

# ESTUDO E DIMENSIONAMENTO DE ELETROPOSTOS EM SISTEMAS ISOLADOS

Ronaldo Miranda Duarte Júnior<sup>1</sup>; Leandro Candido Brasão<sup>2</sup>.

<sup>1</sup>Estudante de Engenharia Elétrica, IFTM, Campus Paracatu, ronaldo.junior@estudante.iftm.edu.br

<sup>2</sup> Professor do IFTM, Campus Paracatu, MG, leandrobrasao@iftm.edu.br

**Resumo:** Os veículos elétricos estão retomando espaço no mercado, trazendo impactos significativos em diversas áreas. Impulsionado pela preocupação com a sustentabilidade e a urgência em reduzir as emissões de gases de efeito estufa. As montadoras buscam por produtos que utilizam energias renováveis e maior eficiência energética. Com isso o setor automobilístico procura introduzir novos produtos e se adaptar às mudanças no perfil dos consumidores. Porém, com o decorrer do crescimento do número de veículos elétricos em circulação no Brasil surgem novos desafios relacionados à infraestrutura para carregamento, como a evolução das estações de recarga. O país possui dimensões continentais, com extensa malha rodoviária e concentração das estações de carregamento em parte do território com acesso à rede elétrica, tornando ainda mais desafiador o avanço da eletrificação automotiva. O presente artigo analisa e dimensiona um sistema fotovoltaico com o sistema de armazenamento de baterias, inversor e eletroposto a ser utilizado em um ponto sem conexão à rede elétrica. É possível verificar que o sistema é validado tecnicamente, principalmente se utilizado o sistema de armazenamento de baterias do tipo lítio-ferro-fosfato, se tornando uma solução eficiente na contribuição do avanço da eletromobilidade no Brasil.

**Palavras-chave:** Eletromobilidade, Estação de Carregamento Off Grid, Veículos elétricos; Energia Solar.

## STUDY AND SIZING OF ELECTROPOSTS IN ISOLATED OFF-GRID SYSTEMS

**Abstract:** Electric vehicles are regaining market share, bringing significant impacts in several areas. Driven by concerns about sustainability and the urgency to reduce greenhouse gas emissions, automakers are looking for products that use renewable energy and greater energy efficiency. As a result, the automotive sector seeks to introduce new products and adapt to changes in consumer profiles. However, as the number of electric vehicles in circulation in Brazil grows, new challenges arise related to charging infrastructure, such as the development of charging stations. The country is continental in size, with an extensive road network and a concentration of charging stations in parts of the territory with access to the electricity grid, making the advancement of automotive electrification even more challenging. This article analyzes and sizes a photovoltaic system with a battery storage system, inverter, and electric

charging station to be used at a location without a connection to the electricity grid. It is possible to verify that the system is technically validated, especially if the lithium-iron-phosphate battery storage system is used, becoming an efficient solution in contributing to the advancement of electromobility in Brazil.

**Keywords:** Electric vehicles; Solar energy; Charging station; Energy sources.

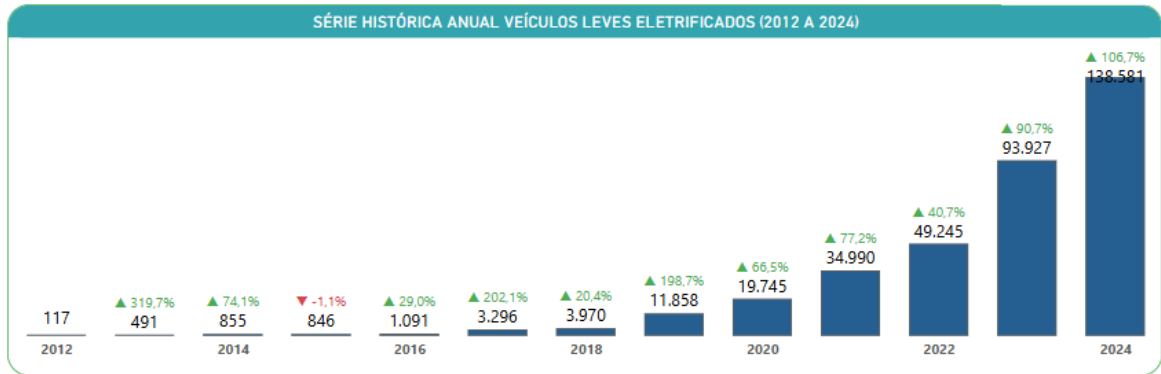
## 1 INTRODUÇÃO

Cada vez mais a atenção dos países se volta para o avanço das tecnologias em busca de energia, alinhado com a redução dos impactos ambientais, em especial com o setor de transportes que é um dos principais alvos das políticas energéticas e ambientais. Cerca de 11% das emissões totais de gases do efeito estufa no país são advindas da cadeia produtiva automobilística como um todo, incluindo incineração de resíduos e queima de combustíveis fósseis (ESG Insights, 2024).

As preocupações com o meio ambiente, a grande insegurança gerada pelos preços do petróleo, o crescimento de novas fontes de energia limpa e os avanços tecnológicos em baterias trouxeram os VEs (veículos elétricos) como uma opção viável ao motor a combustão. Considerando que os motores de carros elétricos podem alcançar até 80% de eficiência, enquanto os motores de carros movidos a combustão interna apresentam eficiência entre 12% e 18%, a vantagem é clara (FGV ENERGIA, 2017), principalmente em um país onde a matriz elétrica está fundamentada em fontes renováveis de energia.

A eletromobilidade é fundamental para a transição global em direção a uma economia sustentável e de baixo carbono. As vendas de veículos eletrificados são indicadores importantes para medir o avanço dessa transformação no setor automotivo global. Nos últimos dez anos, conforme a Figura 1, o mercado de veículos elétricos e híbridos no Brasil cresceu expressivamente, e oferece uma ampla variedade de modelos de diversas montadoras. Porém, essa difusão está longe de ser a ideal no Brasil, sendo destacado a falta de pontos de recarga. Essa carência de infraestrutura representa um desafio, pois traz incertezas para os consumidores com dúvidas no momento de investir em um veículo elétrico.

Figura 1 - Dados gerais sobre veículos elétricos no Brasil



Fonte: ABVE (2024).

Entretanto, com a crescente da frota de veículos elétricos, surge também a necessidade de uma infraestrutura adequada de recarga (BMC News, 2024). Em comparação com países desenvolvidos, o Brasil ainda possui um número muito restrito de pontos de recarga, o que dificulta o uso de veículos elétricos em viagens de longa distância. No momento, a maioria das estações de recarga está concentrada ao longo do litoral e espalhados pelo Sul e Sudeste como mostrado na Figura 2, considerado estações de carregamento superior a 50kw. Esta retrata a escassez de infraestrutura, que também impede que consumidores em áreas menos urbanizadas tenham acesso a essa tecnologia.

Figura 2 - Mapa de estações de carregamento de veículos elétricos



Fonte: PlugShare (2024).

A maneira com que a energia elétrica será gerada para recarregar os VEs se torna um assunto em destaque. A energia solar fotovoltaica (FV), fonte limpa e

renovável, tem conquistado maior visibilidade e registrado um crescimento expressivo em sua utilização, segundo dados da empresa de Pesquisa Energética (EPE, 2023). A expansão da capacidade instalada da matriz elétrica foi de 7 Gigawatts (GW) entre janeiro e agosto de 2023, sendo 3 Gigawatts provenientes da energia solar (Brasil, 2023). A expansão da energia solar, alinhada com o desenvolvimento dos VEs é grande aliada na criação de eletropostos com sistema de geração fotovoltaicos isolados off-grid, que não necessitam estar próximos à rede elétrica. Estes eletropostos podem ser aplicados em locais isolados, de difícil acesso a eletricidade, como as rodovias, trazendo um avanço na estrutura de carregamento de VEs, mais confiabilidade para os usuários que percorrem por esses locais, sendo uma solução promissora, oferecendo independência da rede elétrica convencional e promovendo a sustentabilidade.

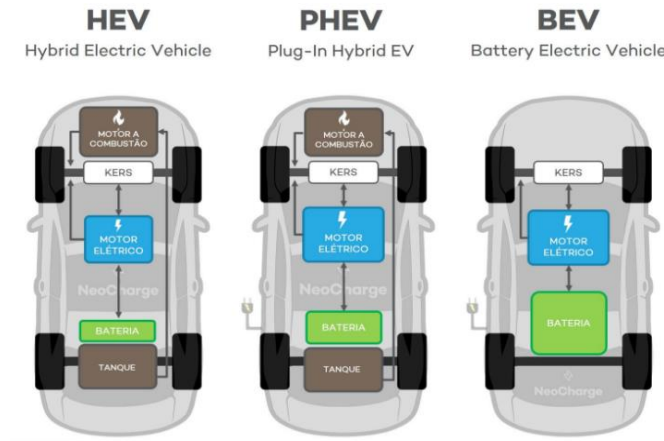
## **2 DESENVOLVIMENTO**

### **2.1 Tipos de Veículos Elétricos**

Os VEs são caracterizados pela utilização de um motor elétrico (ME) em vez de um motor de combustão interna (MCI) destinado à propulsão do automóvel. Há, ainda, modelos que combinam o ME com o MCI conhecidos como veículos híbridos (NEOCHARGE, 2023). Os modelos eletrificados são classificados por siglas que especificam sua estrutura e modo de operação. Os principais tipos de veículos elétricos, conforme figura 3, são:

- Veículo Elétrico a Bateria (BEV) é um tipo de VE que utiliza um conjunto de baterias para alimentar seus motores, necessitando recarga externa por meio de uma tomada, wallbox ou carregadores rápidos.
- O Veículo Elétrico Híbrido (HEV), diferentemente dos anteriores, combina um motor a combustão a uma ou mais unidades elétricas.
- O Veículo Híbrido Plugável (PHEV), ou híbrido de recarga externa, é semelhante ao HEV, mas exige recarga externa das baterias em tomadas ou eletropostos, como um veículo totalmente elétrico. Isso ocorre porque seu conjunto de baterias geralmente é maior se comparado com um HEV (VASCONCELLOS, 2023).

Figura 3 - Tipos de veículos elétricos



Fonte: NEOCHARGE (2024).

## 2.2 Modos e Características de Carregamento

Os veículos elétricos, sejam totalmente elétricos ou híbridos plug-in, precisam de uma fonte externa para recarregar suas baterias. Assim, é fundamental compreender qual modo de carregamento é mais eficiente para cada situação. Os valores de tensão, corrente e potência são determinados de duas formas, conforme a norma utilizada. A norma americana SAE J1772 classifica o carregamento em níveis conforme é mostrado na Tabela 1, enquanto a norma europeia IEC 61851-1 (2017) categoriza por modos de carregamento (Bale et al., 2019).

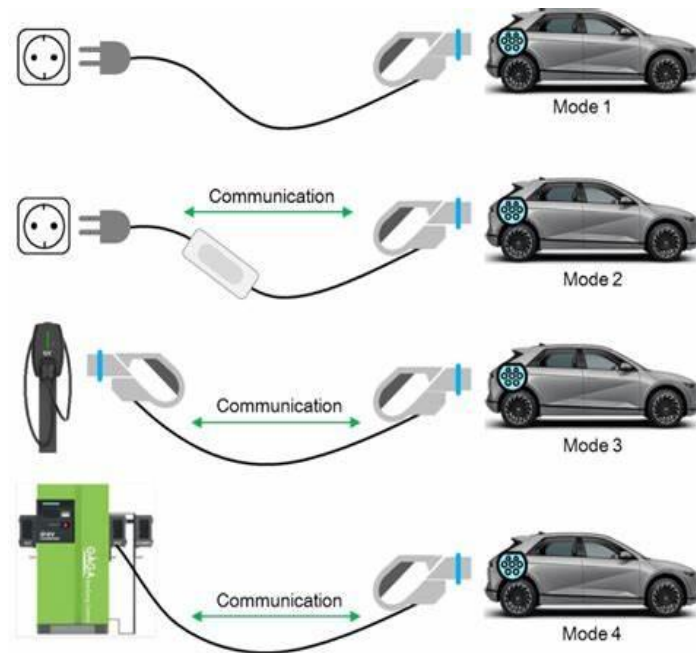
Tabela 1 - Níveis de carregamento SAE J1772

	CA		CC	
	NIVEL1	NIVEL2	NIVEL1	NIVEL2
<b>FASE</b>	1	1	CC	CC
<b>TENSÃO MAX (V)</b>	120	240	600	1000
<b>CORRENTE MAX (A)</b>	16	80	≤80	≤400
<b>POTENCIA MAX (W)</b>	1,9	19,2	≤48	≤400

Fonte: Dados retirados de Balen et al (2019), adaptados pelo autor.

A norma internacional IEC 61851-1 (2017) classifica o carregamento de veículos elétricos em quatro modos, diferenciados pela velocidade e pela corrente elétrica consumida, como pode ser observado na Figura 4 e detalhado abaixo (ELECTROMAPS, 2024).

Figura 4 - modos de carregamento.



Fonte: MIDA EVSE (2024).

- Modo 1: por meio de uma tomada comum. É o mais simples disponível, indicado para veículos de menor potência
- Modo 2: inclui um sistema de proteção e interruptor diferencial, garantindo mais segurança. Utiliza uma tomada e é um carregamento lento, com potência máxima de 7,4 kW.
- Modo 3: exige um posto WALLBOX (posto de carregamento elétrico doméstico), que oferece segurança tanto para a rede elétrica quanto para o veículo. Utiliza corrente alternada (AC) com potência de 3,7 kW a 43 kW. Para este modo de carregamento é necessário um conector específico, do tipo 1 (SAE J1772 – padrão norte americano e japonês) ou do tipo 2 (IEC 62196-2 – padrão europeu).
- Modo 4: o mais rápido, com potência a partir de 50 kW, indicado para aplicações em pontos de carregamento externos, em vias públicas. Permite recarregar pelo menos 80% da bateria em menos de 30 minutos. Realizado em corrente contínua com o conector padrão CHAdeMO para veículos japoneses ou CCS2 padrão europeu.

Com base nas informações sobre os modos de carregamento, suas potências e as aplicações indicadas, é possível identificar qual modo é mais adequado para

atender às necessidades específicas do sistema que será dimensionado neste trabalho. A escolha do modo de carregamento ideal dependerá de fatores como a velocidade desejada para o carregamento e as características dos veículos a serem carregados.

### **2.3 Sistema de Carregamento Off-Grid com armazenamento em baterias**

O sistema off-grid de carregamento veicular com sistema de armazenamento de energia em baterias (BESS) é uma solução energética eficiente que utiliza baterias estacionárias para recarregar veículos elétricos, eliminando a necessidade de conexão à rede elétrica convencional. Essa abordagem é particularmente vantajosa em regiões remotas, áreas isoladas ou em locais onde a infraestrutura elétrica não consegue suprir a crescente demanda por veículos elétricos (Lima, 2024). O sistema é constituído por:

- **BESS:** o principal componente do sistema é uma unidade avançada de armazenamento. A bateria acumula energia proveniente de fontes renováveis, além de aproveitar períodos de baixa demanda energética.
- **Fontes Fotovoltaicas de Energia:** módulos fotovoltaicos são integrados ao sistema, alimentando o BESS e fornecendo energia para o carregamento dos veículos elétricos.
- **Estação de Carregamento para Veículos Elétricos:** É o ponto de conexão dos veículos, projetado para oferecer carregamento seguro e eficiente das baterias automotivas.
- **Inversor Off-Grid:** coordena a geração de energia dos módulos fotovoltaicos, o carregamento do banco de baterias, e a energia entregue aos veículos elétricos, otimizando o fluxo de energia para garantir carregamentos eficientes e evitando sobrecargas no sistema.

Os módulos fotovoltaicos captam a luz do sol durante o dia e a convertem em eletricidade, utilizada para alimentar a estação de carregamento e recarregar o sistema de armazenamento de energia. Esse sistema assegura o funcionamento contínuo, mesmo em períodos noturnos ou de baixa incidência solar. Quando os veículos elétricos chegam à estação, eles são conectados ao sistema, e o controlador de carga gerencia a transferência de energia do BESS. O controlador de carga monitora continuamente o sistema, prevenindo sobrecargas ao interromper o

carregamento quando a tensão atinge um limite e retomando-o quando a tensão diminui, otimizando a operação e maximizando a eficiência do uso da energia.

## 2.4 MATERIAL E MÉTODOS

### 2.4.1 Parâmetros dos Veículos Elétricos

As características dos 5 veículos (BEV) mais vendidos no Brasil (ABVE, 2024), desde 2022, são apresentados na Tabela 2, com informações de capacidade de armazenamento e tipo de carregamento. Importante destacar que o foco deste estudo está exclusivamente nos veículos elétricos automotivos leves, com baterias de até 80 kW.

Tabela 2 - Modelos mais vendidos EVs

MODELOS	%VENDAS	CAPACIDADE BAT.	CARREGAMENTO
<b>BYD – DOLPHIN MINI EV</b>	36%	44,9 kWh	AC - TIPO 2 - 6,6 KW DC - CCS2 - 60 KW
<b>BYD - DOLPHIN GS 180 EV</b>	20,2%	38 kWh	AC - TIPO 2 - 6,6 KW DC - CCS2 - 40 KW
<b>GWM - ORA 03 SKIN BEV48</b>	6,2%	48 kWh	AC - TIPO 2 - 11 KW DC - CCS2 - 64 KW
<b>BYD - DOLPHIN PLUS 310EV</b>	6,1%	60,48 kWh	AC - TIPO 2 - 7 kW DC - CCS 2 - 80 kW
<b>BYD - YUAN PLUS GL 310 EV</b>	3,7%	60,48 kWh	AC - TIPO 2 - 7 kW DC - CCS 2 - 80 kW

Fonte: Dados adaptados de BYD Brasil (BYD Tang EV, 2024).

### 2.4.2 Definições do Sistema

O objetivo deste trabalho é o projeto de um eletroposto de recarga rápida em corrente contínua (CC) com 2 pontos de recarga de veículos elétricos, com potência suficiente para atender à demanda necessária, e baterias para armazenar energia suficiente durante as 24 horas horário de funcionamento do eletroposto. Os pontos poderão fornecer uma potência de até 60 kW para carregamento. Na condição de que seja utilizado os 2 pontos de carregamento simultaneamente a saída será otimizada de forma a dividir a potência entre os dois veículos.

O tempo de recarga pode ser estimado por meio de um simulador online (Automobile Propre, 2025). Com isso, pode ser verificado que é possível recarregar o BYD Dolphin mini, por exemplo, de 30% a 100% de sua carga em cerca de 1 hora

com uma potência de 60kW e 1h20min a 30kW. O tempo de recarga pode variar de acordo com as condições do veículo e do carregador.

Foi definido que seriam recarregados cerca de 10 veículos diariamente na estação de carregamento.

Inicialmente será calculado a energia demandada pela estação, eq. (1):

$$E_{\text{Méd diária Necessária}} = E_{\text{demandada}} \times n^{\circ} \text{veículos} \quad (1)$$

Foi realizada a média ponderada de energia dos veículos apresentados na Tabela 2.

$$\text{Média Ponderada} = \frac{p1 \cdot x1 + p2 \cdot x2 + \dots + pn \cdot xn}{p1 + p2 + \dots + pn} \quad (2)$$

x = Valores de capacidade de bateria;

p = percentual de vendas;

$$\text{Média Ponderada} = 45,35kWh$$

Esta média ponderada de energia de cada veículo é multiplicada pelo percentual de carga em cada carregamento. Foi estimado que o veículo chegará à estação com 30% de carga e sairá com 100% de carga. Assim, a energia estimada exigida para recarga em cada veículo é.

$$E_{\text{Demandada}} = 45,35kWh \times (100\% - 30\%) \quad (3)$$

$$E_{\text{Demandada}} = 31,74kWh$$

Com essa informação pode-se retomar a eq. (1):

$$E_{\text{Méd diária necessária}} = E_{\text{Demandada}} \times N^{\circ} \text{de veículos} \quad (4)$$

$$E_{\text{Méd diária necessária}} = 31,74kWh \times 10$$

$$E_{\text{Méd diária necessária}} = 317,4kWh/dia$$

### 2.4.3 Dimensionamento do Sistema Fotovoltaico

Para realizar o dimensionamento de um sistema fotovoltaico off grid será utilizada a radiação solar diária mensal de 5,23 kWh/m<sup>2</sup>.dia, na cidade de Paracatu-MG, com inclinação de 11° Norte (CRESESB,2024). Esta inclinação é responsável

pelo maior mínimo mensal em dimensionamentos off-grid, que corresponde ao mês de novembro.

É importante considerar o rendimento do sistema, determinar as perdas de energia que variam de acordo com o local de instalação das placas, as perdas por acúmulo de sujeira, as perdas pelo cabeamento devido ao efeito joule, perdas no inversor, devido a não eficiência completa na conversão, as perdas por incompatibilidade elétrica entre os módulos e perdas por temperatura, as perdas pela carga e descarga das baterias, perdas no inversor e perdas no módulo do eletroposto. O percentual de perdas, considerando todas perdas de um sistema off grid, será considerado de 55%.

Com essas informações é possível definir a potência necessária do sistema, conforme a eq. (4):

$$Pot\ sistema\ FV = \frac{Eméd\ diária\ necessária \times (1 + perdas)}{Irradiação\ méd\ diária} \quad (5)$$

$$Pot\ sistema\ FV = \frac{(317,4 \times (1 + 0,55))}{5,23}$$

$$Pot\ sistema\ FV = 94,07kWp$$

#### 2.4.3.1 Dimensionamento dos Painéis Fotovoltaicos

Para este sistema serão utilizados módulos da marca CanadianSolar modelo CS7N 675MS de 675 W, com células de silício monocristalino e eficiência de 21,7% (Canadian Solar, ANO 2020).

Para calcular o número de módulos necessários para atender a demanda necessária do sistema FV utiliza a eq. (5):

$$N^{\circ}\ módulos\ FV = \frac{Pot\ sistema\ FV}{Pot\ módulo} \quad (6)$$

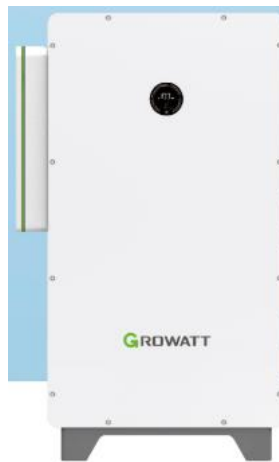
$$N^{\circ}\ módulos\ FV = \frac{94070Wp}{675Wp}$$

$N^{\circ}$  módulos FV = 140 Módulos

### 2.4.3.2 Definição do Inversor

Após calculado e definido os módulos fotovoltaicos deve ser selecionado o inversor compatível com o sistema. Foi escolhido o Growatt WIT 100K-H, como pode ser visto na Figura 6, de acordo com seu *datasheet*, possui capacidade para potência de entrada de no máximo 156kW, saída AC de 100kW e capacidade de 113,5kW para banco de baterias (Growatt, Ano 2023). Este inversor possui saída para controle do banco de baterias, além de enviar diversas informações de seu estado à rede internet.

Figura 6 – Inversor solar Growatt



Fonte: Ficha de dados Growatt (2023).

### 2.4.3.3 Dimensionamento do sistema de armazenamento de energia

Quando a energia gerada pelo sol não for suficiente para atender à demanda, o conjunto de baterias, caso esteja carregada, assumirá o fornecimento de energia necessário para as cargas dos veículos. Para isso, existem diversas tecnologias de baterias utilizadas em sistemas off-grid, cada uma com características específicas que atendem a diferentes necessidades de durabilidade e desempenho. Entre as opções mais comuns estão as baterias de chumbo-ácido amplamente reconhecidas por sua eficiência e confiabilidade. Com isso será realizado o dimensionamento do sistema de armazenamento, conforme características de projeto apresentadas na Tabela 3 e equações seguintes.

Tabela 3 – Especificações do sistema de baterias Moura

<b>MODELO</b>	<b>12MS234</b>
<b>TENSÃO(v)</b>	12
<b>CAPACIDADE(Ah) C20</b>	220
<b>TIPO</b>	Chumbo-ácido
<b>MAX. PROFUNDIDADE ADMITIDA (%)</b>	50
<b>MAX. PROFUNDIDADE DE DESCARGA DIÁRIA(%)</b>	20
<b>DIAS DE AUTONOMIA</b>	2
<b>FATOR DE SEGURANÇA (%)</b>	10
<b>TEMPERATURA DE OPERAÇÃO (35°C)</b>	0,93

Fonte: Tabela elaborada pelo autor com base nos dados do Manual Técnico Moura Solar (MOURA, 2022).

Energia demandada média diária, conforme equação 4:

$$E_{Méd\ diária\ necessária} = 317,4kWh/dia$$

i. Consumo em Ah/dia:

$$Consumo\ Diário = \frac{E_{Méd\ diária\ necessária}}{Tensão\ Bateria} = \frac{317450}{12} = 26454\ Ah/dia \quad (7)$$

ii. Capacidade preliminar não ajustada em dois dias de autonomia:

$$Consumo\ 2D = Consumo \times N^o\ Dias = 26454 \times 2 = 52908\ Ah/dia \quad (8)$$

iii. Capacidade ajustada em função da máxima profundidade de descarga em dois dias, admitindo que esporadicamente o banco pode chegar à 50% da sua capacidade em 2 dias de baixa geração:

$$Capacidade\ 2D = \frac{Consumo\ 2D}{Máxima\ Profundidade\ 2D} = \frac{52908}{50\%} = 105816\ Ah/dia \quad (9)$$

iv. Capacidade ajustada em função da máxima profundidade de descarga diária:

$$Capacidade\ Diária = \frac{Consumo\ Diário}{Máxima\ Profundidade\ 1D} = \frac{26454}{20\%} = 132.270\ Ah/dia \quad (10)$$

v. Capacidade ajustada em função da profundidade de descarga: maior valor entre (iii) e (iv):

$$Capacidade = 132.270\ Ah/dia$$

vi. Fator de correção da capacidade associada à temperatura de 35°C:

$$Capacidade\ (35^{\circ}C) = \frac{Capacidade}{Fator\ de\ Correção\ 35^{\circ}C} = \frac{132.270}{0,93} = 142.226\ Ah$$

(11)

vii. Capacidade ajustada em função do fator de segurança:

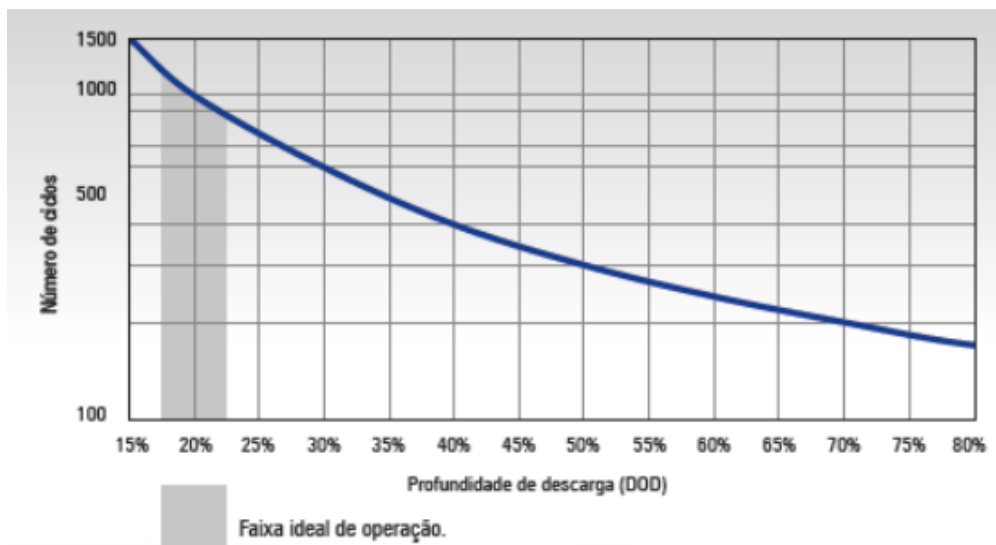
$$\text{Capacidade (35°C, seg)} = \text{Capacidade (35°C)} \times (1 + FS) = 142.226 \left(1 + \frac{10}{100}\right) = 156.449 \text{ Ah} \quad (12)$$

viii. Calculando quantidade de baterias:

$$\text{N}^\circ \text{ Baterias} = \frac{\text{Capacidade (35°C, seg)}}{\text{Capacidade C20}} = \frac{156.449 \text{ Ah}}{234 \text{ Ah}} = 669 \text{ baterias} \quad (13)$$

É possível ainda calcular a vida útil das baterias, relacionando a profundidade de descarga determinada com o número de ciclos, conforme mostra a Figura 7.

Figura 7 – Ciclo de vida X Profundidade de descarga



Fonte: Manual técnico moura solar (MOURA, 2024).

Como o banco está dimensionado para descarga diária de até 20%, este deverá atingir um número de cerca de 1000 ciclos, conforme Figura 7. Estimando então uma vida útil mínima de 2,7 anos.

Uma alternativa ao banco de baterias de chumbo-ácido seria a tecnologia de fosfato de ferro-lítio (LFP), conforme indicação do fabricante do inversor. Esta tecnologia vem ganhando destaque na indústria automotiva, devido sua segurança e maior vida útil em comparação com as tradicionais existentes no mercado, o que pode tornar o sistema mais confiável devido a maior compatibilidade entre os componentes (RAZÃO AUTOMÓVEL, 2025).

O conjunto de baterias Growatt APX200.7H-S1, pode ser visto na Figura 8, conforme *datasheet* (Growatt, Ano 2024), conta com 14 módulos de bateria e consegue fornecer até 200,7kWh sendo necessário a utilização de dois conjuntos em série para atender a demanda calculada de 317,4 kWh, com capacidade de descarga de 80%, atinge cerca de 3000 ciclos, com vida útil média de 8,2 anos.

Figura 8 – Conjunto de baterias Growatt APX200.7H-S1



Fonte: Datashett Growatt (2024)

#### 2.4.4 Definição do Eletroposto

Após uma extensa pesquisa de mercado, o modelo da estação de carregamento que será utilizado no estudo será o WEMOB-S-060-W-E-4G-R-H-2CS2, como pode ser visto na Figura 9 (WEG, 2025). Este modelo é capaz de atender até dois veículos simultaneamente, com dois conectores tipo CCS2, com corrente máxima de 150A na entrada do sistema AC e fornecendo 60kW em CC para um veículo ou 30kW+30kW caso seja utilizado as duas saídas de carregamento. Este sistema de recarga rápida CC proporciona ao veículo um tempo reduzido de recarga, atendendo a grande maioria dos veículos vendidos atualmente.

Figura 9 – Eletroposto Weg



Fonte: WEG (2024).

## 2.5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O arranjo do sistema pode ser visto na Figura 10. A lista de equipamentos dimensionados, seus respectivos modelos, quantidades e custo estimado encontra-se na Tabela 4. O custo estimado informado pode variar, devido à falta de informações disponibilizadas pelos fabricantes, devendo ser utilizado somente como uma estimativa de valor total do sistema projetado.

Tabela 04 – Lista de equipamentos

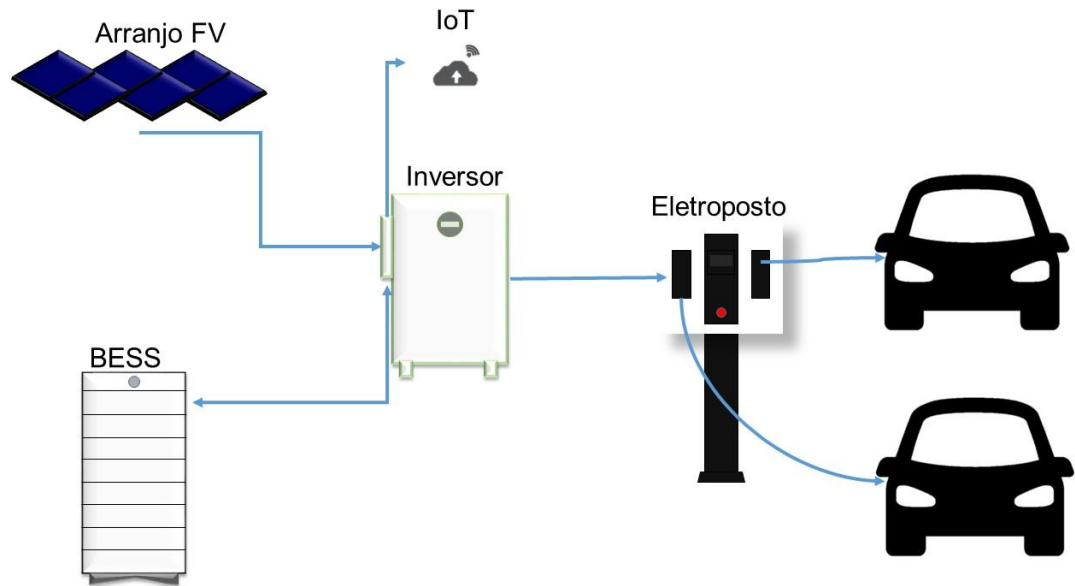
EQUIPAMENTO	FABRICANTE	MODELO	QUANT	VALOR APROX (R\$)
<b>MODULO FV</b>	CANADIANSOLAR	CS7N 675MS	140	175.000,00
<b>INVERSOR</b>	GROWATT	WIT 100K-H	1	43.000,00
<b>BATERIA</b>	GROWATT	APX200.7H-S1	2	6.182.203,77
<b>ELETROPOSTO</b>	WEG	WEMOB-S-060	1	150.000,00
<b>TOTAL ESTIMADO</b>				<b>6.550.203,77</b>

Fonte: Tabela elaborada pelo autor.

O número de módulos fotovoltaicos pode variar em razão da radiação solar em cada local de instalação deste módulo. O banco de baterias considerado para projeto final será o de LFP, indicado pelo fabricante do inversor, devido a maior vida útil e sincronização com os demais equipamentos.

Como alternativa à redução destes custos, podem ser utilizados bancos de bateria com capacidades reduzidas, e um menor número de módulos fotovoltaicos. Estas reduções podem, no entanto, reduzir a vida útil do banco de baterias, ou reduzir a produção e autonomia do sistema.

Figura 10 – Sistema final completo



Fonte: Elaborado pelo autor.

### 3 CONCLUSÃO

A partir dos resultados apresentados, é possível demonstrar que a união da tecnologia fotovoltaica a estações de carregamento é importante no auxílio a disseminação de uso dos veículos elétricos no país.

Este trabalho demonstrou a viabilidade técnica para a implementação de um eletroposto para recarga veicular em sistemas isolados, visando atender a demandas fora dos grandes centros urbanos, analisado um modelo capaz de atender a demanda de 317,45 kWh/dia. Foram dimensionadas as quantidades necessárias de módulos fotovoltaicos, baterias de chumbo-ácido e sistema de armazenamento alternativo com tecnologia LFP, inversor para o gerenciamento do sistema, e o modelo de eletroposto ideal de acordo com as necessidades informadas, buscando as proporções adequadas à potência requerida pelo sistema.

A implementação de sistemas de carregamento off-grid, como foi visto, pode promover a sustentabilidade energética, levando infraestrutura de carregamento para locais isolados contribuindo significativamente para expansão da mobilidade elétrica no Brasil, para enfrentar os desafios logísticos decorrentes do aumento da demanda por carros elétricos.

São necessários investimentos em pesquisa e desenvolvimento de novas tecnologias que aumentem a eficiência dos módulos fotovoltaicos, a capacidade de

armazenamento das baterias e sua vida útil, tornando o sistema ainda mais interessante.

O banco de baterias do tipo chumbo-ácido possui uma vida útil de cerca de 2,7 anos que indica a necessidade de novos investimentos para manutenção do sistema, sendo menor se comparado a vida útil do sistema utilizando baterias LFP. Novos estudos podem indicar outras tecnologias objetivando um melhor custo benefício a longo prazo.

Não foi possível realizar o estudo sobre a viabilidade econômica do sistema diante da falta de dados disponíveis, porém os valores foram estimados por meio de pesquisas na internet.

Como sugestão à continuidade deste trabalho, cabe destacar a realização de simulações computacionais validar a compatibilidade e operabilidade do sistema, criar e gerenciar um sistema ligado à internet em tempo real e integrado, para monitorar o estado do sistema.

## REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DO VEÍCULO ELÉTRICO (ABVE). **BI - Banco de Informações: Geral**. Disponível em: <https://abve.org.br/bi-geral/>. Acesso em: 24 nov. 2024.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DO VEÍCULO ELÉTRICO (ABVE). **Bi-frotas**. Disponível em: <https://abve.org.br/abve-data/bi-frotas/>. Acesso em: 2 dez. 2024.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DO VEÍCULO ELÉTRICO (ABVE). **Bi-geral**. Disponível em: <https://abve.org.br/bi-geral/>. Acesso em: 3 dez. 2024.

AUTOMOBILE PROPRES. **Simulateur temps de recharge voiture électrique: BYD Dolphin**. Disponível em: <https://www.automobile-propres.com/simulateur-temps-de-recharge-voiture-electrique/byd-dolphin/>. Acesso em: 4 fev. 2025.

BALEN, Gleisson; REIS, Andrei Roberto; PINHEIRO, Humberto; SCHUCH, Luciano. **Estação de carregamento rápido com elemento armazenador de energia e filtro ativo de harmônicos para veículos elétricos**. *Eletron. Potên*, Joinville, v. 24, n. 1, p. 95-106, 2019.

BRASIL. **Ministério de Minas e Energia. Brasil bate recorde de expansão da energia solar em 2023**. Disponível em: <https://www.gov.br/mme/pt-br/assuntos/noticias/brasil-bate-recorde-de-expansao-da-energia-solar-em-2023>. Acesso em: 28 nov. 2024.

CANADIAN SOLAR. **CS-Datasheet-HiKu7 CS7N-MS v2.41 EN. 2020**. Disponível em: [https://static.csisolar.com/wp-content/uploads/2020/10/27105931/CS-Datasheet-HiKu7\\_CS7N-MS\\_v2.41\\_EN.pdf](https://static.csisolar.com/wp-content/uploads/2020/10/27105931/CS-Datasheet-HiKu7_CS7N-MS_v2.41_EN.pdf). Acesso em: 15 fev. 2025.

ELECTROMAPS. **Modos de carregamento de veículos elétricos**. Disponível em: <https://www.electromaps.com/pt/blog/modos-carregamento-veiculos-eletricos>. Acesso em: 14 dez. 2024.

ESG Insights. **Transportes respondem por 11% das emissões de CO<sub>2</sub> no Brasil**. ESG Insights, 2024. Disponível em: <https://esginsights.com.br/transportes-respondem-por-11-das-emissoes-de-co2-no-brasil/#:~:text=O%20relat%C3%B3rio%20aponta%20que%2011%25%20das%20emiss%C3%B5es%20totais,incinera%C3%A7%C3%A3o%20de%20res%C3%ADduos%20e%20queima%20de%20combust%C3%ADveis%20f%C3%B3sseis>. Acesso em: 17 nov. 2024.

FUNDAÇÃO GETÚLIO VARGAS. **Relatório: Cadernos FGV Energia – Carros Elétricos**. Disponível em: <https://repositorio.fgv.br/server/api/core/bitstreams/46244531-8932-42e2-8bf7-91caccfccc7e/content>. Acesso em: 24 nov. 2024.

GROWATT NEW ENERGY CO., LTD. APX 129.0-200.7H-S1 EU Datasheet. Shenzhen, 2024. Disponível em: [https://en.growatt.com/upload/file/APX\\_129.0-200.7H-S1\\_EU\\_Datasheet\\_EN\\_202405.pdf](https://en.growatt.com/upload/file/APX_129.0-200.7H-S1_EU_Datasheet_EN_202405.pdf). Acesso em: 6 fev. 2025.

GROWATT. **WIT 50-100K HU EU Datasheet**. [S.l.]: Growatt, 2023. Disponível em: [https://en.growatt.com/upload/file/WIT\\_50100K\\_HU\\_EU\\_Datasheet\\_EN\\_202306.pdf](https://en.growatt.com/upload/file/WIT_50100K_HU_EU_Datasheet_EN_202306.pdf). Acesso em: 18 fev. 2025.

LIMA, Francisco. **O futuro da mobilidade sustentável: sistema de carregamento veicular off-grid**. LinkedIn. Disponível em: <https://www.linkedin.com/pulse/o-futuro-da-mobilidade-sustent%C3%A1vel-sistema-de-veicular-francisco-lima/>. Acesso em: 3 dez. 2024.

LIVEFUN SOLAR. **Growatt WIT 50-100K-AU Three Phase Hybrid Solar Inverter Commercial 50kW 63kW 75kW 100kW Storage Inverter**. 2025. Disponível em: [https://pt.made-in-china.com/co\\_livefunsolar/product\\_Growatt-Wit-50-100K-a-Au-Three-Phase-Hybrid-Solar-Inverter-Commercial-50kw-63kw-75kw-100kw-Storage-Inverter\\_yhsogrrhy.html?header\\_search\\_page=lv&pv\\_id=1ik7kk4i0fe3&faw\\_id=1ik7kk5b0d3f](https://pt.made-in-china.com/co_livefunsolar/product_Growatt-Wit-50-100K-a-Au-Three-Phase-Hybrid-Solar-Inverter-Commercial-50kw-63kw-75kw-100kw-Storage-Inverter_yhsogrrhy.html?header_search_page=lv&pv_id=1ik7kk4i0fe3&faw_id=1ik7kk5b0d3f). Acesso em: 16 fev. 2025.

MERCADO LIVRE. **Painel Solar Fotovoltaico Canadian 665W CS7N-665MB-AG. 2025**. Disponível em: [https://produto.mercadolivre.com.br/MLB-3798298047-painel-solar-fotovoltaico-canadian-665w-cs7n-665mb-ag-\\_JM?msocid=324fb429573963fc044ea77a562062f9](https://produto.mercadolivre.com.br/MLB-3798298047-painel-solar-fotovoltaico-canadian-665w-cs7n-665mb-ag-_JM?msocid=324fb429573963fc044ea77a562062f9). Acesso em: 16 fev. 2025.

MIDA EVSE. **Guia para veículos elétricos**. Disponível em: <https://www.midaevse.com/pt/ev-guide-1/>. Acesso em: 14 dez. 2024.

MOURA. **Manual Técnico Moura Solar MS V1.4**. Disponível em: <https://www.moura.com.br/produtos/estacionarias/solar/Manual-tecnico-Moura-Solar-MS-V1.4-POT.pdf>. Acesso em: 21 jan. 2025.

NEOCHARGE. **Tipos de veículos elétricos**. Disponível em: [https://www.neocharge.com.br/tudo-sobre/carro-eletrico/tipos-veiculos-eletricos?srsId=AfmBOorVKx\\_uQ58xgg-wID7PeAlt76J6AZ56o2as36MnrBHYpFYt5I2G](https://www.neocharge.com.br/tudo-sobre/carro-eletrico/tipos-veiculos-eletricos?srsId=AfmBOorVKx_uQ58xgg-wID7PeAlt76J6AZ56o2as36MnrBHYpFYt5I2G). Acesso em: 14 dez. 2024.

NEOCHARGE. **Carregador para carro elétrico DC NDC60 60kW. 2025**. Disponível em: <https://www.neocharge.com.br/loja/carregador-carro-eletrico-dc-ndc60-60kw.html>. Acesso em: 16 fev. 2025.

PLUGSHARE. **EV Charging Station Map - Find a place to charge your car!** Disponível em: <https://www.plugshare.com/>. Acesso em: 28 nov. 2024.

WABI SOLAR. **Bateria Growatt APX Comercial 14.3P-B1 14kWh High Voltage**. 2025. Disponível em: <https://www.wabisolar.com/growatt-battery-apx-comercial-14-3p-b1-14kwh-high-voltage/>. Acesso em: 16 fev. 2025.

WEG. **WEMOB – Soluções para recarga de veículos elétricos**. Jaraguá do Sul: WEG, 2022. Disponível em: <https://static.weg.net/medias/downloadcenter/h17/h36/WEG-WEMOB-50105757-pt.pdf>. Acesso em: 29 jan. 2025.