Autoria própria.



## **5 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Esse estudo teve como objetivo mostrar a viabilidade econômica acerca dos sistemas solares fotovoltaicos e dos carros elétricos, mostrando a compatibilidade entre as duas tecnologias. A pesquisa buscou, primeiramente, familiarizar o leitor com os assuntos abordados, apresentando a história dos sistemas, o potencial futuro de cada uma das tecnologias, além das vantagens e desvantagens dos assuntos tratados. Em seguida, foram desenvolvidos os cálculos necessários para se encontrar os dados, que foram usados a fim de comparar e apresentar os benefícios das fontes alternativas pesquisadas.

Conforme visto durante a revisão de literatura e confirmado nos resultados, os sistemas possuem um alto custo inicial, porém pode-se observar que a eficiência dos sistemas se faz notar no longo prazo, obtendo um retorno consideravelmente rápido, seguro e vantajoso. Como analisado no caso usado de exemplo para a base dos cálculos, mesmo com o valor de mercado do automóvel elétrico sendo muito superior ao modelo de motor a combustão, com o passar dos anos nota-se que se torna vantajoso não depender dos combustíveis fósseis, que por se tratar de um recurso limitado, está mais caro a cada dia que passa e a tendência é continuar com a alta dos preços conforme sua disponibilidade diminui.

No caso apresentado, foi utilizada como base de cálculos uma conta de energia de uma residência, a qual teve seu retorno em menos de 10 anos e que apesar de possuir um alto consumo, representa uma pequena parcela quando comparada a estabelecimentos comerciais e industriais, os quais podem obter um retorno ainda mais rápido, apesar de que por necessidade, precisam investir um valor inicial maior.

Vale ressaltar a pesquisa feita sobre os eletropostos, que apesar de não gerar economia com o seu uso, diminui o tempo de recarga das baterias, tornando a tecnologia dos carros elétricos mais atraentes pelo seu menor tempo de espera para se poder voltar a rodar, além de gerar novos pontos de recargas que podem lucrar com a venda de energia limpa e renovável, sem agredir ao meio ambiente.

Embora tenham sido encontrados resultados a favor do tema abordado, observa-se que ainda há muito o que ser desenvolvido, como a autonomia dos carros elétricos, seu tempo de recarga, a eficiência das baterias, além dos preços se tornarem mais acessíveis aos consumidores.



## REFERÊNCIAS

ABSOLAR. **Energia solar cresce na pandemia e gera 37 mil empregos.** Disponível em: <https://www.absolar.org.br/noticia/energia-solar-cresce-na-pandemia-e-gera-37-mil-empregos/>. Acesso em: 23 out. 2021.

ALVARENGA, D.; MARTINS, R. Congelamento do ICMS é 'pequeno alívio' no preço dos combustíveis; entenda. **Portal G1.** Disponível em: <https://g1.globo.com/economia/noticia/2021/10/29/congelamento-do-icms-e-pequeno-alivio-no-preco-dos-combustiveis-entenda.ghtml>. Acesso em: 21 out. 2021.

ANEEL. **Geração Distribuída.** Disponível em: [https://www.aneel.gov.br/informacoes-tecnicas/-/asset\\_publisher/CegkWaVJWF5E/content/geracao-distribuida-introduc-1/656827](https://www.aneel.gov.br/informacoes-tecnicas/-/asset_publisher/CegkWaVJWF5E/content/geracao-distribuida-introduc-1/656827). Acesso em: 23 out. 2021.

ANEEL. **Tarifa de Energia.** Disponível em: [https://www.aneel.gov.br/informacoes-tecnicas?p\\_p\\_id=101&p\\_p\\_lifecycle=0&p\\_p\\_state=maximized&p\\_p\\_mode=view&\\_101\\_struts\\_action=%2Fasset\\_publisher%2Fview\\_content&\\_101\\_returnToFullPageURL=%2Finformacoes-tecnicas&\\_101\\_assetEntryId=15056843&\\_101\\_type=content&\\_101\\_groupId=656835&\\_101\\_urlTitle=tarifa-de-energia-te&inheritRedirect=true](https://www.aneel.gov.br/informacoes-tecnicas?p_p_id=101&p_p_lifecycle=0&p_p_state=maximized&p_p_mode=view&_101_struts_action=%2Fasset_publisher%2Fview_content&_101_returnToFullPageURL=%2Finformacoes-tecnicas&_101_assetEntryId=15056843&_101_type=content&_101_groupId=656835&_101_urlTitle=tarifa-de-energia-te&inheritRedirect=true). Acesso em: 30 out. 2021.

ANEEL. **Tarifa de Uso do Sistema de Distribuição.** Disponível em: [https://www.aneel.gov.br/informacoes-tecnicas?p\\_p\\_id=101&p\\_p\\_lifecycle=0&p\\_p\\_state=maximized&p\\_p\\_mode=view&\\_101\\_struts\\_action=%2Fasset\\_publisher%2Fview\\_content&\\_101\\_returnToFullPageURL=http%3A%2F%2Fwww.aneel.gov.br%2Finformacoes-tecnicas%3Fp\\_auth%3DhRquXFqa%26p\\_p\\_id%3D3%26p\\_p\\_lifecycle%3D1%26p\\_p\\_state%3Dnormal%26p\\_p\\_state\\_rcv%3D1&\\_101\\_assetEntryId=15056891&\\_101\\_type=content&\\_101\\_groupId=656835&\\_101\\_urlTitle=tarifa-de-uso-do-sistema-de-distribuicao-tusd&inheritRedirect=true](https://www.aneel.gov.br/informacoes-tecnicas?p_p_id=101&p_p_lifecycle=0&p_p_state=maximized&p_p_mode=view&_101_struts_action=%2Fasset_publisher%2Fview_content&_101_returnToFullPageURL=http%3A%2F%2Fwww.aneel.gov.br%2Finformacoes-tecnicas%3Fp_auth%3DhRquXFqa%26p_p_id%3D3%26p_p_lifecycle%3D1%26p_p_state%3Dnormal%26p_p_state_rcv%3D1&_101_assetEntryId=15056891&_101_type=content&_101_groupId=656835&_101_urlTitle=tarifa-de-uso-do-sistema-de-distribuicao-tusd&inheritRedirect=true). Acesso em: 30 out. 2021.

BORGES, R. Carro autônomo. **Uol Carros.** Disponível em: <https://www.uol.com.br/carros/reportagens-especiais/transporte-do-futuro---carro-autonomo/#page3>. Acesso em: 6 nov. 2021.

Cálculo da conta de luz: consumo de energia. **RENATO PUGLIESE**, 2021. 1 vídeo (12 min 59 seg). Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=Di6Mt1KbEjE>. Acesso em: 13 nov. 2021.

CARROS NA WEB. **Ficha Técnica JAC Iev20 1.0.** Disponível em: <https://www.carrosnaweb.com.br/fichadetalhe.asp?codigo=17864>. Acesso em: 21 nov. 2021.

CARROS NA WEB. **Ficha Técnica Volkswagen Gol 1.0.** Disponível em: <https://www.carrosnaweb.com.br/fichadetalhe.asp?codigo=17735>. Acesso em: 21 nov. 2021.



CRESESB. **Potencial Solar - SunData v 3.0.** Disponível em: <http://www.cresesb.cepel.br/index.php?section=sundata>. Acesso em: 17 out. 2021.

Dimensionamento Sistema Solar Fotovoltaico Passo a Passo. **FOTAIC ENERGIA SOLAR**, 2017. 1 vídeo (14 min). Disponível em: [https://www.youtube.com/watch?v=i5NG\\_wHAodk](https://www.youtube.com/watch?v=i5NG_wHAodk). Acesso em: 16 out. 2021.

DURIEX, B. et. al. Eletropostos: instalação de equipamentos de recarga para grandes demandas. **PNME.** Disponível em: [https://www.pnme.org.br/wp-content/uploads/2020/04/guia\\_promobe\\_eletroposto\\_simples\\_v2.pdf](https://www.pnme.org.br/wp-content/uploads/2020/04/guia_promobe_eletroposto_simples_v2.pdf). Acesso em: 24 out. 2021.

ECOPRO: SOLUÇÕES SUSTENTÁVEIS. **Potencial energético Brasileiro.** Disponível em: <https://ecoprosustentavel.com.br/noticias/potencial-energetico-brasileiro/>. Acesso em: 24 out. 2021.

EDP. **ICMS.** Disponível em: <https://www.edp.com.br/distribuicao-sp/saiba-mais/informativos/icms>. Acesso em: 13 nov. 2021.

EQUATORIAL ENERGIA. **Cobrança de ICMS.** Disponível em: <https://ma.equatorialenergia.com.br/informacoes-gerais/cobranca-de-icms/>. Acesso em: 31 out. 2021.

ESTADÃO. **O que são carros híbridos e como funcionam?** Disponível em: <https://summitmobilidade.estadao.com.br/carros-autonomos/o-que-sao-carros-hibridos-e-como-funcionam/>. Acesso em: 30 out. 2021.

FURLANI, V. Carro híbrido: Como funciona? Quais são as diferenças?. **NOTÍCIAS AUTOMOTIVAS.** Disponível em: <https://www.noticiasautomotivas.com.br/como-funcionam-os-carros-hibridos/>. Acesso em: 30 out. 2021.

GOOGLE, 2021. *Taubaté.* [s.l.]: Google Maps. Disponível em: <https://www.google.com/maps/place/Taubat%C3%A9+-+SP/@-23.0860335,-45.7872443,10z/data=!4m5!3m4!1s0x94ccf85a19af0d3b:0x49ca42b1ddb2b41f!8m2!3d-23.024996!4d-45.5638792>. Acesso em: 16 out. 2021.

HERRERO, T. A alvorada da energia solar. **GREENPEACE.** Disponível em: <https://www.greenpeace.org/brasil/blog/a-alvorada-da-energia-solar/>. Acesso em: 23 out. 2021.

HYUNDAI. **Carros elétricos: conheça as vantagens e desvantagens.** Disponível em: <https://www.hyundai.com.br/inovacao-e-tecnologia/carros-eletricos-conheca-as-vantagens-e-desvantagens.html>. Acesso em: 24 out. 2021

HYUNDAI. **Clareza e modernidade.** Disponível em: <https://www.hyundai.com.br/inovacao-e-tecnologia/clareza-e-modernidade-hb20-nova-geracao>. Acesso em: 7 nov. 2021.



IRENA. **Country Rankings**. Disponível em: <https://www.irena.org/Statistics/View-Data-by-Topic/Capacity-and-Generation/Country-Rankings>. Acesso em: 21 out. 2021.

KELLEY BLUE BOOK – KBB. **Você sabe quanto a quilometragem impacta o preço do carro usado?**. Disponível em: <https://www.kbb.com.br/detalhes-noticia/quilometragem-precos-carro-usado/?id=1802>. Acesso em: 21 nov. 2021.

KLEINA, N. A história dos carros elétricos. **TECMUNDO**. Disponível em: <https://www.tecmundo.com.br/mobilidade-urbana-smart-cities/212835-historia-carros-eletricos-saiba-tudo-comecou.htm>. Acesso em: 24 out. 2021.

LUNA, D. Energia solar atinge marca histórica e Brasil entra para grupo dos 15 países com maior geração. **ABSOLAR**. Disponível em: <https://www.absolar.org.br/noticia/energia-solar-atinge-marca-historica-e-brasil-entra-para-grupo-dos-15-paises-com-maior-geracao/>. Acesso em: 21 out. 2021.

MONTEIRO, P. Logística cresce na pandemia com aumento de compras pela internet. **PORTAL G1**. Disponível em: <https://g1.globo.com/economia/pme/pequenas-empresas-grandes-negocios/noticia/2021/01/31/logistica-cresce-na-pandemia-com-aumento-de-compras-pela-internet.ghtml>. Acesso em: 16 out. 2021.

MORAES, D. Entenda quais as diferenças entre a pesquisa qualitativa e quantitativa e saiba como aplicá-las. **ROCKCONTENT**. Disponível em: <https://rockcontent.com/br/blog/pesquisa-qualitativa-e-quantitativa/#:~:text=O%20principal%20benef%C3%ADcio%20de%20uma,ou%20n%C3%A3o%20o%20seu%20p%C3%ABlico>. Acesso em: 21 nov. 2021.

NEOCHARGE. **O que são veículos elétricos**. Disponível em: <https://www.neocharge.com.br/tudo-sobre/carro-eletrico/veiculo-eletrico>. Acesso em: 6 nov. 2021.

PATAH, R.; ABEL, C. O que é pesquisa exploratória?. **MINDMINERS**. Disponível em: <https://mindminers.com/blog/o-que-e-pesquisa-exploratoria/>. Acesso em: 14 nov. 2021.

PEREIRA, E. B. et al. Atlas brasileiro de energia solar. 2.ed. São José dos Campos: INPE, 2017. 80p. Disponível em: <http://doi.org/10.34024/978851700089>.

PORTAL G1. **Energia solar atinge marca história em capacidade instalada no Brasil**. Disponível em: <https://g1.globo.com/economia/noticia/2021/08/24/energia-solar-atinge-marca-historia-em-capacidade-instalada-no-brasil.ghtml>. Acesso em: 10 out. 2021.

PORTAL G1. **Gasolina nas alturas: até quando o preço do combustível vai subir?**. Disponível em: <https://g1.globo.com/economia/noticia/2021/10/25/gasolina-nas-alturas.ghtml>. Acesso em: 9 out. 2021.

PORTAL G1. **Preço da gasolina nos postos sobe pela 4ª semana seguida e chega a R\$ 7,88 no Sul, segundo ANP**. Disponível em:



<https://g1.globo.com/economia/noticia/2021/10/29/preco-medio-da-gasolina-nos-postos-sobe-pela-5a-semana-seguida-e-chega-a-r-656-segundo-anp.ghtml>. Acesso em: 9 out. 2021.

PORTAL SOLAR. **Módulo Fotovoltaico**. Disponível em: <https://www.portalsolar.com.br/modulo-fotovoltaico>. Acesso em: 23 out. 2021.

PORTAL SOLAR. **História e origem da Energia Solar**. Disponível em: <https://www.portalsolar.com.br/blog-solar/energia-solar/historia-origem-da-energia-solar.html>. Acesso em: 9 out. 2021.

PORTAL SOLAR. **O Inversor Solar**. Disponível em: <https://www.portalsolar.com.br/o-inversor-solar.html>. Acesso em: 23 out. 2021.

PORTAL SOLAR. **Vantagens e Desvantagens da Energia Solar Fotovoltaica**. Disponível em: <https://www.portalsolar.com.br/vantagens-e-desvantagens-da-energia-solar.html>. Acesso em: 24 out. 2021.

SANT'ANA, J. Governo anuncia bandeira tarifária 'escassez hídrica'; custo será de R\$ 14,20 a cada 100 kWh. **Portal G1**. Disponível em: <https://g1.globo.com/economia/crise-da-agua/noticia/2021/08/31/governo-anuncia-criacao-da-bandeira-tarifaria-escassez-hidrica-acima-da-vermelha-patamar-2.ghtml>. Acesso em: 21 out. 2021.

SANTOS, L. Qual é o tamanho do potencial energético do Brasil?. **CFA: CONSELHO FEDERAL DE ADMINISTRAÇÃO**. Disponível em: <https://cfa.org.br/qual-e-o-tamanho-do-potencial-energetico-do-brasil/>. Acesso em: 30 out. 2021.

SILVA, C. A. da; OLIVEIRA, J. N. V. de. **Pesquisa Bibliográfica**. Disponível em: <https://pt.slideshare.net/jailmaoliveira/pesquisa-bibliografica-42814114>. Acesso em: 14 nov. 2021.

SOLARPRIME. **Inversor solar: o que é e para que serve?**. Disponível em: <https://solarprime.com.br/inversor-solar-o-que-e-e-para-que-serve/>. Acesso em: 24 out. 2021.

VETORLOG: INTELIGÊNCIA EM MEDIÇÕES. **Como é a matriz energética brasileira?**. Disponível em: <https://www.vetorlog.com/2021/06/25/como-e-a-matriz-energetica-brasileira/>. Acesso em: 10 out. 2021.