



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

**CAIO GUIMARÃES MARQUES DA SILVA**

**CRITÉRIOS PARA PROJETOS DE ESTAÇÕES DE RECARGA VEICULAR EM**  
**ÁREAS ABERTAS E FECHADAS: PROPOSIÇÃO DE UM FLUXOGRAMA DE**  
**PROJETO**

**Fortaleza - CE**

**2025**

CAIO GUIMARÃES MARQUES DA SILVA

CRITÉRIOS PARA PROJETOS DE ESTAÇÕES DE RECARGA VEICULAR EM ÁREAS  
ABERTAS E FECHADAS: PROPOSIÇÃO DE UM FLUXOGRAMA DE PROJETO

Trabalho de Conclusão do Curso apresentado ao curso de Engenharia Elétrica do Centro de Ciências da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharel em Engenharia Elétrica.

Orientador: Prof. Dr. Ernande Eugenio Campelo Morais

Fortaleza - CE

2025

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

---

S579c Silva, Caio Guimarães Marques da.

Critérios para projetos de estações de recarga veicular em áreas abertas e fechadas : proposição de um fluxograma de projeto / Caio Guimarães Marques da Silva. – 2025.  
94 f. : il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Tecnologia, Curso de Engenharia Elétrica, Fortaleza, 2025.

Orientação: Prof. Dr. Ernande Eugenio Campelo Moraes.

1. Estação de recarga veicular. 2. Veículo elétrico (VE). 3. Critérios de projeto. 4. Fluxograma. I. Título.  
CDD 621.3

---

CAIO GUIMARÃES MARQUES DA SILVA

CRITÉRIOS PARA PROJETOS DE ESTAÇÕES DE RECARGA VEICULAR EM ÁREAS  
ABERTAS E FECHADAS: PROPOSIÇÃO DE UM FLUXOGRAMA DE PROJETO

Trabalho de Conclusão do Curso apresentado ao curso de Engenharia Elétrica do Centro de Ciências da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharel em Engenharia Elétrica.

Aprovada em: \_\_\_\_ / \_\_\_\_ / \_\_\_\_

BANCA EXAMINADORA

---

Prof. Dr. Ernande Eugenio Campelo Morais  
Orientador – Universidade Federal do Ceará (UFC)

---

Prof. Dr. Dalton, de Araújo Honório  
Universidade Federal do Ceará (UFC)

---

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

A Deus,  
À minha família

## AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus pela minha saúde, por tudo que já conquistei até aqui e pelo que ainda há por vir na minha vida. Agradeço aos meus pais, principalmente à minha mãe, que nunca me deixou faltar nada e nunca mediu esforços pra me proporcionar a melhor educação que eu pudesse ter.

Dedico esta conquista também ao amor da minha vida, Catarina, que nunca deixou de acreditar em mim desde o momento em que a conheci, mesmo com todas as adversidades que já enfrentamos o que só fez fortalecer ainda mais a nossa relação. Aos meus amigos Júnior, Jander, Ítalo, João Vitor e Papito por sempre me incentivarem a ser uma pessoa melhor, mais paciente e cada dia mais esforçada, buscando sempre a excelência.

Aos meus amigos de infância, Gabriel e Sullivan, por apesar de passarmos anos distantes, insistir em nossa amizade. Em especial agradeço ao Pedro por abrir as portas do mercado de trabalho para mim e ao Matheus por toda a sua ajuda.

Agradeço aos meus antigos supervisores Lucas Matias e Lucas Guerra por confiarem no meu trabalho e me ensinarem a desenvolver meu lado profissional. Ao Gustavo Toscano, Marcos Paz e Claudio Bezerra por compartilhar suas experiências de vida comigo, confiarem no meu potencial e me ensinarem a liderar pelo exemplo, estes que além de excelentes profissionais são grandes exemplos de pai de família.

Ao Prof. Dr. Ernande Eugenio Campelo Morais por ter aceitado o meu convite, por toda a sua orientação na elaboração deste trabalho, por me motivar a adquirir cada vez mais conhecimento e por contribuir com a minha formação profissional. Aos professores Dalton e Raphael Amaral por aceitarem o convite de avaliar meu trabalho. Agradeço também a todos os professores que contribuíram para a minha educação e formação do meu caráter, que me fizeram chegar até aqui.

“O dinheiro faz homens ricos, o conhecimento  
faz homens sábios e a humildade faz homens  
grandes.”

Mahatma Gandhi

## RESUMO

Com o aumento da adoção de veículos elétricos no Brasil, impulsionado por preocupações ambientais e incentivos fiscais, a necessidade de uma infraestrutura de recarga adequada e segura torna-se cada vez mais evidente. O desenvolvimento das baterias, que converge no aumento da autonomia de veículos elétricos, é outro fator que contribui para a maior aderência desse tipo de automóveis pela sociedade. Desse modo, é imprescindível que conceitos relativos aos modos de recarga, topologias de carregadores, tipos de baterias e modelos de veículos elétricos sejam devidamente apresentados. Nesse cenário, este trabalho tem como objetivo reunir e apresentar os principais critérios gerais e específicos a serem considerados no projeto e instalação de estações de recarga veicular, em áreas abertas e fechadas, em residências e estacionamentos. Por meio de uma metodologia de pesquisa descritiva, é necessário expor e aprofundar os critérios detalhadamente, com os respectivos embasamentos normativos e, conseqüentemente, apresentá-los de uma maneira compacta e mais visual, em forma de fluxogramas, para facilitar o entendimento e a instalação das estações. Após apresentados os fluxogramas, é perceptível a necessidade de uma padronização nas instalações de estações de recarga veicular, que ainda não existe no Brasil, para que haja um aumento da compatibilidade e segurança do sistema de recarga como um todo, além de contribuir para a melhoria na concepção de projetos da área.

**Palavras-chave:** Estação de recarga veicular; Veículo elétrico (VE); Critérios de projeto; Fluxograma.

## ABSTRACT

With the increasing adoption of electric vehicles in Brazil, driven by environmental concerns and tax incentives, the need for appropriate and safe charging infrastructure is becoming increasingly evident. The development of batteries, which leads to increased electric vehicle range, is another factor contributing to the greater societal acceptance of this type of vehicle. Therefore, it is crucial that concepts related to charging modes, charger types, battery types, and electric vehicle models be properly presented. In this context, this study aims to gather and present the main general and specific criteria to be considered in the design and installation of vehicle charging stations, in both open and closed areas, including residences and parking lots. Through a descriptive research methodology, it is necessary to expose and explore these criteria in detail, with the corresponding regulatory foundations, and then present them in a compact and visual format, such as flowcharts, to facilitate the understanding and installation of the stations. After presenting the flowcharts, it is necessary to standardize the installations of vehicle charging stations, which do not yet exist in Brazil, in order to increase the compatibility and safety of the charging system as a whole, in addition to contributing to the improvement in the design of projects in the area.

**Keywords:** Vehicle charging station; Electric vehicle (EV); Design criteria; Flowchart.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

|  |    |
|--|----|
| Figura 1 - Fluxograma introdutório .....   | 21 |
| Figura 2 - Ilustração HEV .....  | 27 |
| Figura 3 - Ilustração PHEV .....   | 28 |
| Figura 4 - Ilustração BEV.....   | 29 |
| Figura 5 - Plugue Tipo 01 com demonstração dos pinos .....   | 32 |
| Figura 6 - Blazer EV RS com plugue Tipo 2 adaptado ao Brasil.....  | 32 |
| Figura 7 - RAV4 PHEV com plugue Tipo 2 adaptado ao Brasil .....  | 33 |
| Figura 8 - Plugue Tipo 2 (Mennekes) com a demonstração dos pinos.....  | 34 |
| Figura 9 - BYD Dolphin com utilização do Tipo 2 .....  | 34 |
| Figura 10 - AUDI Q6-E-Tron com utilização do Tipo 2.....   | 34 |
| Figura 11 – Plugues monofásicos Tipo 3 com 4 pinos e 5 pinos .....   | 35 |
| Figura 12 – Plugue trifásico com 7 pinos .....   | 35 |
| Figura 13 - Plugue GB/T AC.....  | 36 |
| Figura 14 - Plugue GB/T CC.....  | 36 |
| Figura 15 - Plugue CCS1.....   | 37 |
| Figura 16 - Plugue CCS2.....   | 38 |
| Figura 17 - Estação de recarga Shell .....   | 38 |
| Figura 18 - Padrão CHAdeMO de plugue .....   | 39 |
| Figura 19 - Plugue Tesla ou NACS .....   | 39 |
| Figura 20 - Comparativo visual entre os modelos de plugues.....  | 40 |
| Figura 21 - Modo 1 - Não recomendado .....   | 41 |
| Figura 22 - In-Cable Control and Protective Device não presente no modo 1.....                                   | 41 |
| Figura 23 - Modo 2 com o uso do IC-CPD .....   | 42 |
| Figura 24- Carregador WEMOB EASY com IC-CPD.....   | 42 |
| Figura 25 - Ilustração do modo 3 de recarga .....  | 43 |
| Figura 26 - Carregador WEMOB WALL – Wallbox.....   | 44 |
| Figura 27 - Ilustração do Modo 4 de recarga .....  | 45 |
| Figura 28 - Modelos WEG de estações de recarga do modo 4.....  | 45 |
| Figura 29 - Ficha técnica do BYD Dolphin.....  | 48 |
| Figura 30 - Condições de atendimento .....   | 52 |
| Figura 31 - Dimensionamento da Entrada, Pontaleta, Poste Auxiliar e Disjuntor (Rede Aérea de Distribuição) ..... | 53 |

|   |    |
|---|----|
| Figura 32 - Dimensionamento do Ramal de Ligação e da Proteção Geral (Rede Subterrânea de Distribuição).....     | 53 |
| Figura 33 - DR 4P do tipo AC que não deve ser utilizado em instalações de SAVEs com respectiva simbologia ..... | 58 |
| Figura 34 - DR 2P do tipo A com respectiva simbologia.....  | 58 |
| Figura 35 - Simbologia DR tipo F .....  | 59 |
| Figura 36 - Simbologia DR tipo B .....  | 59 |
| Figura 37 - Extintor de incêndio ABC.....   | 62 |
| Figura 38 - Ilustração do funcionamento do Smart Charging System WEG .....                                      | 68 |
| Figura 39 - Ilustração do distanciamento de segurança.....  | 72 |
| Figura 40 - Paredes corta fogo com 1,6 metros de altura e 5 metros de comprimento .....                         | 72 |
| Figura 41 - Chuveiro automático (sprinkler).....  | 73 |
| Figura 42 - Ilustração da Alternativa II (Vista superior).....  | 74 |
| Figura 43 - Ilustração da Alternativa II (Vista Frontal).....   | 74 |
| Figura 44 – Fluxograma 1: Critérios Gerais.....   | 79 |
| Figura 45 – Fluxograma 2: Critérios Específicos.....  | 80 |
| Figura 46 – Fluxograma 3: Dimensionamento das proteções do SAVE.....  | 81 |
| Figura 47 – Fluxograma 4: Condições de Serviço .....  | 83 |
| Figura 48 – Fluxograma 5: Acessibilidade.....   | 84 |

## LISTA DE QUADROS

|  |    |
|--|----|
| Quadro 1 - Comparação entre os diferentes tipos de veículos elétricos..... | 29 |
| Quadro 2 - Modelos de Plugues .....  | 31 |
| Quadro 3 - Ficha técnica do Nissan Leaf .....                              | 48 |
| Quadro 4 - Ficha técnica do Fiat 500e Hatchback .....                      | 49 |

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

- BEV – *Battery Electric Vehicle*
- CA – Corrente alternada
- CC – Corrente contínua
- CCS – *Combined Charging System*
- HEV – *Hybrid Electric Vehicle*
- IC-CPD – *In-Cable Control and Protection Device*
- NACS – *North American Charging Standard*
- OBC – *On-Board Charger*
- PHEV – *Plug-in Hybrid Electric Vehicle*
- SAVE – Sistema de alimentação para VE
- SPDA – Sistema de Proteção contra Descargas Atmosféricas
- TRRF – Tempo Requerido de Resistência ao Fogo
- VE – Veículo elétrico
- V2G – *Vehicle to Grid*

## SUMÁRIO

|   |           |
|---|-----------|
| <b>1 INTRODUÇÃO .....</b>   | <b>17</b> |
| <b>1.1. JUSTIFICATIVA E MOTIVAÇÃO .....</b>                             | <b>21</b> |
| <b>1.2 OBJETIVOS .....</b>  | <b>22</b> |
| <i>1.2.1 Geral.....</i>   | <i>22</i> |
| <i>1.2.2 Específicos.....</i>   | <i>22</i> |
| <b>1.3. METODOLOGIA.....</b>  | <b>22</b> |
| <b>1.3. ESTRUTURA DO TRABALHO .....</b>                                 | <b>23</b> |
| <b>2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....</b>                                     | <b>24</b> |
| <b>2.1 NORMAS TÉCNICAS NACIONAIS .....</b>                              | <b>24</b> |
| <b>2.2 NORMAS TÉCNICAS INTERNACIONAIS.....</b>                          | <b>25</b> |
| <b>2.3 CONFIGURAÇÕES USUAIS PARA POSTOS DE RECARGA .....</b>            | <b>26</b> |
| <i>2.3.1 Veículos Elétricos.....</i>                                    | <i>26</i> |
| 2.3.1.1 HEV (Hybrid Electric Vehicle).....                              | 26        |
| 2.3.1.2 PHEV (Plug-in Hybrid Electric Vehicle).....                     | 27        |
| 2.3.1.3 BEV (Battery Electric Vehicle).....                             | 28        |
| <i>2.3.2 Tipos de Baterias.....</i>                                     | <i>30</i> |
| 2.3.2.1 Baterias de Hidreto Metálico de Níquel (NIMH).....              | 30        |
| 2.3.2.2 Baterias de Chumbo-Ácido .....                                  | 30        |
| 2.3.2.3 Baterias de Íon-Lítio (Li-Ion).....                             | 30        |
| 2.3.2.4 Baterias De Níquel Cádmio (NICD) .....                          | 31        |
| <i>2.3.3 Tipos De Plugues.....</i>                                      | <i>31</i> |
| 2.3.3.1 Tipo 1 (IEC 62196-2) ou SAE J1772 (Plugue CA).....              | 31        |
| 2.3.3.2 Tipo 2 (IEC 62196-2) ou Mennekes (Plugue CA) .....              | 33        |
| 2.3.3.3 Tipo 3 (IEC 62196-2) ou Scame (Plugue CA) .....                 | 35        |
| 2.3.3.4 GB/T 20234.3 (Plugue CA ou CC) .....                            | 36        |
| 2.3.3.5 CCS – Combined Charging System 1 e 2 (CA e CC).....             | 37        |
| 2.3.3.6 CHAdeMO – Charge deMove (CC).....                               | 38        |
| 2.3.3.7 Tesla ou NACS - North American Charging Standard (CA e CC)..... | 39        |
| <b>2.4 MODOS DE CARREGAMENTO.....</b>                                   | <b>40</b> |
| 2.4.1 <i>Modo 1 (Corrente Alternada).....</i>                           | <i>40</i> |
| 2.4.2 <i>Modo 2 (Corrente Alternada).....</i>                           | <i>41</i> |
| 2.4.3 <i>Modo 3 (Corrente Alternada).....</i>                           | <i>43</i> |

|   |           |
|---|-----------|
| 2.4.4 Modo 4 ( <i>Corrente Alternada ou Corrente Contínua</i> ) .....   | 44        |
| <b>3 CRITÉRIOS GERAIS E ESPECÍFICOS .....</b>   | <b>46</b> |
| <b>3.1 INSTALAÇÕES RESIDENCIAIS .....</b>   | <b>46</b> |
| 3.1.1 <i>Critérios gerais para instalações residenciais</i> .....   | 46        |
| 3.1.1.1 Escolha do Modo de carregamento com base no modelo de veículo adotado .   | 47        |
| 3.1.1.2 Escolha do tipo de plugue fornecido pela estação e da quantidade de veículos a ser atendida .....                 | 49        |
| 3.1.2 <i>Critérios específicos para instalações residenciais</i> .....  | 50        |
| 3.1.2.1 Ligação com a concessionária .....  | 50        |
| 3.1.2.2 Infraestrutura Elétrica .....   | 54        |
| 3.1.2.3 Segurança elétrica.....   | 55        |
| 3.1.2.3.1 Funções obrigatórias e opcionais nos Modos 2, 3 e 4 .....   | 55        |
| 3.1.2.3.2 Requisitos de proteção .....  | 57        |
| 3.1.2.3.3 Critérios secundários de segurança elétrica e classificação das condições de serviço .....                      | 60        |
| 3.1.2.4 Medidas de segurança contra incêndio .....  | 61        |
| 3.1.2.5 Acessibilidade.....   | 63        |
| 3.1.2.6 Relação Custo Benefício .....   | 63        |
| <b>3.2 INSTALAÇÕES EM ESTACIONAMENTOS .....</b>   | <b>64</b> |
| 3.2.1 <i>Critérios gerais para instalações em estacionamentos</i> .....   | 64        |
| 3.2.1.1 Escolha do Modo de carregamento e do tipo de plugue (supermercados, shoppings centers e postos de gasolina) ..... | 64        |
| 3.2.2 <i>Critérios específicos para instalações em estacionamentos</i> .....  | 65        |
| 3.2.2.1 Ligação com a concessionária .....  | 65        |
| 3.2.2.2 Infraestrutura Elétrica .....   | 67        |
| 3.2.2.3 Segurança Elétrica (Modo 4).....  | 69        |
| 3.2.2.3.1 Funções obrigatórias específicas do Modo 4.....   | 69        |
| 3.2.2.3.2 Requisitos de proteção para o Modo 4 .....  | 70        |
| 3.2.2.3.3 Critérios secundários de segurança elétrica e classificação das condições de serviço (Modo 4).....              | 71        |
| 3.2.2.4 Medidas de segurança contra incêndio .....  | 71        |
| 3.2.2.5 Acessibilidade.....   | 75        |
| 3.2.2.6 Relação Custo Benefício .....   | 76        |

|   |           |
|---|-----------|
| <b>4 FLUXOGRAMA DE PROJETO .....</b>                                  | <b>78</b> |
| <b>5 CONCLUSÃO.....</b>   | <b>85</b> |
| <b>REFERÊNCIAS .....</b>  | <b>87</b> |
| <b>ANEXO A – ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS WEMOB EASY E WEMOB WALL ....</b> | <b>90</b> |
| <b>ANEXO B - ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS WEMOB PARKING.....</b>           | <b>91</b> |
| <b>ANEXO C - ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS WEMOB STATION PARTE 1.....</b>   | <b>92</b> |
| <b>ANEXO D - ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS WEMOB STATION PARTE 2.....</b>   | <b>93</b> |
| <b>ANEXO E – FLUXOGRAMA CRITÉRIOS ESPECÍFICOS .....</b>               | <b>94</b> |

## 1 INTRODUÇÃO

Atualmente, observa-se um aumento significativo na adesão ao uso de veículos elétricos e híbridos, evidenciado pela maior frequência com que circulam nas áreas urbanas. No entanto, esse cenário nem sempre foi predominante, sendo essencial considerar o contexto histórico e as origens dos veículos eletrificados.

Segundo Fiorio *et al.* (2023), o desenvolvimento do primeiro motor elétrico ocorreu em 1827, no século XIX, porém sua aplicação prática só se tornou viável em 1881, com o advento das baterias de chumbo-ácido. Durante esse período, os veículos elétricos ganharam ampla aceitação, especialmente por atenderem bem às curtas distâncias comuns nos centros urbanos e pelo contexto da época, que ainda não contava com a globalização abrangente e as mudanças significativas trazidas pela Revolução Industrial na sociedade moderna. Com o passar do tempo, a utilização de veículos elétricos (VEs) sofreu uma significativa redução, resultando também em uma menor comercialização desses automotores. Essa queda foi causada por diversos fatores, entre os quais se destacam: o desenvolvimento expressivo das rodovias que conectavam cidades mais distantes, o que dificultava o uso de VEs devido à sua baixa autonomia, tornando-os incapazes de completar longos percursos; e a descoberta de grandes reservas de petróleo, que provocou uma queda no preço dos combustíveis fósseis. Esse contexto favoreceu o aumento do uso de veículos com motores de combustão interna, os quais ofereciam maior autonomia de forma inerente.

Esse cenário predominou até meados da década de 1970, quando o preço do petróleo sofreu uma disparada, e a preocupação global com o meio ambiente começou a ganhar destaque, impulsionada pelo surgimento de problemas ambientais cada vez mais evidentes. Nesse período, muitas montadoras passaram a investir no desenvolvimento de veículos movidos a combustíveis alternativos. É importante ressaltar, contudo, que os veículos elétricos ainda enfrentavam desafios significativos, como a baixa autonomia e os custos elevados de produção, o que dificultava sua popularização. Com o agravamento dos problemas ambientais e dos impactos associados ao efeito estufa, intensificaram-se os esforços para desenvolver novas tecnologias de transporte que aumentassem a autonomia dos veículos elétricos e reduzissem seus custos. A partir da década de 1990, surgiram legislações e parcerias público-privadas destinadas a incentivar as montadoras a disponibilizar esses veículos aos consumidores (LIMA, 2012, p.5).

Atualmente, observa-se um cenário mais favorável à comercialização e à utilização de automóveis elétricos em diversas partes do mundo, especialmente no Brasil. Esse avanço

deve-se, em parte, a acordos internacionais, como o Acordo de Paris, adotado em 2015 pelos países signatários da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima durante a COP21. Esse acordo estabelece metas para a redução das emissões de dióxido de carbono a partir de 2020, sendo o Brasil um dos signatários. Além disso, iniciativas como os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da ONU reforçam a necessidade de combater os problemas ambientais e promover o desenvolvimento sustentável de tecnologias e indústrias. Na COP26, o governo brasileiro apresentou o compromisso de diminuir as emissões de carbono em 50% até o ano de 2030, integrando-se às iniciativas mundiais para combater as mudanças climáticas (PORTAL PLANALTO, 2021).

Observa-se que alguns estados brasileiros oferecem incentivos fiscais para a utilização de veículos elétricos e híbridos. Entre esses incentivos, destaca-se a redução da alíquota do IPVA para essa categoria de automóveis. De acordo ainda com Gomes (2024), em nove unidades federativas, os proprietários de veículos eletrificados foram isentos desse imposto, enquanto em outras quatro houve diferenciação nas alíquotas do IPVA. Um exemplo notável é o estado do Ceará, onde a alíquota padrão é de 2,5%, mas os veículos movidos exclusivamente por motor elétrico são isentos do pagamento.

Com esses esforços promovidos em diversas esferas governamentais, tem-se desenvolvido um cenário mais favorável à ampliação do uso de veículos eletrificados. Esse avanço é impulsionado tanto pelo desenvolvimento de novas tecnologias e baterias de maior duração quanto pelo barateamento dos custos desses automóveis. Como resultado, os consumidores têm acesso a veículos com maior autonomia e a vantagens fiscais adicionais.

Em perspectivas futuras, espera-se que a preferência por esses automóveis aumente, motivada tanto pelos incentivos governamentais quanto pelas preocupações ambientais. Para apoiar esse crescimento, torna-se essencial a expansão da infraestrutura de recarga veicular. Isso inclui a instalação de mais estações de recarga e a criação de sistemas mais robustos e eficientes, garantindo que a expansão da rede não comprometa a estabilidade do fornecimento elétrico e atenda à crescente demanda por veículos eletrificados.

Essa mudança na postura governamental, com foco no apoio à comercialização e ao desenvolvimento acelerado de VEs, serviu como motivação para este trabalho. O objetivo principal é simplificar e centralizar informações essenciais para o projeto e a execução da instalação de estações de recarga veicular no território nacional.

Dado o contexto histórico e a crescente relevância da integração dos veículos elétricos na sociedade contemporânea, é imprescindível o investimento em novas estações de

recarga veicular, tanto públicas quanto privadas. No entanto, a implementação dessa infraestrutura enfrenta desafios significativos, que serão discutidos a seguir.

Com o aumento da comercialização e do uso de veículos eletrificados em nível nacional, surgem possíveis problemas relacionados às estações de recarga, entre os quais destacam-se:

- a) Idade da infraestrutura elétrica: A atual infraestrutura de distribuição elétrica, em muitos casos, é obsoleta e não está preparada para suportar o crescimento acelerado do uso de VEs. Isso pode comprometer a rede elétrica, que pode não suportar esse novo tipo de carga.
- b) Custo adicional devido a picos de demanda: O aumento na demanda de energia elétrica, impulsionado pelo uso de estações de recarga, pode gerar picos de consumo. Para atender a esses picos, é necessário acionar usinas adicionais, o que pode elevar os custos operacionais (DO AMARAL AIRES, 2017).
- c) Desequilíbrios elétricos e variações de tensão: Um aumento expressivo na carga elétrica, gerada por estações de recarga, pode causar desequilíbrios de fase na rede elétrica, além de uma redução da tensão nos barramentos alimentadores. Esse problema tende a ser mais crítico no período noturno, quando a maioria dos usuários realiza a recarga de seus veículos ao retornar do trabalho (NETA, 2014).
- d) Impactos dos carregadores no sistema elétrico: Os carregadores de veículos elétricos possuem características não lineares, o que pode resultar na injeção de harmônicos na rede elétrica (HABIB et al, 2018). Esses harmônicos podem causar perdas significativas no sistema. Estudos indicam que, em cenários críticos de carregamento, as perdas podem ser até 400% maiores em comparação a um cenário sem conexão de VEs (DULĂU; BICĂ, 2022).

Assim, os principais problemas ocasionados por um aumento do número de estações estão relacionados à infraestrutura da rede, à mudança no perfil de demanda nacional, e a problemas gerados em componentes da rede elétrica devido ao desbalanceamento de fases e ao perfil de carga não linear dos VEs. Debatem-se algumas estratégias para mitigar as dificuldades apresentadas, tais como: utilização de estratégias de controle para carregamento inteligente, adequação gradual da rede elétrica dada a transição energética, utilização de V2G's (*Vehicle to Grid*) que pode gerar vários benefícios como balanceamento de carga e filtragem

dos harmônicos (YILMAZ; KREIN, 2012), uso de sistemas de armazenamento de energia integrados às estações de recarga para reduzir o pico de demanda dos alimentadores, e a utilização de geradores fotovoltaicos acoplados aos postos de carregamento, corrigindo o perfil da tensão, reduzindo as perdas nas linhas de energia e aliviando o sistema de distribuição como um todo.

O crescimento planejado e a padronização dos projetos de estações de recarga veicular são essenciais para mitigar os impactos dessas dificuldades no sistema elétrico. A padronização permite uma integração mais eficiente entre a infraestrutura existente e as novas demandas geradas pelos veículos elétricos, reduzindo riscos e otimizando o uso da energia disponível.

Embora a implementação de postos de recarga enfrente desafios significativos, é igualmente necessário abordar os benefícios que ela pode proporcionar. Além de impulsionar a sustentabilidade e reduzir a dependência de combustíveis fósseis, a instalação dessas estações desempenha um papel crucial no avanço tecnológico e econômico, promovendo a modernização da infraestrutura elétrica, incentivando a inovação e criando novas oportunidades no mercado de energia e transporte.

O crescimento do número de estações veiculares favorece a transição energética e o fortalecimento da rede elétrica do Brasil como um todo, rede esta que possui vários trechos com necessidades de adequações e alterações. A implantação de novos postos de carregamento favorece a autonomia dos VE's, sem necessariamente depender do desenvolvimento de baterias, contribuindo assim para o barateamento desses automotores e estimulando a adesão ao novo perfil de sustentabilidade global por parte das pessoas. É muito importante, também, que seja realizada uma padronização dos projetos de estação veicular com os objetivos e benefícios de promover:

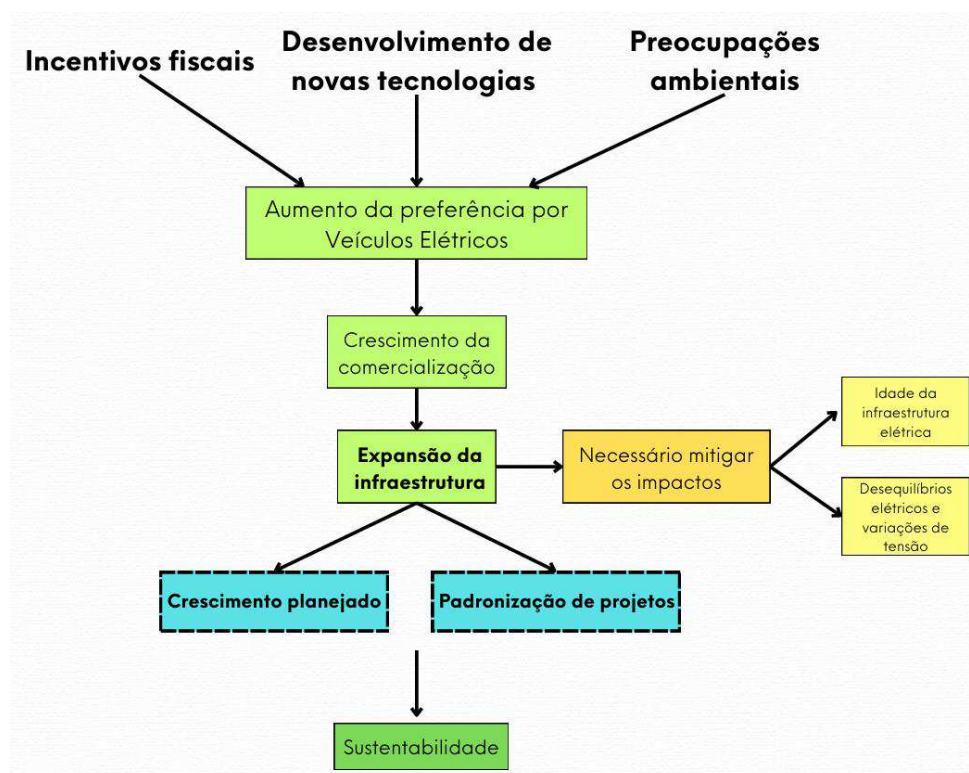
- a) Uma maior compatibilidade entre os diferentes tipos de veículos elétricos e as estações, permitindo a padronização de plugues;
- b) A simplificação no projeto de estações de recarga pela usabilidade de tipos semelhantes de componentes elétricos;
- c) Uma maior segurança da instalação e da rede elétrica de distribuição pela restrição a modelos que atendem aos requisitos normativos.

Com a implementação eficiente de estações de recarga veicular, é possível uma mudança global de sustentabilidade para mitigação do efeito estufa dentre outras problemáticas

ambientais urgentes, sem que necessariamente haja o comprometimento da rede elétrica. Como mencionado anteriormente, a utilização de redes inteligentes de monitoramento de carga dos sistemas de distribuição, a integração de geração fotovoltaica juntamente de sistemas de armazenamento de energia, a implementação gradual de estações veiculares, avaliando frequentemente a mudança dos perfis de demanda, e a adaptação do sistema elétrico brasileiro, favorecem a transição eficiente para um consumo de energia mais limpo e menos dependente da utilização de combustíveis fósseis visto que o setor de transportes é responsável por parcela significativa das emissões de CO<sub>2</sub> (DE CASTRO, 2010).

A Figura 1 apresenta um resumo, em forma de fluxograma, da introdução.

Figura 1 - Fluxograma introdutório



Fonte: Autor próprio.

## 1.1. JUSTIFICATIVA E MOTIVAÇÃO

Diante do agravamento dos problemas ambientais e da crescente necessidade de reduzir as emissões de gases de efeito estufa, os veículos elétricos surgem como uma solução essencial na transição para uma matriz de transporte mais sustentável. No entanto, a expansão do uso desses veículos depende diretamente da disponibilização de uma infraestrutura adequada de recarga, tanto em espaços públicos quanto privados, o que ainda representa um desafio

significativo. Problemas como a idade da infraestrutura elétrica, picos de demanda e injeção de harmônicos na rede destacam a urgência de ações coordenadas para modernizar e adaptar o sistema elétrico nacional.

Além disso, a integração dos veículos elétricos traz benefícios importantes, como a redução da dependência de combustíveis fósseis e a promoção de avanços tecnológicos e econômicos. Nesse sentido, este trabalho se justifica por buscar centralizar informações essenciais e fornecer diretrizes para o planejamento e a execução de estações de recarga veicular no Brasil, contribuindo para superar os desafios técnicos e acelerar a adoção de uma mobilidade mais sustentável.

## **1.2 OBJETIVOS**

### ***1.2.1 Geral***

O objetivo principal deste trabalho é fornecer uma base de orientação fundamentada nas principais normas nacionais e internacionais vigentes, voltada para profissionais da área e entusiastas interessados na execução de projetos de implantação de estações de recarga veicular, tanto em áreas abertas quanto fechadas.

### ***1.2.2 Específicos***

- a) Abordar os pontos essenciais a serem observados na instalação de estações de recarga veicular.
- b) Discutir os equipamentos comumente utilizados em projetos de implantação de postos de recarga.
- c) Apresentar as normas de segurança e proteção aplicáveis na instalação dessas estações.
- d) Identificar as adequações necessárias na rede elétrica do ambiente para garantir o uso seguro dos postos de recarga.

## **1.3. METODOLOGIA**

Foi adotada uma metodologia de Pesquisa Descritiva, onde buscou-se descrever de forma clara e detalhada os principais critérios gerais e específicos considerados na instalação de estações de recarga veicular em residências e em estacionamentos. Por meio dessa metodologia, foi possível criar um panorama detalhado representado por fluxogramas, nos

quais o passo a passo foi apresentado de forma simplificada e sucinta, trazendo clareza e versatilidade para a implementação de projetos nessa área da engenharia elétrica.

### 1.3. ESTRUTURA DO TRABALHO

O presente trabalho está organizado em cinco capítulos, distribuídos de forma a proporcionar uma visão clara e estruturada do estudo realizado.

O primeiro capítulo (introdução) contextualizou o tema da pesquisa, apresentando a justificativa para sua realização e a descrição dos objetivos que orientaram o desenvolvimento do trabalho.

No segundo capítulo, é abordada a fundamentação teórica do estudo, iniciando com uma análise das normas técnicas nacionais e internacionais pertinentes. Além disso, são examinadas as topologias usuais de carregadores para postos de recarga em residências multifamiliares e em estacionamentos, levando em consideração os diferentes tipos de baterias e plugues disponíveis. Este capítulo é concluído com uma análise detalhada dos modos de carregamento, fundamentada em estudos prévios sobre o tema.

No terceiro capítulo, são apresentados os principais critérios gerais e específicos utilizados para a instalação das estações de recarga veicular, tanto em residências quanto em estacionamentos de *shoppings centers*, postos de gasolina, supermercados e condomínios, incluindo aspectos como infraestrutura elétrica, segurança, acessibilidade e medidas contra incêndio.

O quarto capítulo apresenta os fluxogramas gerados com base na análise dos critérios apresentados, solidificando o que foi transmitido no capítulo anterior, de forma clara, visual e compacta.

Por fim, o quinto capítulo conclui o trabalho, destacando a importância da padronização e da expansão da infraestrutura de recarga para a transição energética e a sustentabilidade.

## 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Este capítulo contém descrições sobre as normas nacionais e internacionais, e critérios de segurança, bem como as topologias para as estações de recargas. Por fim, é feita uma apresentação dos tipos de estações, baterias e plugues, com a finalidade de mostrar os componentes de instalação mais relevantes para as fases iniciais do desenvolvimento do fluxograma proposto.

### 2.1 NORMAS TÉCNICAS NACIONAIS

Nesta parte são apresentadas as principais normas técnicas nacionais assim como as principais especificações e pareceres técnicos que foram consultados e utilizados para a realização deste trabalho.

- a) NBR 5410:2004 – Instalações elétricas de baixa tensão
- b) NBR 5419:2015 – Proteção contra descargas atmosféricas
- c) NBR 14039:2021 – Instalações elétricas de média tensão de 1,0 kV a 36,2 kV
- d) NBR 17019:2022 – Instalações elétricas de baixa tensão – Requisitos para instalações em locais especiais – Alimentação de veículos elétricos
- e) NBR IEC 61439:2016 – Conjuntos de manobra e comando de baixa tensão
- f) Especificação Técnica no.124:2019 - Fornecimento de Energia Elétrica em Tensão Secundária de Distribuição
- g) Especificação Técnica cód. CNC-OMBR-MAT-20-0976-EDSP:2020 - Fornecimento de Energia Elétrica em Tensão Primária de Distribuição até 34,5 kV
- h) Especificação Técnica no.0280 cód:CNC-OMBR-MAT-19-0280 EDBR:2023 - Conexão de Recarga para Veículos Elétricos
- i) Parecer Técnico N° CCB-001/800/24 – Ocupações com estações de recarga para veículos elétricos
- j) RESOLUÇÃO NORMATIVA ANEEL N° 1.000:2021 - Regras de Prestação do Serviço Público de Distribuição de Energia Elétrica
- k) Lei 13146:2015 – Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência
- l) NBR 9050:2015 – Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos

Dentre as normatizações citadas acima, cabe destacar a NBR 17019:2022, a ET no.0280 cód:CNC-OMBR-MAT-19-0280 EDBR:2023, o Parecer Técnico N° CCB-001/800/24 e a NBR 9050:2015, que foram essenciais para a proposta de padronização através dos critérios gerais e específicos apresentados neste trabalho.

## **2.2 NORMAS TÉCNICAS INTERNACIONAIS**

Dentre as normas técnicas internacionais que dissertam sobre o tema, existem duas que se destacam e que foram utilizadas como referência para este trabalho sendo elas: ABNT NBR IEC 61851:2021 – Sistema de recarga condutiva para veículos elétricos e a ABNT NBR 62196:2021 – Plugues, tomadas, tomadas móveis para veículos elétricos e plugues fixos para veículos elétricos (Recarga condutiva para veículos elétricos).

A NBR IEC 61851 é essencial para garantir a segurança, a compatibilidade e a eficiência dos pontos de recarga de veículos elétricos, estabelecendo diretrizes para os sistemas de carregamento, desde a infraestrutura até os aspectos de segurança e operação. Essa norma contém algumas partes, mas somente as seguintes foram utilizadas:

- a) NBR IEC 61851 – 1: Define os requisitos gerais para sistemas de carregamento de veículos elétricos, como a segurança elétrica e funcional, além dos tipos de sistemas e suas configurações;
- b) NBR IEC 61851 – 23: Especifica os requisitos para sistemas de carregamento que utilizam corrente contínua, comumente usados em estações de recarga rápida.

Em seguida, a NBR IEC 62196 trata dos conectores e tomadas utilizados em sistemas de carregamento de veículos elétricos. Ela estabelece os requisitos técnicos para os conectores, tomadas e sistemas de plugue para VEs, com foco na segurança e na eficiência dos processos de carregamento e é dividida em três partes sendo todas utilizadas neste trabalho:

- a) NBR IEC 62196-1: Estabelece os requisitos gerais para conectores de veículos elétricos e suas interfaces de carregamento;
- b) NBR IEC 62196-2: Apresenta os requisitos dimensionais de compatibilidade e de intercambialidade para os acessórios com pinos e contatos tubulares em corrente alternada;

c) NBR IEC 62196-3: Especifica os requisitos dimensionais de compatibilidade e de intercambialidade para acopladores de veículos de pino e tubo de contato CC e CA/CC.

## 2.3 CONFIGURAÇÕES USUAIS PARA POSTOS DE RECARGA

Com o objetivo de propor um fluxograma completo para posterior implementação de estações de recarga veicular, é necessário que haja um aprofundamento nos tipos de VE'S existentes, nas topologias usuais das estações, nos diferentes modos de recarga, nos tipos de baterias utilizados em VE's bem como nos tipos de plugues normatizados.

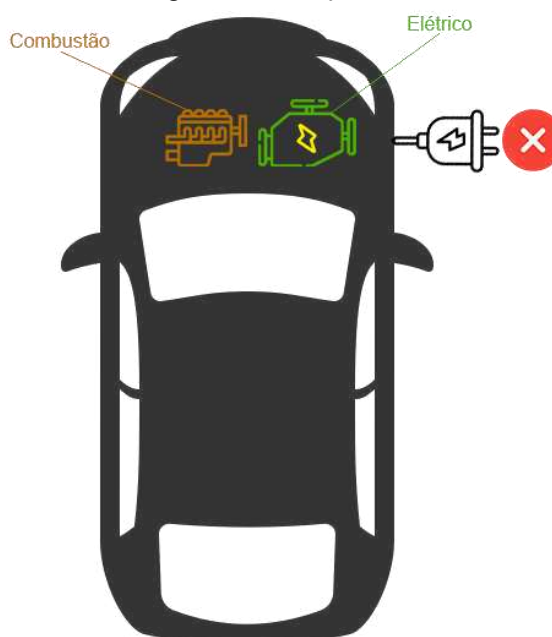
### 2.3.1 Veículos Elétricos

Destacam-se três tipos mais convencionais de veículos elétricos comercializados no Brasil: *Hybrid Electric Vehicle* (HEV), *Plug-in Hybrid Electric Vehicle* (PHEV) e *Battery Electric Vehicle* (BEV). Eles se diferem, principalmente, quanto à fonte de energia utilizada para gerar tração, tipos de motores presentes, e quanto à presença ou ausência de plugues para carregamento do veículo (LISTON, 2024). Abaixo, serão apresentadas as suas respectivas características e diferenças, assim como uma tabela comparativa entre cada modelo.

#### 2.3.1.1 HEV (*Hybrid Electric Vehicle*)

Os HEV, ilustrados na Figura 2, possuem dois motores, um elétrico e um à combustão convencional e possuem duas formas de gerar energia elétrica: na aceleração do motor à combustão, que acaba por gerar torque ao motor elétrico, e nas chamadas frenagens regenerativas, onde a energia gerada pela atuação dos freios, ao invés de ser perdida em forma de calor, é aproveitada em forma de eletricidade recarregando as baterias.

Figura 2 - Ilustração HEV



Fonte: Autor próprio.

A maior diferença entre HEVs e PHEVs, como veremos a seguir, se deve ao fato de os HEVs não recarregarem através de plugues na rede elétrica e possuírem uma autonomia mais baixa no modo elétrico.

#### 2.3.1.2 PHEV (*Plug-in Hybrid Electric Vehicle*)

Ao contrário dos HEV, os PHEV podem recarregar por meio da rede elétrica local. Eles possuem os mesmos mecanismos de geração de energia elétrica que os HEV, utilizando também frenagens regenerativas, mas a sua principal diferença é que podem ser plugados diretamente na rede para carregamento de suas baterias como o seu nome já sugere (*Plug-in*) e, assim como os HEV, também possuem um motor à combustão e um motor elétrico, apresentados na Figura 3.

Figura 3 - Ilustração PHEV



Fonte: Autor próprio.

Esses veículos possuem uma autonomia mais baixa que os BEV e mais alta que os HEV no modo elétrico, mas permitem o seu uso diário para tarefas de baixo trajeto pela população. Uma vantagem destes em relação aos BEV é a não dependência exclusiva do motor elétrico e uma desvantagem é o elevado custo de manutenção pois possui tanto o sistema elétrico quanto o à combustão.

### 2.3.1.3 BEV (Battery Electric Vehicle)

São veículos totalmente elétricos e, portanto, só possuem o motor elétrico com o conjunto de baterias. Eles também aproveitam a frenagem regenerativa para uma maior autonomia e eficiência, e as baterias são recarregadas principalmente através de recargas na rede elétrica que a depender do tipo de carro podem utilizar carregamento rápido. Outra importante característica é que devido ao fato deles não possuírem motor à combustão, são veículos que não emitem gases poluentes. Ao contrário dos dois primeiros modelos que possuem dois sistemas (elétrico e à combustão) dentro do mesmo veículo, por possuir apenas o sistema elétrico, o seu custo com manutenção é mais baixo que o dos modelos anteriores, não necessitando realizar a troca de óleo do motor, óleo de cambio, radiador e embreagem por exemplo, e, além disso, possuem uma alta autonomia comparada ao HEV e PHEV. O modelo BEV pode ser visualizado na Figura 4.

Figura 4 - Ilustração BEV



Fonte: Autor próprio.

Nos subtópicos anteriores foram apresentados os três modelos em análise e a comparação entre eles é apresentada no Quadro 1.

Quadro 1 - Comparação entre os diferentes tipos de veículos elétricos

| Tipo de veículo            | HEV                                 | PHEV   | BEV  |
|----------------------------|-------------------------------------|--|--|
| Motor (es)                 | Combustão + Elétrico                | Combustão + Elétrico   | Elétrico   |
| Bateria                    | Sim                                 | Sim  | Sim  |
| Abastecimento              | Combustível + Frenagem regenerativa | Combustível + Frenagem regenerativa + Carregador (Rede elétrica) | Frenagem regenerativa + Carregador (Rede elétrica) |
| Custo com manutenção       | Muito Alto                          | Alto   | Muito baixo  |
| Emissão de gases poluentes | Sim                                 | Sim (menor que o HEV)  | Não  |

Fonte: Autor próprio.

### ***2.3.2 Tipos de Baterias***

O armazenamento de energia elétrica fornecida pela rede elétrica ou convertida por meio da frenagem regenerativa é realizado através de baterias. Os principais tipos de baterias e suas respectivas características serão apresentadas nos seguintes subtópicos.

#### *2.3.2.1 Baterias de Hidreto Metálico de Níquel (NIMH)*

Esse tipo de bateria surgiu em um modo alternativo ao uso de baterias de níquel cádmio, apesar de possuírem uma performance parecida a estas. Possuem uma liga metálica com uma alta capacidade de armazenamento de hidrogênio promovendo sua alta capacidade de bateria (OLIVEIRA, 2023, p.34). No entanto, elas não são suficientes ainda para veículos totalmente elétricos, sendo utilizadas mais comumente em veículos híbridos, pois não podem ser completamente descarregadas.

#### *2.3.2.2 Baterias de Chumbo-Ácido*

Segundo Siqueira (2023, p.26), esse tipo de bateria é a mais antiga a ser utilizada em veículos, e possui eletrodos imersos em uma solução ácida. No entanto, seu ciclo de vida é reduzido devido à corrosão do eletrodo positivo. Para contornar essa limitação e viabilizar seu uso em veículos elétricos, uma das soluções desenvolvidas foi a aplicação de compressão mecânica nas placas internas, o que permitiu aumentar sua durabilidade em mais de dez vezes. Outra desvantagem dessa tecnologia é a alta taxa de autodescarga, resultado da instabilidade do chumbo e do dióxido de chumbo quando imersos em ácido sulfúrico, o que leva à sua decomposição.

#### *2.3.2.3 Baterias de Íon-Lítio (Li-Ion)*

São vantajosas em relação aos outros modelos de baterias devido ao seu peso e energia específica, mas possuem um alto custo de produção e risco de incêndio em caso de sobrecarga. Elas são as mais promissoras quanto ao uso em veículos elétricos e apresentam uma longa vida útil, além de uma alta eficiência. As baterias de íon-lítio são atualmente as mais utilizadas em veículos elétricos (SIQUEIRA, 2023, p.24).

#### 2.3.2.4 Baterias De Níquel Cádmio (NICD)

Tais baterias vêm sendo substituídas pelas de NiMH devido à natureza prejudicial do cádmio ao ambiente e o seu potencial cancerígeno. Elas foram consideradas as principais concorrentes das baterias de chumbo-ácido, portando uma alta potência específica e um prolongado ciclo de vida (SIQUEIRA, 2023, p.28).

#### 2.3.3 Tipos De Plugues

Serão apresentados neste tópico os principais tipos de plugues para carregamento dos VEs, conforme a norma IEC 62196-2, abordando as particularidades de cada modelo que, no geral, são descritos conforme o Quadro 2.

Quadro 2 - Modelos de Plugues

| Nomenclatura                         | Plugue  |
|--------------------------------------|---------|
| Tipo 1 (SAE J1772)                   | CA      |
| Tipo 2 (Mennekes)                    | CA      |
| Tipo 3 (Scame)                       | CA      |
| GB/T                                 | CA / CC |
| CCS (Combined Charging System 1 e 2) | CC      |
| CHAdEMO (Charge deMove)              | CC      |
| TESLA / NACS                         | CA / CC |

Fonte: Autor próprio.

É importante destacar que o Brasil ainda não possui um plugue padrão para todos os veículos, que se deve em grande parte ao perfil de importação do país, adquirindo VEs provenientes dos mais diversos países do mundo.

##### 2.3.3.1 Tipo 1 (IEC 62196-2) ou SAE J1772 (Plugue CA)

O plugue Tipo 1 ou SAE J1772, assim chamado, pois é um padrão de carregamento especificado pela Sociedade de Engenheiros da Mobilidade (SAE), é projetado para conexões

monofásicas que não excedem 250 V de tensão e 32 A de corrente elétrica permitindo um carregamento em potência até aproximadamente 7,4 kW, Figura 5.

Figura 5 - Plugue Tipo 01 com demonstração dos pinos



Fonte: MIDA (2025).

O plugue Tipo 1 é bastante utilizado nos Estados Unidos e no Japão, mas no Brasil não possui aplicação. Conforme a NBR IEC 62196-2, o tipo 1 possui pinos de: Fase (L1), Neutro (N), Condutor de Proteção (PE), Contato de Proximidade (PP) e Fio-Piloto (CP), Figura 4.

É importante destacar as funções do contato de proximidade, que é responsável por indicar o estado da inserção do plugue na tomada, sinalizando o travamento para o carregamento de forma segura, e do fio-piloto, que é responsável pela comunicação do VE com a rede elétrica de alimentação. Veículos das marcas Chevrolet, Toyota, Nissan, Mitsubishi são os que mais utilizam esse modelo de plugue (Tipo 1 – SAE J1772), mas já sofreram adaptação ao Tipo 2, para aplicação no Brasil, conforme ilustrado na Figura 6.

Figura 6 - Blazer EV RS com plugue Tipo 2 adaptado ao Brasil



Fonte: CNN BRASIL (2024).

Outro veículo que sofreu adaptação ao Tipo 2 para aplicação no Brasil foi o RAV4 PHEV (Toyota), conforme ilustrado na Figura 7.

Figura 7 - RAV4 PHEV com plugue Tipo 2 adaptado ao Brasil



Fonte: TERRA (2024).

#### 2.3.3.2 Tipo 2 (IEC 62196-2) ou Mennekes (Plugue CA)

Também chamado de *Mennekes* (nome da empresa alemã que desenvolveu esse modelo), o plugue Tipo 2 (padrão Europeu) é o mais utilizado no Brasil e permite o carregamento monofásico ou trifásico. Para o carregamento monofásico: tensão de alimentação de até 250 V, com correntes de 13 A ou 20 A ou 32 A ou 63 A ou 70 A; já para o trifásico: tensão de alimentação até 480 V, com correntes de 13 A ou 20 A ou 32 A ou 63 A. Este conector é semelhante ao Tipo 1, adicionando apenas mais dois pinos responsáveis pelas duas fases adicionais, para o carregamento trifásico.

Com a adição de mais duas fases, esse plugue permite uma maior transferência de potência do que o Tipo 1, permitindo recargas rápidas de até 22 kW e seu uso foi amplamente difundido no país, apesar de não haver ainda uma padronização de plugues. Veículos PHEV, comercializados no Brasil, que possuem uma menor autonomia, costumam utilizar o Tipo 2 com apenas uma fase, não contendo os pinos L2 e L3.

Os veículos BEV, em contrapartida, são capazes de extrair a máxima potência fornecida por esse plugue, comumente fazendo o uso também dos pinos L2 e L3 e, muitas vezes, combinando esse padrão no modelo *Combined Charging System 2* (CCS 2), que será apresentado no tópico 2.3.3.5, para recargas mais rápidas em corrente contínua. O plugue Tipo 2 é ilustrado na Figura 8.

Figura 8 - Plugue Tipo 2 (Mennekes) com a demonstração dos pinos



Fonte: BESEN (2025).

Veículos das marcas BYD, AUDI, BMW e Renault, são os que mais utilizam esse modelo de plugue (Tipo 2 – *Mennekes*), Figura 9.

Figura 9 - BYD Dolphin com utilização do Tipo 2



Fonte: TERRA (2024).

Outro veículo que utiliza o Tipo 2 – *Mennekes* é o AUDI Q6-E-Tron, Figura 10.

Figura 10 - AUDI Q6-E-Tron com utilização do Tipo 2



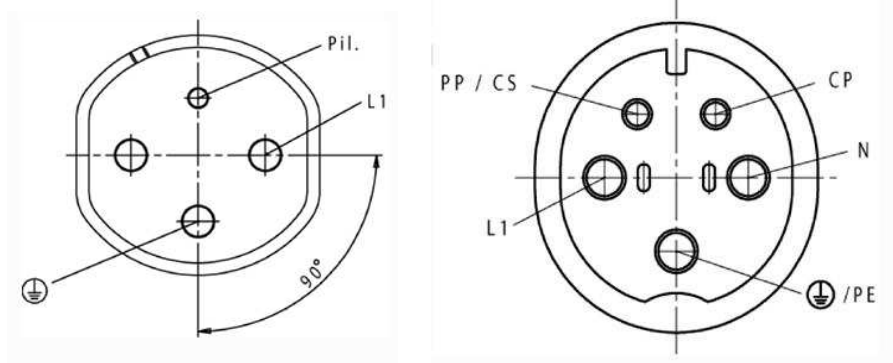
Fonte: AUDI (2024).

### 2.3.3.3 Tipo 3 (IEC 62196-2) ou Scame (Plugue CA)

O plugue *Scame*, ou Tipo 3, assim como o *Mennekes*, teve a origem do seu nome a partir do próprio fabricante, e é o mais obsoleto dentre os tipos de plugues existentes. Ele é mais utilizado em alguns países da Europa, como a França. Existem dois tipos de plugues Tipo 3, o monofásico e o trifásico: tensão de até 250 V e correntes de 16 A ou 32 A, para o modelo monofásico, e tensão de até 480 V e correntes de 32 A ou 63 A, para o modelo trifásico.

O plugue monofásico contém 4 pinos: L1 – Fase, N – Neutro, PE – Condutor de Proteção e CP – Contato-Piloto; ou 5 pinos, de acordo com a folha de padronização III-b (IEC 62196-2), que adiciona o pino PP – Contato de proximidade, conforme ilustrado na Figura 11.

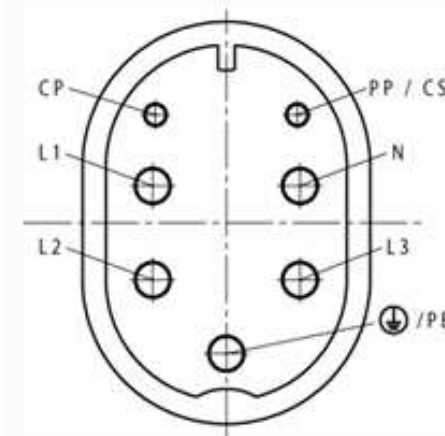
Figura 11 – Plugues monofásicos Tipo 3 com 4 pinos e 5 pinos



Fonte: IEC 62196-2 (2021).

O plugue trifásico, no entanto, contém 7 pinos, havendo um acréscimo das duas fases ao modelo de 5 pinos, conforme Figura 12.

Figura 12 – Plugue trifásico com 7 pinos

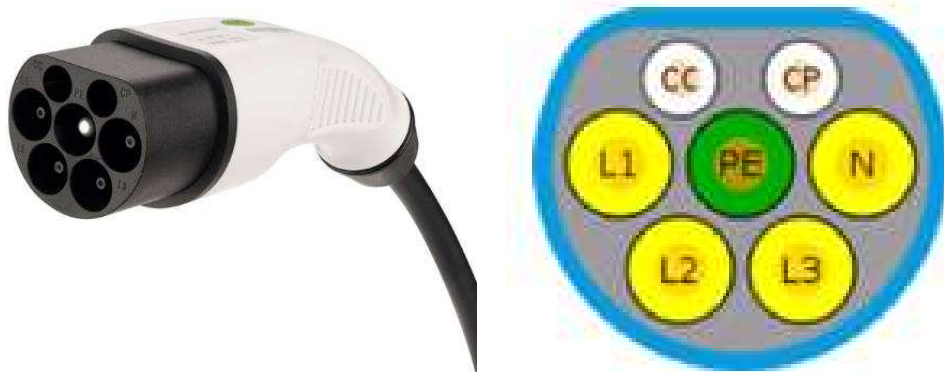


Fonte: IEC 62196-2 (2021).

### 2.3.3.4 GB/T 20234.3 (Plugue CA ou CC)

O plugue GB/T 20234.3 que possui duas variantes (uma em CA e outra em CC), introduz os plugues de rápido carregamento. Esse modelo é semelhante ao Tipo 2 na variante de corrente alternada, havendo diferença apenas na ordem dos pinos das fases que começam da esquerda para a direita, terminando no neutro, e na ordem do contato de proximidade e contato-piloto, conforme ilustrado na Figura 13.

Figura 13 - Plugue GB/T AC



Fonte: NEOCHARGE (2025).

Já para o modelo de corrente contínua (configuração BB - IEC 62196-3), de rápido carregamento, tem-se um padrão diferente de pinos sendo composto por 5 pinos de alimentação: dois pinos CC para carregamento da bateria principal, dois pinos para a bateria auxiliar e um condutor de proteção; e 4 pinos de sinalização: dois PP e dois CP. O plugue GB/T CC, pode ser visualizado na Figura 14.

Figura 14 - Plugue GB/T CC



Fonte: NEOCHARGE (2025).

O GB/T é um modelo chinês bastante utilizado em marcas como BYD e JAC. Essas empresas, para alcançar outros mercados fora o chinês, costumam fabricar seus veículos com o padrão Tipo 2.

#### 2.3.3.5 CCS – Combined Charging System 1 e 2 (CA e CC)

Com a combinação de carregamento CA e CC, por meio dos CCS, foi possível unificar a os padrões de plugues Tipos 1 e 2 a uma velocidade de recarga maior que a oferecida anteriormente em corrente alternada, por meio da adição de pinos para condução de corrente contínua. Através da recarga em CC é possível carregar diretamente as baterias, reduzindo assim, um tempo considerável. O padrão CCS foi implementado ao Tipo 1 (SAE J1772) e ao Tipo 2 (*Mennekes*), sendo respectivamente chamados de CCS1 (configuração EE - IEC 62196-3) e CCS2 (configuração FF - IEC 62196-3).

O modelo CCS2 é o mais encontrado nos eletropostos de rápido carregamento brasileiros, presente, por exemplo, na Eletrovia BR-277, que cruza o estado do Paraná, e é o mais compatível com a variedade de veículos comercializados nacionalmente. A potência de carga desse modelo pode chegar aos 350 kW. Na Figura 15 é ilustrado o Plugue CCS1.

Figura 15 - Plugue CCS1



Fonte: AMPHENOL FCI (2025).

O Plugue CCS2 é apresentado na Figura 16.

Figura 16 - Plugue CCS2



Fonte: AMPHENOL FCI (2025).

A Figura 17 mostra uma estação de recarga Shell, com dois canais de abastecimento CCS2, com potência de 50 KW cada, localizada na cidade do Rio de Janeiro.

Figura 17 - Estação de recarga Shell



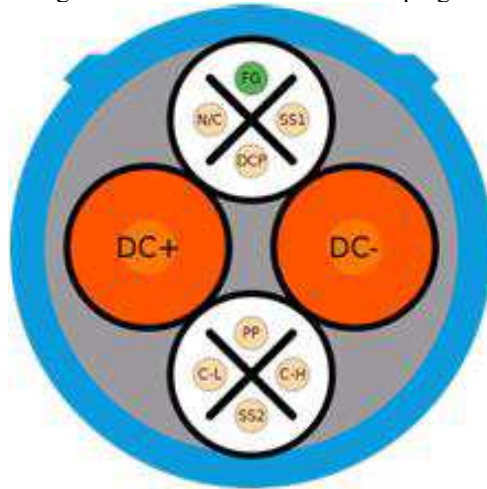
Fonte: YOUTUBE (2024).

#### 2.3.3.6 CHAdeMO – Charge deMove (CC)

Desenvolvido no Japão, também pode ser encontrado em algumas estações de recarga rápida no Brasil, apesar do padrão CCS2 ser mais comum. Com 10 pinos, o plugue CHAdeMO permite uma alta velocidade de carregamento podendo suportar potências

superiores a 400 kW, além de possuir capacidade bidirecional (enviar energia para a rede). É o padrão mais comum para veículos de marcas japonesas, como Nissan e Kia, e possui 6 pinos só para a função de comunicação. É a configuração AA das pranchas da IEC 62196-3, conforme ilustrado na Figura 18.

Figura 18 - Padrão CHAdeMO de plugue



Fonte: IEC 62196-2 (2021).

### 2.3.3.7 Tesla ou NACS - North American Charging Standard (CA e CC)

Possuindo o próprio padrão de plugue, a Tesla permite o carregamento tanto em AC quanto em DC do veículo através do seu conector que possui o mesmo nome da empresa. Esse modelo possui dois pinos de comunicação/sinalização e três pinos de alimentação, e suporta até 350 kW de potência (BANDEIRA, 2024, p.32). O plugue Tesla é mostrado na Figura 19.

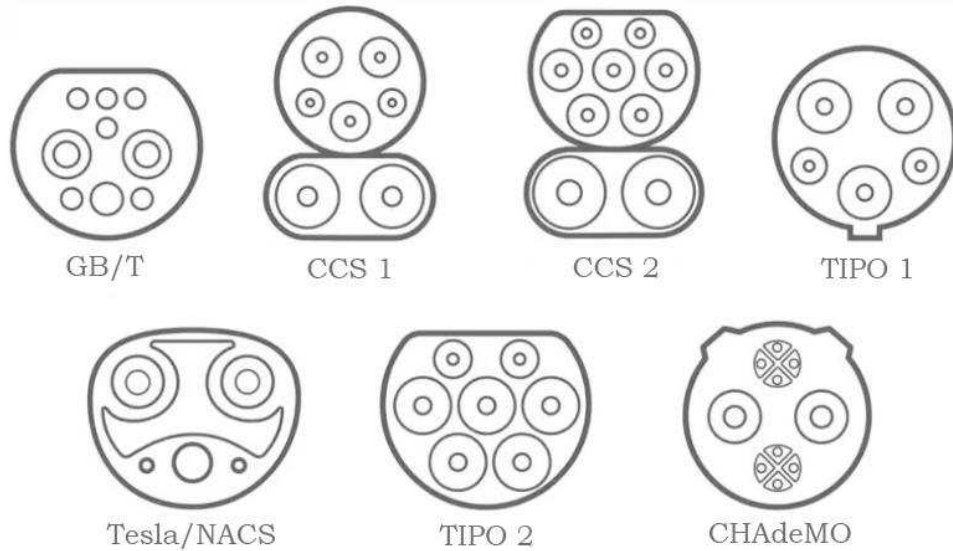
Figura 19 - Plugue Tesla ou NACS



Fonte: ELECTRIVE (2024).

Após a apresentação dos diferentes tipos de plugues, a Figura 20 ilustra os principais modelos mencionados, permitindo uma comparação geral entre eles.

Figura 20 - Comparativo visual entre os modelos de plugues



Fonte: adaptado de KELLEY BLUE BOOK (2022).

## 2.4 MODOS DE CARREGAMENTO

Após a apresentação dos tipos de plugues, este capítulo dará início à introdução dos modos de recarga de veículos elétricos. Os modos de recarga são classificados em quatro categorias, cada uma com características específicas.

### 2.4.1 Modo 1 (Corrente Alternada)

No modo 1, o VE é conectado a uma tomada normalizada de uma rede elétrica por meio de um cabo e um plugue que não são equipados com o contato-piloto ou contato auxiliar adicional, apenas deve haver um condutor de aterramento fornecido pelo sistema de alimentação. Nesse modo, os valores de tensão e corrente não podem ultrapassar os 250 V e 16 A, monofásico, e 480 V e 16 A, trifásico, Figura 21.

Figura 21 - Modo 1 - Não recomendado



Fonte: adaptado de BEAMA (2022).

O modo 1 não possui um IC-CPD (*In-Cable Control and Protective Device*), para comunicação e segurança e não é indicado, pois ele não garante a proteção residual em todas as saídas, não protegendo 100% contra choques elétricos (BEAMA, 2022, p.12). É importante mencionar que o Modo 1 é proibido nos Estados Unidos, Israel e Reino Unido.

A Figura 22 mostra o IC-CPD que garante as principais funções obrigatórias de proteção e comunicação, que serão apresentadas no tópico 3.1.2.3.1.

Figura 22 - *In-Cable Control and Protective Device* não presente no modo 1

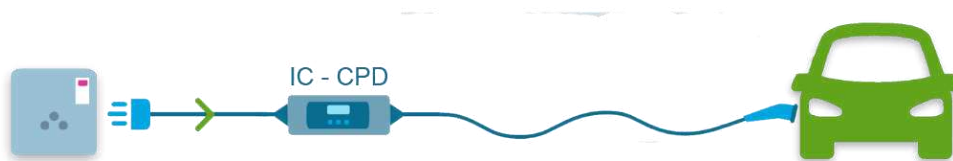
Fonte: ALEGRO (2024).

#### 2.4.2 Modo 2 (Corrente Alternada)

No modo 2 de carregamento, o veículo elétrico é conectado a uma tomada normalizada da rede elétrica por meio de um cabo com plugue que incorpora a função piloto de comando e um sistema de proteção contra choques elétricos. Esse sistema é integrado ao IC-CPD (dispositivo de controle incorporado ao cabo), mencionado anteriormente, além de

fornecer o condutor de aterramento pelo sistema de alimentação. Nesse modo, os valores de corrente e tensão não podem ultrapassar 32 A e 250 V, em sistemas monofásicos, ou 32 A e 480 V, em sistemas trifásicos. É essencial observar os limites de corrente suportados pela tomada da rede elétrica, ajustando o valor da corrente elétrica no IC-CPD, para evitar exceder o limite permitido, Figura 23.

Figura 23 - Modo 2 com o uso do IC-CPD



Fonte: adaptado de BEAMA (2022).

Os carregadores de modo 2, também conhecidos como carregadores portáteis, são especialmente úteis em locais que não possuem estações dedicadas de carregamento, funcionando como uma solução complementar para veículos compatíveis (BEAMA, 2022, p.13). Um exemplo é o WEMOB EASY da WEG, Figura 24, que conta com todas as proteções integradas, permite ajuste de corrente de 6 A a 20 A por fase e oferece potência máxima de até 4,8 kW, conforme especificado no Anexo A.

Figura 24- Carregador WEMOB EASY com IC-CPD



Fonte: ELÉTRICA LUZ (2025).

### 2.4.3 Modo 3 (Corrente Alternada)

Esse modo permite a conexão do veículo a um sistema de alimentação conectado permanentemente à rede elétrica, com função-piloto de comando e condutor de aterramento que vai da alimentação até o VE. Ao contrário dos modos 1 e 2, que são especificados quanto aos limites de tensão e corrente pela IEC 61851-1, para o modo 3, a norma não detalha a respeito dessas informações. Esse modo geralmente suporta correntes de até 70 A e 250 V, para monofásico, e 63 A e 480 V, para trifásico (LISTON, 2024, p.14), chegando a potências de até 50 kW e a um carregamento mais rápido que os modos 1 e 2, Figura 25 (BEAMA, 2022, p.14).

Figura 25 - Ilustração do modo 3 de recarga



Fonte: adaptado de BEAMA (2022).

O modo 3 tem aplicação residencial, comercial, em estacionamentos e é o modo mais benéfico para carregamento de BEV na própria residência, bastando apenas ao consumidor se atentar quanto aos limites definidos pelo carregador de bordo (OBC- *On-Board Charger*), quanto à velocidade máxima de carregamento. Para exemplificar, se o OBC de um veículo só permite 7,4 kW de potência, mesmo que o carregador seja capaz de fornecer 50 kW, o veículo só utilizará os 7,4 kW permitidos pelo carregador de bordo. Os modelos mais comuns de carregadores desse modo são os chamados *Wallbox* ou carregadores de parede, que podem ser fixados em um pedestal ou na parede, como o próprio nome sugere.

O *WEMOB WALL* da WEG é um exemplo de carregador em modo 03, ideal para residências e estacionamentos, podendo também ser utilizado ao tempo devido à sua proteção IP65 e contém conector Tipo 1, Tipo 2 ou NACS à preferência do consumidor, permitindo assim uma potência máxima de até 12 kW. O carregador pode ser visualizado na Figura 26 e suas especificações técnicas estão contidas no Anexo B.

Figura 26 - Carregador WEMOB WALL – Wallbox



Fonte: ELÉTRICA LUZ (2025).

#### ***2.4.4 Modo 4 (Corrente Alternada ou Corrente Contínua)***

O modo 4 permite a conexão do VE a uma rede de alimentação em corrente alternada ou em corrente contínua, podendo ser conectado permanentemente à rede elétrica ou ser conectado através de um cabo e um plugue conforme a NBR IEC 61851-1. Assim como os modos 2 e 3, nesse modo o sistema de alimentação deve fornecer um condutor de aterramento de proteção/conductor de proteção no caso de tomada móvel e deve ser equipado com uma função-piloto de comando, que vai do sistema de alimentação até o VE. A NBR IEC 61851-23 aprofunda em detalhes requisitos para esse modo.

É importante destacar que, através da recarga em CC, a potência não é limitada pelo OBC do veículo, pois a bateria é diretamente alimentada sem necessitar de retificação da corrente alternada, levando, assim, o procedimento de carregamento a altas velocidades, podendo ocorrer em questão de minutos, a depender do modelo de VE a ser abastecido.

A forma mais comum do modo 4 são as estações de recarga rápida em CC, presentes em algumas rodovias brasileiras, onde a potência mais usual está em torno de 50 kW. Apesar desse modo permitir potências além dos 100 kW, é importante ressaltar que quanto maior a potência do eletroposto, maior e mais robusta deve ser a infraestrutura da rede elétrica local, necessitando, a depender do caso, da implementação de subestações em Média Tensão, com todos os equipamentos de proteção requeridos na NBR 14039, elevando bastante o custo.

Os conectores comumente utilizados, atualmente, para a recarga no modo 4 são o CCS2, o CHAdeMO e o NACS, que permitem altas velocidades em carregamento CC. O modo 4 de recarga é ilustrado na Figura 27.

Figura 27 - Ilustração do Modo 4 de recarga



Fonte: adaptado de BEAMA (2022).

A WEG também oferece modelos do modo 4 de carregamento, chamados de *WEMOB STATION*, que vão desde 30 kW até 240 kW, com um ou dois conectores fixos, podendo ser escolhido qual padrão de plugue utilizar, Figura 28. As especificações técnicas dessas estações são apresentadas nos Anexos C e D.

Figura 28 - Modelos WEG de estações de recarga do modo 4



Fonte: WEG (2024).

### 3 CRITÉRIOS GERAIS E ESPECÍFICOS

Embasado nas normas apresentadas no capítulo anterior, este capítulo apresenta os critérios gerais e específicos para projetos de estações de recarga veicular, destacando os principais requisitos de segurança, critérios de conexão à concessionária, condições de serviço, medidas de proteção contra incêndio, acessibilidade e abrangendo os modos de recarga mais utilizados, em áreas abertas e fechadas, destacando suas peculiaridades e cuidados especiais. O primeiro passo consiste na classificação do tipo de instalação a ser realizada, seja residencial, comercial, em estacionamentos ou em rodovias.

Inicialmente, são abordadas as instalações residenciais, começando pelos critérios gerais e, em seguida, pelos específicos, contemplando tanto áreas abertas quanto fechadas. Serão descritas as particularidades relacionadas a estações abrigadas ou expostas às condições climáticas. Após essa etapa, o mesmo formato será aplicado às estações de maior porte, abrangendo instalações em estacionamentos, como em *shoppings*, postos de gasolina, supermercados, edifícios comerciais e residenciais, sendo então discutidas as instalações em espaços semipúblicos, geralmente destinadas a recargas mais rápidas.

Por fim, será apresentado um fluxograma de projeto que sintetiza todos os principais critérios descritos neste capítulo, facilitando o entendimento e a aplicação prática das orientações.

#### 3.1 INSTALAÇÕES RESIDENCIAIS

Este tópico é destinado ao sistema de alimentação para VE (SAVE) em residências, para carregamento do veículo.

##### *3.1.1 Critérios gerais para instalações residenciais*

Nos próximos subtópicos são abordados os principais critérios gerais levados em consideração para instalações em residências como: a quantidade de veículos que se deseja atender, o modo de recarga a ser adotado, a marca e o modelo dos veículos a serem abastecidos pelo sistema, bem como a quantidade de veículos que irão utilizar simultaneamente a estação de recarga.

### 3.1.1.1 Escolha do Modo de carregamento com base no modelo de veículo adotado

Para instalações residenciais, um dos primeiros passos a ser definido se trata do tempo de uso e as distâncias percorridas pelos utilizadores dos VEs a serem abastecidos. O perfil do cliente é diretamente ligado ao modelo do veículo que utilizará a estação de recarga e ao modo de recarga a ser implementado. Não será considerado o modo 1 de carregamento devido à baixa segurança que este tipo prevê e à sua proibição em alguns países, como mencionado no tópico 2.4.1. Esse não utiliza o IC-CPD para monitoramento e proteção, não garante a proteção diferencial contra choques elétricos e não é equipado com o contato-piloto. Se tratando de uma residência, também não será considerado o modo 4 de carregamento, devido a, na maioria dos casos de casas comuns, falta de infraestrutura elétrica para usufruir deste tipo de recarga. Sendo assim, considerando o padrão típico das instalações elétricas residenciais, regido pelos critérios normativos da NBR 5410:2004, os modos 2 e 3 são os mais recomendados para os consumidores do grupo B (atendimento elétrico em baixa tensão), do tipo familiar. Com base em especificações técnicas de algumas distribuidoras de eletricidade (como a Enel-CE), a carga instalada de consumidores do grupo B pode variar entre 4 kW e 16 kW, fornecimento monofásico, e 19 kW e 100 kW, fornecimento trifásico. Ou seja, os modos 2 (cuja capacidade nominal comercial é em torno de 3 kW e 7 kW) e 3 (cuja capacidade nominal comercial é em torno de 7 kW e 30 kW), podem ser considerados como categorias de carregamento adequadas para este tipo de consumidor, mediante as suas faixas de carga instalada e padrão de fornecimento usuais.

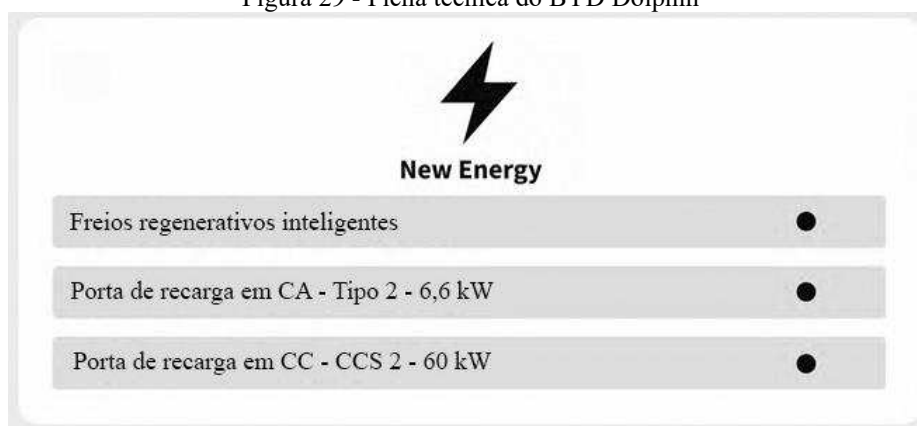
Com o modelo de VE definido, a escolha do modo de recarga a ser utilizado se torna mais simples. Veículos PHEV, como o BYD Song PRO GL, com 12,9 kWh de capacidade da bateria, e o TOYOTA RAV4, com 18,1 kWh de capacidade da bateria, possuem um armazenamento energético bastante reduzido se comparado aos modelos BEV, que são capazes de armazenar em torno de 45 kWh para os veículos de entrada ou menor porte, como o BYD Dolphin, e até cerca de 95 kWh para os modelos SUV, como o Audi Q6 E-tron.

Dessa forma, para veículos PHEV, pode-se adotar o modo 2 sem haver tantos prejuízos na rapidez de recarga devido à capacidade da bateria, sabendo-se que conforme mencionado no capítulo anterior, este modo possui uma potência de até 4,8 kW, sendo capaz de recarregar esse tipo de veículos num intervalo entre 3 a 5 horas, aproximadamente. Importante destacar que, ao utilizar o modo 3, baseando-se no modelo *WEMOB Wall* da WEG,

que possui potências de até 12 kW, para esse mesmo modelo de veículo (PHEV), o tempo pode cair para 2 a 3 horas, proporcionando uma recarga mais rápida.

Outra característica a ser considerada nos modelos de VEs é quanto à potência máxima suportada pelo OBC que, na maioria dos veículos, tanto PHEV quanto BEV, se encontra na faixa dos 6,6 kW (Dolphin, RAV4, Song PRO GL), não aproveitando 100% da potência que o modo 3 pode oferecer. O detalhe da ficha técnica é ilustrado na Figura 29.

Figura 29 - Ficha técnica do BYD Dolphin



Fonte: adaptado de BYD (2023).

É de extrema importância atentar-se à ficha técnica do automóvel, pois modelos, como o Nissan Leaf, possuem uma capacidade de recarga reduzida pelo OBC, limitando-se a 3,6 kW, que já utiliza por completo o modo 2, não havendo necessidade de instalação no modo 3, conforme Quadro 3.

Quadro 3 - Ficha técnica do Nissan Leaf

| <b>Destino</b>                    |                        |
|-----------------------------------|------------------------|
| Porta de recarga                  | Tipo 2                 |
| Localização da porta              | Parte da frente - Meio |
| Potência de carregamento          | 3,6 kW CA              |
| <b>Recarga rápida</b>             |                        |
| Porta de recarga                  | CHAdeMO                |
| Localização da porta              | Parte da frente - Meio |
| Potência de carregamento (Máxima) | 46 kW CC               |
| Potência de carregamento (10-80%) | 40 kW CC               |

Fonte: ELECTRIC VEHICLE DATABASE (2022).

Já o Fiat 500e Hatchback que possui um OBC, que permite carregamentos de até 11 kW, utiliza o modelo Wall da WEG quase em sua máxima potência (12 kW), sendo muito mais rápida a recarga pelo modo 3. O detalhe da sua ficha pode ser visualizado no Quadro 4.

Quadro 4 - Ficha técnica do Fiat 500e Hatchback

| <b>Destino</b>                    |                         |
|-----------------------------------|-------------------------|
| Porta de recarga                  | Tipo 2                  |
| Localização da porta              | Lado direito - Traseira |
| Potência de carregamento          | 11 kW CA                |
| <b>Recarga rápida</b>             |                         |
| Porta de recarga                  | CCS 2                   |
| Localização da porta              | Lado direito - Traseira |
| Potência de carregamento (Máxima) | 85 kW CC                |
| Potência de carregamento (10-80%) | 67 kW CC                |

Fonte: ELECTRIC VEHICLE DATABASE (2020).

### 3.1.1.2 Escolha do tipo de plugue fornecido pela estação e da quantidade de veículos a ser atendida

O tipo de plugue utilizado pelo VE também deve ser considerado na aquisição do modelo de estação a ser instalado, independentemente do modo a ser escolhido. A maioria dos veículos comercializados no Brasil utiliza o Tipo 2, para carregamento em corrente alternada e CCS 2, ou CHAdeMO, para recargas rápidas em corrente contínua. Como a estação a ser projetada é uma estação residencial, que utiliza padrões em CA, basta atentar-se quanto ao plugue utilizado pelo veículo, que na maioria dos carros é o Tipo 2 ou *Mennekes*, havendo poucos VEs que utilizam o Tipo 1 ou o GB/T. Alguns modelos de *WEMOB Wall* também oferecem conectores Tipo 1, mas o padrão é o Tipo 2.

Definido o tipo do plugue, vale destacar que alguns modelos *WEMOB Parking* oferecem 2 conectores para carregamento simultâneo de até dois veículos, observando-se, assim, quanto à demanda de carregamento e à quantidade de veículos que irão usufruir da estação de recarga. É necessário atentar-se quanto à potência dessas estações *Parking*, que podem entregar até 23 kW em cada conector, e se a rede é capaz de suportar essa nova carga, sendo em alguns casos, mais interessante a implementação de duas estações do tipo *Wall*, ou de uma estação do tipo *Wall* mais outra opção de recarga no modo 2, visto que, atualmente,

nem todos os veículos comercializados são BEV, possuindo uma bateria reduzida que pode ser completamente atendida por recargas no modo 2. Como será apresentado mais à frente, estações do modo 2 são mais baratas que as do tipo *Wall*, que são mais baratas que as do modelo *Parking*.

### ***3.1.2 Critérios específicos para instalações residenciais***

Determinados os principais critérios gerais para as instalações residenciais, serão apresentados os critérios específicos para que o dimensionamento e segurança das estações sejam adequados.

#### ***3.1.2.1 Ligação com a concessionária***

Dentre os critérios específicos, é necessário atentar-se às regras para ligação com a concessionária local, conforme estabelecido na Resolução Normativa ANEEL nº 1000/2021, que, em seu Capítulo V, trata das instalações de recarga de veículos elétricos. De acordo com essa resolução, a comunicação à concessionária de energia é obrigatória em três casos específicos: quando houver conexão nova, quando houver aumento ou redução de carga e quando houver alteração do nível de tensão (BRASIL, 2021). Além disso, havendo necessidade de comunicação à distribuidora, faz-se necessário o envio de documentos específicos, conforme estabelecido pela Enel em sua Especificação Técnica ET nº 280 – CNC-OMBR-MAT-19-0280, que detalha os procedimentos e requisitos exigidos (ENEL, 2023):

- a) O interessado deve comunicar sua solicitação no momento do pedido de conexão, ou durante a análise do projeto, preenchendo o formulário correspondente (anexado na especificação técnica) com os dados da estação de recarga;
- b) As estações de recarga precisam ser especificadas na listagem de cargas;
- c) Deve-se apresentar um documento atualizado que comprove a posse ou propriedade do imóvel onde estão localizadas as instalações, conforme os requisitos estabelecidos no Artigo 14 da Resolução Normativa ANEEL nº 1000/2021 (BRASIL, 2021);
- d) É necessário fornecer a documentação que ateste a responsabilidade técnica do profissional habilitado, em conformidade com a legislação vigente;

- e) Deve ser incluído um croqui, indicando com precisão o local da instalação e o ponto de conexão;
- f) Quando aplicável, devem ser apresentadas as autorizações e licenças ambientais exigidas;
- g) Informações e documentos referentes à instalação devem ser disponibilizados sempre que esta não for exclusivamente destinada à recarga de veículos.

É importante, ainda, definir, o que é considerado local privado, local público e local semipúblico, devido às particularidades para cada tipo de conexão (ENEL, 2023):

- a) Local privado: refere-se a uma estação de recarga instalada em uma propriedade particular, sendo de uso exclusivo do proprietário ou de pessoas autorizadas por ele, como em uma residência.
- b) Local público: diz respeito a uma estação de recarga situada em áreas de acesso livre, como vias públicas, podendo ser instalada em calçadas ou no meio-fio, disponível para qualquer usuário.
- c) Local semipúblico: trata-se de uma estação de recarga localizada em uma propriedade privada, porém acessível ao público, com restrições de entrada determinadas pelo proprietário. Exemplos incluem supermercados, *shoppings* e postos de combustível.

Portanto, uma residência é considerada um local privado de conexão individual e onde a estação de recarga deve ser conectada na própria unidade consumidora, não sendo disponibilizado ponto de medição adicional exclusivo para ela, para o caso de ligação em Baixa Tensão (BT), que é o mais comum em instalações residenciais, visto que a potência instalada na unidade consumidora é relativamente baixa se comparada a outros cenários, que serão vistos adiante. Outras condições de atendimento são apresentadas na Figura 30 da respectiva Especificação Técnica da Enel, e que não serão abordadas neste trabalho, pois são casos mais específicos. Deve-se observar apenas se o ponto de conexão possui micro ou minigeração pois, é vedada a injeção de energia elétrica na rede de distribuição a partir dos veículos elétricos e a participação no sistema de micro e minigeração distribuída (BRASIL, 2021).

Figura 30 - Condições de atendimento

| Tipo de Conexão Estação de Recarga                           | Estação/Ponto de recarga          | Grupo B - Baixa tensão  | Grupo A - Média Tensão   |
|--|-----------------------------------|---|--|
| Conexão Individual   | Local Privado                     | Conectada na própria unidade consumidora. Não será disponibilizado ponto de medição adicional exclusivo para a estação de recarga.                                | Conectada na própria unidade consumidora. Não será disponibilizada entrada adicional em baixa tensão para ligação da estação de recarga. <b>(6)</b>  |
|  | Local semipúblico (1)             | Conectada na própria unidade consumidora <b>(8)</b>   | Conectada na área comum (administração) ou em unidade consumidora adicional exclusiva (Padrão multimedição) para a estação de recarga ou uso de terceiros <b>(6)</b>   |
|  | Local via pública (2)             | Toda estação de recarga ligada em via pública deverá contar com dispositivo de medição <b>(7)</b>   | -  |
| Conexão Coletiva   | Local Privado                     | Conectada na área comum (condomínio/administração) do empreendimento, podendo esta ser de uso de terceiros (ex. estacionamento) <b>(3)</b>                        | Conectada na área comum (administração/condomínio) do empreendimento ou na respectiva unidade consumidora do responsável pela estação de recarga, podendo esta ser de uso de terceiros (ex. estacionamento) <b>(4)</b> |
|  | Uso Exclusivo Unidade Consumidora | Unidade consumidora do responsável pela estação de recarga.   | Excepcionalmente a distribuidora poderá fornecer um ponto de entrega em baixa tensão para ligação exclusiva da estação de recarga.   |
|  | Local Semipúblico (1)             | Conectada na área comum (administração) ou em unidade consumidora adicional exclusiva para a estação de recarga ou uso de terceiros <b>(3) (9)</b>                | Conectada na área comum (administração) ou em unidade consumidora adicional exclusiva para a estação de recarga ou uso de terceiros <b>(4)</b>   |
| Ponto de Conexão com Microgeração ou minigeração (Existente) | Local Privado                     | <b>Individual</b> - Conectada na própria unidade consumidora. Não será disponibilizado ponto de medição adicional exclusivo para a estação de recarga. <b>(5)</b> | Conectada na própria unidade consumidora. <b>(5)</b>   |
|  | Local Semipúblico (1)             | <b>Coletiva</b> - Conforme disposto Nota <b>(3) e (5)</b>   | Conectada na área comum (administração) ou em unidade consumidora adicional exclusiva (Padrão multimedição) para a estação de recarga ou uso de terceiros <b>(5)</b>   |

Fonte: ENEL (2023).

Assim, conforme a Especificação Técnica ET nº 124, que apresenta as condições de fornecimento de energia elétrica em tensão secundária de distribuição, representadas pelas Figuras 31 e 32, a unidade consumidora pode ser conectada em baixa tensão (BT) até o limite de potência de 75 kW, em rede aérea, e 100 kW, em rede subterrânea de distribuição (ENEL,

2019). Caso a demanda ultrapasse esses valores, a unidade deve ser conectada obrigatoriamente a uma rede em tensão primária de distribuição.

Figura 31 - Dimensionamento da Entrada, Pontaete, Poste Auxiliar e Disjuntor (Rede Aérea de Distribuição)

| Unidades Consumidoras Conectadas à Rede Aérea de Distribuição |                      |  |   |  |  |                              |  |      |   |   |  |     |
|---|----------------------|--|---|--|--|------------------------------|--|------|---|---|--|-----|
| Tipo de Fornecimento  | Carga Instalada (kW) | Corrente máxima do Disjuntor de Proteção (A) <sup>Nota 3</sup> | Potência Disponibilizada pela Enel Distribuição Ceará (kVA) | Seção mínima do condutor de saída do medidor para unidade consumidora (mm <sup>2</sup> ) <sup>Nota 4</sup> | Seção do Ramal de Ligação (mm <sup>2</sup> ) |                              | Eletroduto de PVC Rígido do Ramal de Entrada <sup>Nota 6</sup> |      | Condutor Mínimo de Aterramento (mm <sup>2</sup> ) <sup>Nota 7</sup> | Diâmetro do Pontaete de Aço Zincado (Pol) | Esforço Mínimo do Poste Auxiliar (daN) |     |
|   |                      |  |   |  | Concêntrico                                  |                              | (Pol)  | (mm) |   |   |  |     |
|   |                      |  |   |  | Cobre  | Alumínio <sup>Nota 5</sup>   |  |      |   |   |  |     |
| Monofásica  | até 4,0              | 16   | 3,52  | 2,5  | 4 ou 6 <sup>Nota 1</sup>                     | 6 ou 10 <sup>Nota 1</sup>    | 1/2  | 20   | 4 ou 6 <sup>Nota 1</sup>  | 3/4                                       | 75                                     |     |
|   | 4,10 a 5,0           | 20   | 4,40  | 2,5  | 4 ou 6 <sup>Nota 1</sup>                     | 6 ou 10 <sup>Nota 1</sup>    | 1/2  | 20   | 4 ou 6 <sup>Nota 1</sup>  | 3/4                                       | 75                                     |     |
|   | 5,10 a 6,25          | 25   | 5,50  | 4  | 4 ou 6 <sup>Nota 1</sup>                     | 6 ou 10 <sup>Nota 1</sup>    | 1/2  | 20   | 4 ou 6 <sup>Nota 1</sup>  | 3/4                                       | 75                                     |     |
|   | 6,26 a 8,0           | 32   | 7,04  | 4  | 6 ou 10 <sup>Nota 1</sup>                    | 10 ou 16 <sup>Nota 1,2</sup> | 1/2  | 20   | 6 ou 10 <sup>Nota 1</sup>   | 3/4                                       | 75                                     |     |
|   | 8,1 a 10,0           | 40   | 8,80  | 6  | 6 ou 10 <sup>Nota 1</sup>                    | 10 ou 16 <sup>Nota 1,2</sup> | 1/2  | 20   | 6 ou 10 <sup>Nota 1</sup>   | 3/4                                       | 75                                     |     |
| Bifásica  | Maior que 10         | 20   | 8,80  | 4  | 4 ou 6 <sup>Nota 1</sup>                     | 6 ou 10 <sup>Nota 1</sup>    | 1  | 32   | 4 ou 6 <sup>Nota 1</sup>  | 1   | 75                                     |     |
|   | 10,10 a 12,50        | 25   | 11,00   | 4  | 4 ou 6 <sup>Nota 1</sup>                     | 6 ou 10 <sup>Nota 1</sup>    | 1  | 32   | 4 ou 6 <sup>Nota 1</sup>  | 2   | 75                                     |     |
|   | 12,51 a 16,0         | 32   | 14,08   | 4  | 6 ou 10 <sup>Nota 1</sup>                    | 10 ou 16 <sup>Nota 1,2</sup> | 1  | 32   | 6 ou 10 <sup>Nota 1</sup>   | 2   | 75                                     |     |
|   | 16,10 a 20,0         | 40   | 17,60   | 6  | 6 ou 10 <sup>Nota 1</sup>                    | 10 ou 16 <sup>Nota 1,2</sup> | 1  | 32   | 6 ou 10 <sup>Nota 1</sup>   | 2   | 75                                     |     |
| Trifásica   | Maior que 19         | 25   | 16,45   | 4  | 4 ou 6 <sup>Nota 1</sup>                     | 6 ou 10 <sup>Nota 1</sup>    | 2  | 60   | 4 ou 6 <sup>Nota 1</sup>  | -   | 75                                     |     |
|   | 19,10 a 24,0         | 32   | 21,06   | 6  | 6 ou 10 <sup>Nota 1</sup>                    | 10 ou 16 <sup>Nota 1,2</sup> | 2  | 60   | 6 ou 10 <sup>Nota 1</sup>   | -   | 75                                     |     |
|   | 24,10 a 30,0         | 40   | 26,33   | 10   | 6 ou 10 <sup>Nota 1</sup>                    | 10 ou 16 <sup>Nota 1,2</sup> | 2  | 60   | 10  | -   | 75                                     |     |
|   | 30,10 a 37,0         | 50   | 32,91   | 10   | Multiplexado                                 |                              | 2  | 60   | 10  | -   | -                                      | 100 |
|   |                      |  |   |  | 16   | -                            |  |      |   |   |  |     |
|   |                      |  |   |  | 16   | -                            |  |      |   |   |  |     |
| 37,10 a 47,0  | 63                   | 41,46  | 16  | 16   | -  | 2                            | 60   | 16   | -   | Nota 8                                    |  |     |
| 47,10 a 60,0  | 80                   | 52,65  | 25  | 35   | -  | 2                            | 60   | 25   | -   | Nota 9                                    |  |     |
| 60,10 a 75,0  | 100                  | 65,82  | 35  | 35   | -  | 2                            | 60   | 25   | -   |   |  |     |

Fonte: ENEL (2019).

Figura 32 - Dimensionamento do Ramal de Ligação e da Proteção Geral (Rede Subterrânea de Distribuição)

| Unidades Consumidoras Conectadas à Rede Subterrânea de Distribuição |                      |  |   |  |  |        |                            |        |  |      |   |
|---|----------------------|--|---|--|--|--------|----------------------------|--------|--|------|---|
| Tipo de Fornecimento  | Carga Instalada (kW) | Corrente Máxima do Disjuntor de Proteção (A) <sup>Nota 1</sup> | Potência Disponibilizada pela Enel Distribuição Ceará (kVA) | Seção mínima do condutor de saída do medidor para unidade consumidora (mm <sup>2</sup> ) <sup>Nota 2</sup> | Seção do Ramal de Ligação (mm <sup>2</sup> ) <sup>Nota 3</sup> |        |                            |        | Diâmetro Nominal do Eletroduto do Ramal de Entrada |      | Condutor Mínimo de Aterramento (mm <sup>2</sup> ) <sup>Nota 5</sup> |
|   |                      |  |   |  | Cobre  |        | Alumínio <sup>Nota 4</sup> |        | (Pol)  | (mm) |   |
|   |                      |  |   |  | Fase   | Neutro | Fase                       | Neutro |  |      |   |
| Monofásica  | até 4,0              | 16   | 3,52  | 2,5  | 10   | 10     | 25                         | 25     | 1 1/2  | 50   | 10  |
|   | 4,10 a 5,0           | 20   | 4,40  | 2,5  | 10   | 10     | 25                         | 25     | 1 1/2  | 50   | 10  |
|   | 5,10 a 6,25          | 25   | 5,50  | 4  | 10   | 10     | 25                         | 25     | 1 1/2  | 50   | 10  |
|   | 6,26 a 8,0           | 32   | 7,04  | 4  | 10   | 10     | 25                         | 25     | 1 1/2  | 50   | 10  |
|   | 8,1 a 10,0           | 40   | 8,80  | 6  | 10   | 10     | 25                         | 25     | 1 1/2  | 50   | 10  |
|   | 10,10 a 12,50        | 50   | 11,00   | 10   | 16   | 16     | 25                         | 25     | 1 1/2  | 50   | 10  |
|   | 12,51 a 16,0         | 63   | 13,86   | 16   | 16   | 16     | 25                         | 25     | 1 1/2  | 50   | 10  |
| Bifásica  | Maior que 10         | 20   | 8,80  | 4  | 10   | 10     | 25                         | 25     | 1 1/2  | 50   | 10  |
|   | 10,10 a 12,50        | 25   | 11,00   | 4  | 16   | 16     | 25                         | 25     | 1 1/2  | 50   | 16  |
|   | 12,51 a 16,0         | 32   | 14,08   | 6  | 16   | 16     | 25                         | 25     | 1 1/2  | 50   | 16  |
|   | 16,10 a 20,0         | 40   | 17,60   | 6  | 16   | 16     | 25                         | 25     | 1 1/2  | 50   | 16  |
|   | 20,10 a 25,0         | 50   | 22,00   | 10   | 16   | 16     | 25                         | 25     | 1 1/2  | 50   | 16  |
| Trifásica   | 25,10 a 30,0         | 63   | 27,72   | 16   | 16   | 16     | 25                         | 25     | 2  | 60   | 16  |
|   | Maior que 19         | 25   | 16,45   | 4  | 16   | 16     | 25                         | 25     | 2  | 60   | 16  |
|   | 19,10 a 24,0         | 32   | 21,06   | 6  | 16   | 25     | 25                         | 25     | 2  | 60   | 16  |
|   | 24,10 a 30,0         | 40   | 26,33   | 10   | 16   | 25     | 25                         | 25     | 2  | 60   | 16  |
|   | 30,10 a 37,0         | 50   | 32,91   | 10   | 16   | 25     | 25                         | 25     | 2  | 60   | 16  |
|   | 37,10 a 47,0         | 63   | 41,46   | 16   | 16   | 25     | 25                         | 25     | 2  | 60   | 16  |
|   | 47,10 a 60,0         | 80   | 52,65   | 25   | 25   | 25     | 35                         | 35     | 2  | 60   | 25  |
|   | 60,10 a 75,0         | 100  | 65,82   | 35   | 35   | 25     | 50                         | 25     | 2  | 60   | 25  |
|   | 75,0 a 100           | 125  | 82,27   | 50   | 50   | 25     | 70                         | 50     | 2  | 60   | 25  |

Fonte: ENEL (2019).

Como a grande maioria das residências não necessita de conexão direta a uma rede de MT, é importante apenas destacar que é necessário um Pedido de Liberação de Carga (PLC), para as condições abaixo, devendo a Área Técnica responsável da distribuidora comunicar o resultado da avaliação para a Área Comercial, da referida distribuidora, no prazo máximo de dois dias (ENEL, 2019):

- a) Instalação de nova carga ou aumento da carga existente com potência igual ou superior a 15 kW, com exceção da cidade de Fortaleza;
- b) Instalação de nova carga ou incremento na carga já instalada, desde que seja igual ou superior a 20 kW, especificamente na cidade de Fortaleza;
- c) Adição de nova carga ou ampliação da carga atual, desde que corresponda a pelo menos 50% da potência nominal do transformador ao qual a unidade consumidora está ou será conectada.

### *3.1.2.2 Infraestrutura Elétrica*

Outro fator específico, que é indispensável à definição de qual modo de recarga escolher e de qual equipamento utilizar, é a infraestrutura elétrica da residência. É de extrema importância que seja realizado um levantamento de cargas na unidade consumidora onde será instalada a estação de recarga, levando-se em consideração o cabeamento proveniente do padrão de entrada da concessionária com suas respectivas proteções, bem como a fiação interna da residência e análises do quadro de proteção geral da unidade e de outros secundários que puderem existir.

Deve ser realizada também a aferição do aterramento elétrico, sendo necessárias eventuais correções quando não estiverem no padrão estabelecido pela NBR 5410 e ET n°. 124 da Enel, devendo o condutor neutro, o condutor de proteção e os condutores de equipotencialização, serem ligados ao terminal de aterramento da caixa de medição (ENEL, 2019).

O condutor de terra deve ser dimensionado conforme as Figuras 30 e 31, retiradas da ET n°. 124, de acordo com a potência instalada, sendo de preferência de cobre nu, e deve se conectar na haste de aterramento e no parafuso da caixa de medição, indo até o medidor, fazendo um caminho mais curto e retilíneo possível sem a utilização de chaves ou dispositivos que possam causar sua interrupção, além de ser protegido por eletroduto rígido (ENEL, 2019). A aferição adequada da eficiência e padronização do aterramento da unidade consumidora é imprescindível para um uso seguro das estações de recarga que serão instaladas.

Após o levantamento completo das cargas que estão instaladas na residência e das medidas corretivas, deve-se analisar se o cabeamento que interliga o quadro geral de proteção ao medidor do cliente e se o proveniente da concessionária, disponibilizado através do padrão de entrada, suportam a estação de recarga escolhida, conforme as especificações da NBR 5410. Com base nessas informações, o cliente pode optar por readequar a sua instalação elétrica ou

por escolher um carregador com menor potência, quando a instalação da estação demandar uma potência maior do que a sua residência suporta, levando em consideração o ônus financeiro para cada medida a ser escolhida, assim como os procedimentos de ligação com a concessionária listados no subtópico anterior, para os três casos mencionados.

É comum que, para o modo 2 de carregamento, não sejam necessárias grandes adaptações na instalação elétrica da unidade e nem de comunicação à concessionária, visto a potência mais baixa, se comparado aos modos 3 e 4, que o Modo 2 demanda, mas que impacta diretamente na velocidade da recarga, que diminui consideravelmente. Portanto, é essencial que a infraestrutura elétrica seja avaliada por um profissional habilitado, a fim de verificar a adequação das instalações e determinar a necessidade de comunicação à concessionária, especialmente em casos de subdimensionamento ou sobredimensionamento.

### *3.1.2.3 Segurança elétrica*

Neste subtópico serão abordadas, primeiramente, as principais funções obrigatórias e opcionais, relacionadas à segurança dos modos 2,3 e 4, segundo a NBR IEC 61851-1, seguidas dos requisitos exigidos pela NBR 17019, em conjunto com a ET nº. 280 cód:CNC-OMBR-MAT-19-0280 EDBR da Enel, apresentando os critérios abordados na segurança elétrica de uma instalação da estação de recarga.

#### *3.1.2.3.1 Funções obrigatórias e opcionais nos Modos 2, 3 e 4*

A NBR IEC 61851-1 disserta sobre as principais funções-piloto de comando que devem ser asseguradas pelo sistema de alimentação para veículo elétrico (SAVE) a começar pelas obrigatórias, que são (ABNT, 2021):

- a) Verificação contínua da continuidade do condutor de proteção;
- b) Verificação de que o VE está corretamente conectado ao SAVE;
- c) Energização da alimentação ao VE;
- d) Desenergização da alimentação;
- e) Corrente admissível máxima.

Se a estação de recarga de veículos elétricos (SAVE) for capaz de abastecer múltiplos veículos ao mesmo tempo, é essencial que a função piloto de comando atue de

maneira autônoma em cada ponto de conexão, assegurando tanto o controle quanto a segurança de cada processo de recarga de forma individual (ABNT, 2021).

Detalhando um pouco mais algumas das funções apresentadas acima, para a verificação da continuidade do condutor de proteção, é válido ressaltar que no modo 2, o dispositivo de controle e proteção integrado ao cabo (IC-CPD) deve monitorar continuamente a continuidade elétrica do condutor de aterramento entre o próprio IC-CPD e o contato do veículo elétrico (VE). Já nos modos 3 e 4, essa verificação contínua deve ser realizada pelo SAVE. Além disso, o sistema de alimentação deve interromper o fornecimento de energia ao VE, caso ocorra perda da continuidade elétrica do condutor de proteção em um tempo inferior a 100 milissegundos. Da mesma forma, se a continuidade desse condutor não puder ser verificada em até 3 segundos, a alimentação também deve ser desligada (ABNT, 2021).

O SAVE deve identificar corretamente quando o veículo está devidamente conectado. Durante o processo de energização do VE, a ativação da tomada fixa da estação ou da tomada móvel só pode ocorrer se a função piloto de comando for devidamente estabelecida entre o SAVE e o veículo, garantindo a sinalização adequada para a conexão segura (ABNT, 2021).

Já na desenergização, se o sinal do piloto de comando for interrompido a alimentação do VE deve ser interrompida. Para a função de corrente admissível máxima, é indicado na respectiva norma que deve ser implementado um mecanismo para comunicar ao veículo o valor máximo de corrente que pode ser consumido. Esse limite não pode ultrapassar a corrente de saída nominal da estação de recarga, nem exceder a corrente nominal suportada pelo cabo de recarga do VE. É válido mencionar que se o VE requerer ventilação, o SAVE só deve alimentar o sistema se esta ventilação for assegurada pela instalação ou pelo local (ABNT, 2021).

Dentre as funções opcionais destacam-se: ventilação durante a alimentação de energia, que é principalmente um requisito para recarga em ambientes internos ou abrigados, e a desconexão intencional e não intencional da tomada ou do plugue para VE, que deve prever um meio mecânico ou eletromecânico para impedir a desconexão intencional e não intencional sob carga (ABNT, 2021). Conforme a NBR IEC-61851-1, também podem ser fornecidas outras funções opcionais que não foram mencionadas acima. É possível observar na ficha técnica dos equipamentos, quais as proteções existentes e se os mesmos atendem as principais normas quanto a critérios de segurança e ao uso das funções.

### 3.1.2.3.2 Requisitos de proteção

Ainda se baseando na NBR IEC-61851-1, ela comenta quanto à proteção em caso de falta, quanto ao condutor de proteção e quanto ao uso de dispositivos de proteção à corrente diferencial residual.

Para a proteção em caso de faltas, a norma indica que deve consistir de uma ou mais medidas de proteção conforme permitido na IEC 60364-4-41 que são (ABNT, 2021):

- a) Desconexão automática da alimentação;
- b) Isolação dupla ou reforçada;
- c) Separação elétrica<sup>1</sup>, se limitada à alimentação de somente um item de equipamento de utilização;
- d) Extra-baixa tensão (SELV e PELV<sup>2</sup>).

Sobre o condutor de proteção, a norma comenta que deve ser previsto um condutor de aterramento de proteção entre o borne de terra de entrada da alimentação do SAVE e o VE, para os modos 1, 2 e 3, e para o modo 4, o SAVE deve fornecer um condutor de proteção entre o borne de terra de entrada da rede de alimentação e o VE ou, um condutor de proteção entre o SAVE e o VE se a proteção em caso de falta foi baseada em separação elétrica. Quanto ao uso de dispositivos de proteção à corrente diferencial residual, a IEC 61851-1 prevê que, para SAVES que não utilizem a medida de proteção de separação elétrica, o ponto de conexão do SAVE deve ser protegido por um dispositivo diferencial residual que possui a corrente diferencial residual nominal não superior a 30 mA e que seja pelo menos do tipo A<sup>3</sup>, responsável por detectar correntes de fuga alternadas e correntes contínuas pulsantes de até 6 mA, e que deve desconectar todos os condutores ativos (ABNT, 2021).

Complementarmente à NBR IEC-61851-1, a NBR 17019 adiciona que o dispositivo DR pode estar instalado no quadro de distribuição da instalação elétrica fixa e/ou no sistema de recarga para VE e, além disso, não é permitida a utilização de DR's do tipo AC, Figura 33 (ABNT, 2022).

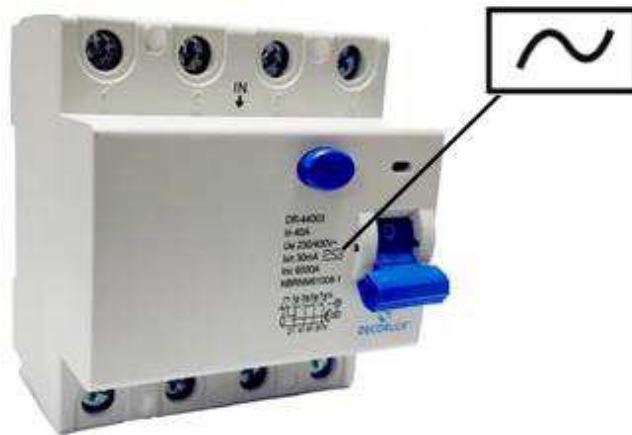
---

<sup>1</sup> A separação elétrica é assegurada se houver um circuito eletricamente separado para cada veículo elétrico.

<sup>2</sup> SELV: Sistema de extra-baixa tensão que é isolado eletricamente tanto da terra quanto de outros sistemas, garantindo que uma única falha não cause risco de choque elétrico. PELV: Sistema de extra-baixa tensão que, embora não seja isolado eletricamente da terra, atende de forma equivalente a todos os requisitos de um sistema SELV.

<sup>3</sup> As especificações relativas a cada tipo de DR estão presentes nas normas ABNT NBR IEC 61008-1, IEC 61009-1 e IEC 62423.

Figura 33 - DR 4P do tipo AC que não deve ser utilizado em instalações de SAVEs com respectiva simbologia

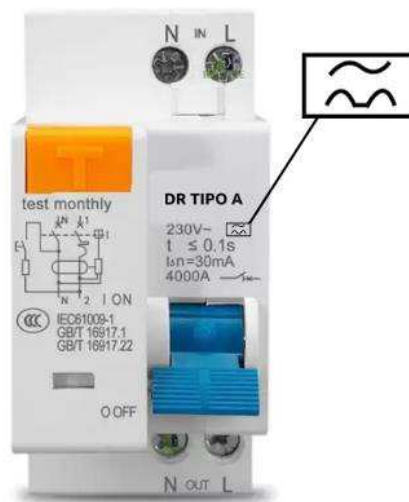


Fonte: adaptado de DECORLUX (2020).

Para os modos 1 e 2 o dispositivo deve ser no mínimo do tipo A e para o modo 3, se a estação for equipada com uma tomada fixa ou tomada móvel, pode-se optar por uma das três medidas abaixo:

- a) Utilização de DR do tipo A em conjunto com um dispositivo de detecção de corrente diferencial-residual contínua, Figura 34.

Figura 34 - DR 2P do tipo A com respectiva simbologia



Fonte: adaptado de KAE (2025).

- b) Utilização de DR do tipo F (semelhante ao tipo A mas detecta corrente contínuas pulsantes até 10 mA) em conjunto com um dispositivo de detecção de corrente diferencial-residual contínua, Figura 35.

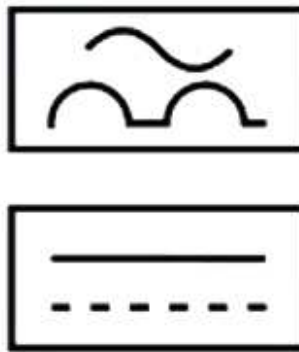
Figura 35 - Simbologia DR tipo F



Fonte: adaptado de YOUTUBE (2025).

c) Utilização de DR do tipo B (possui as mesmas funções dos DRs tipo AC, A e F combinadas, além de detectar correntes de fuga contínuas), Figura 36.

Figura 36 - Simbologia DR tipo B



Fonte: adaptado de YOUTUBE (2025).

Aprofundando um pouco mais na NBR 17019, deve ser previsto um dispositivo de proteção contra sobrecorrentes, normalmente um disjuntor, para cada ponto de conexão que deve ser alimentado individualmente por um circuito terminal, podendo o sistema de alimentação para VE possuir vários pontos de conexão (ABNT, 2022). Além de DR e de disjuntor, a ET n°. 280 da Enel obriga o uso de Dispositivos de Proteção contra Surtos (DPS), que devem ser dimensionados conforme a NBR 5410 e a 5419, na origem da instalação, para que não haja perturbação ao sistema elétrico da concessionária (ENEL, 2023). É importante destacar que, de acordo com a norma NBR 17019, o cabo de recarga para veículos elétricos (VE), que opera no modo 2 com o dispositivo de controle e proteção integrado ao cabo (IC-CPD), não substitui a necessidade de dispositivos de proteção, seccionamento e comando na instalação elétrica fixa do usuário (ABNT, 2022). Esses dispositivos continuam sendo essenciais para garantir a segurança e o correto funcionamento do sistema de recarga.

### 3.1.2.3.3 Critérios secundários de segurança elétrica e classificação das condições de serviço

Outros critérios abordados pela NBR 17019 são sobre o grau de proteção quanto às influências externas como a presença de água e de corpos sólidos estranhos (IP), cujo a norma comenta que quando a estação for instalada ao tempo ela deve possuir um grau de proteção mínimo de IP44 (ABNT, 2022). A NBR IEC 61851-1 especifica que além do grau de proteção ao tempo, mencionado anteriormente, os invólucros do SAVE devem possuir no mínimo proteção IP41, para utilização abrigada. Quando o ponto de conexão for uma tomada de corrente ou uma tomada móvel, não é permitida a utilização de extensões elétricas com múltiplas tomadas nem de adaptadores múltiplos. Cada tomada deve ser utilizada para alimentar apenas um veículo por vez, garantindo a segurança do sistema (ABNT, 2021). Além disso, a posição da tomada deve ser compatível com o comprimento do cabo de recarga (informação presente na ficha técnica do equipamento adquirido), que normalmente é entre 4 e 7 metros, evitando a necessidade de extensões ou conexões inadequadas.

Cabe definir neste subtópico ainda, sobre as condições normais de serviço para a instalação das estações de recarga conforme a NBR IEC 61439-1. A norma disserta sobre as condições para instalações abrigadas e ao tempo definindo os limites da temperatura do ar ambiente, as condições de umidade, o grau de poluição e a altitude que serão detalhadas a seguir:

- a) Para instalações abrigadas: a temperatura ambiente não deve ultrapassar 40 °C, com uma média máxima de 35 °C ao longo de 24 horas e um limite inferior de -5 °C. Além disso, a umidade relativa do ar não pode exceder 50% quando a temperatura atinge 40 °C (ABNT, 2016);
- b) Para instalações ao ar livre: a temperatura ambiente segue os mesmos limites superiores das instalações abrigadas, ou seja, 40 °C de máxima e 35 °C de média diária, porém o limite inferior é reduzido para -25 °C. Nessas condições, a umidade relativa do ar pode alcançar 100% quando a temperatura máxima for de 25 °C (ABNT, 2016);
- c) Os graus de poluição são classificados da seguinte forma:
  - Grau 1: não há poluição significativa, ou seja, sem impacto relevante nas instalações;
  - Grau 2: ocorre apenas poluição não condutiva, podendo, ocasionalmente, haver condutividade temporária devido à condensação;

Grau 3: há presença de poluição condutiva, que pode afetar a segurança e o desempenho da instalação;

Grau 4: caracteriza-se por condutividade contínua, resultante da presença de pó condutivo, chuva ou umidade excessiva (ABNT, 2016);

d) Em relação à altitude, o local de instalação não deve ultrapassar 2 km de elevação. Para altitudes superiores, é necessário considerar fatores como redução da rigidez dielétrica, diminuição da capacidade de interrupção dos dispositivos e impacto no resfriamento do ar, que podem afetar o desempenho dos equipamentos elétricos (ABNT, 2016).

#### *3.1.2.4 Medidas de segurança contra incêndio*

Apesar de atualmente não existir uma padronização quanto às medidas de segurança contra incêndios, que podem ser ocasionados durante a recarga dos veículos elétricos, o corpo de bombeiros do estado de São Paulo, através da portaria nº CCB-001/800/24, apresentou a importância de haver mecanismos de prevenção e extinção de incêndios nos locais onde serão realizados os carregamentos de VEs. Este parecer será adotado então como um guia, devido à ausência de padrões definidos quanto ao tema, para que a segurança dos locais de recarga seja devidamente alcançada e padronizada.

Os principais motivos para a elaboração do documento mencionado, dado que ele é um dos pioneiros a tratar sobre este tópico, se resumem aos pontos abaixo:

- a) Incêndios em veículos elétricos são difíceis de extinguir, apresentam alto risco de reignição e liberam grandes quantidades de gases tóxicos, exigindo, portanto, um volume significativo de água para o combate;
- b) As baterias de íon-lítio possuem um risco potencial de inflamação;
- c) A extinção do incêndio é mais eficaz quando a detecção e o combate ocorrem nos momentos iniciais da fuga térmica;
- d) É fundamental garantir ambientes ventilados, disponibilizar meios adequados para extinção de incêndios e assegurar rotas de evacuação eficientes;
- e) Sempre que possível, as estações de recarga de veículos devem ser instaladas em áreas abertas e externas às edificações, visando proteger os usuários, o patrimônio e o meio ambiente;
- f) Deve-se assegurar a devida separação entre os veículos;

- g) As legislações municipais estabelecem a obrigatoriedade da instalação de estações de recarga em edifícios comerciais e residenciais;
- h) Apesar da grande relevância do tema e do elevado risco associado à segurança contra incêndios, há poucas regulamentações sobre o assunto, tanto em âmbito nacional quanto internacional (CORPO DE BOMBEIROS, 2024).

Para instalações residenciais serão mencionados então as principais medidas de segurança aplicáveis a este tipo de instalação mencionadas no parecer técnico. É válido comentar que o parecer não especifica sobre quais medidas devem ou não serem adotadas para instalações residenciais, sendo realizada uma filtragem destas conforme a aplicabilidade para este tipo de instalação.

A começar, deve ser prevista uma sinalização de emergência que indica a posição de cada ponto de carregamento com o respectivo disjuntor, e a proteção das vagas de recarga deverá ser feita, no mínimo, através de dois extintores ABC<sup>4</sup>, Figura 37, com distância máxima de caminhada<sup>5</sup> de 15 metros. Também deve ser escolhido, de preferência, um local que seja dotado de ventilação natural com abertura mínima de 50% em todas as fachadas para ser o local de instalação da estação de recarga veicular (CORPO DE BOMBEIROS, 2024).

As demais medidas apresentadas no parecer técnico N° CCB-001/800/24 serão adotadas e mencionadas, conforme os requisitos dos tipos de instalação, no tópico 3.2.2.4.

Figura 37 - Extintor de incêndio ABC



Fonte: Adaptado de HIDRANTEX (2025).

---

<sup>4</sup> Os extintores de incêndio são divididos em classe A (incêndios ocasionados em materiais sólidos), classe B (incêndios ocasionados em líquidos inflamáveis), classe C (incêndios ocasionados em equipamentos elétricos) e classe D (incêndios ocasionados em metais combustíveis). Fonte: BOMBEIROS (2025).

<sup>5</sup> Distância máxima que uma pessoa pode percorrer até a saída de emergência ou ponto seguro.

### 3.1.2.5 Acessibilidade

Recomenda-se que em instalações residenciais seja realizada uma avaliação criteriosa do local destinado à estação de recarga, garantindo que o veículo, quando conectado, não obstrua a circulação de pessoas, especialmente em residências com moradores de mobilidade reduzida. Sendo uma propriedade particular de acesso restrito, é essencial considerar previamente as necessidades dos residentes e adotar as medidas de acessibilidade em conformidade com a Lei nº 13.146/2015, Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência, assegurando a implementação de adaptações razoáveis<sup>6</sup> quando houver necessidade de modificação do local de instalação (BRASIL, 2015). De modo geral, recomenda-se manter um distanciamento mínimo de 1 metro entre o veículo e as paredes mais próximas, garantindo tanto a facilidade de acesso ao veículo elétrico (VE) quanto a existência de uma rota de fuga adequada em caso de emergência.

### 3.1.2.6 Relação Custo Benefício

Por fim, é necessário que se faça uma análise financeira de acordo com o perfil e potencial de investimento do comprador da estação de recarga, para que sejam levantados todos os critérios gerais e específicos mencionados neste capítulo com o objetivo de que o usuário da estação chegue a uma conclusão a respeito de quais e/ou quantas estações deseja adotar, se irão ser realizadas mudanças na infraestrutura elétrica da residência, e se, havendo necessidade de comunicação a concessionária, deseja esperar o tempo destinado aos processos burocráticos da distribuidora.

O preço de mercado para estações do Modo 2 se encontra em torno dos R\$ 4.000,00 reais sendo bem mais baratas que as de Modo 3 ou 4, além de possuir uma potência reduzida, onde, na maioria das vezes, não é necessário que haja adequação da infraestrutura elétrica da residência, gerando assim menos custos ao usuário. Dentre os pontos fracos de estações do Modo 2, se comparadas ao Modo 3, destacam-se a baixa velocidade de recarga, a ausência de algumas comunicações presentes em estações mais robustas, e interfaces gráficas mais bem desenvolvidas com uma maior quantidade de funções opcionais.

---

<sup>6</sup> Adaptações, modificações e ajustes necessários e adequados a fim de assegurar que a pessoa com deficiência possa exercer, em igualdade de condições e oportunidades com as demais pessoas, todos os direitos e liberdades fundamentais. Fonte: BRASIL (2015).

Instalações que utilizam o Modo 3 possuem um preço mais diversificado, mas que no geral custam cerca do dobro das estações do Modo 2. Modelos como o WEMOB Wall de 7kW, com um conector, custam em torno dos R\$ 7.000,00 (MORADA LUZ, 2025), enquanto outros como o WEMOB Parking, que possui dois conectores e 23 kW de potência para cada conexão, podem chegar a R\$ 24.000,00 (ELÉTRICA LUZ, 2025) a depender do fornecedor. Além do preço mais alto dessas estações, é necessário que seja realizada uma adequação da infraestrutura elétrica nos casos em que a unidade consumidora não suporta a elevada potência delas, sendo gerado mais ônus financeiro ao usuário que deve se atentar ao custo benefício desses modelos. Estações de Modo 3 possuem uma velocidade de carregamento mais alta que as de Modo 2 e oferecem plataformas mais amigáveis podendo haver monitoramento via aplicativo em alguns modelos.

## **3.2 INSTALAÇÕES EM ESTACIONAMENTOS**

Serão abordadas neste tópico as instalações de SAVEs em estacionamentos de condomínios, shopping centers e supermercados, sendo destacados os principais requisitos e observações para cada caso. É importante mencionar que várias características comuns a instalações em estacionamentos já foram abordadas nos critérios para residências e são mencionadas apenas as particularidades para este tipo de instalação.

### ***3.2.1 Critérios gerais para instalações em estacionamentos***

Os critérios gerais para estacionamentos são os mesmos utilizados em residências, para o caso de instalações em condomínios, e possuem algumas diferenças que serão apresentadas a seguir para as instalações em shoppings centers, supermercados e postos de gasolina que são considerados locais semipúblicos podendo possuir também um perfil comercial.

#### ***3.2.1.1 Escolha do Modo de carregamento e do tipo de plugue (supermercados, shoppings centers e postos de gasolina)***

Para estacionamentos em *shoppings centers*, supermercados e postos de gasolina, como normalmente o serviço de recarga durará poucas horas ou minutos, tempo de permanência do usuário do VE no local, a recomendação dos modos a serem utilizados são os Modo 3 ou 4

que possuem um carregamento mais rápido. A escolha de um dos modos depende diretamente da infraestrutura elétrica e do tipo de serviço que o proprietário do local deseja oferecer, podendo o dono disponibilizar gratuitamente o serviço de recarga veicular ou cobrar pelo mesmo conforme o Artigo 554 da Resolução Normativa ANEEL nº 1000/2021 (BRASIL, 2021).

Como existem diversos tipos de VEs que podem ser considerados usuários das estações em estacionamentos, os Modos 3 e 4 conseguem atender praticamente todos os modelos de veículos comercializados no Brasil com uma excelente velocidade de carregamento, bastando apenas atentar-se ao tipo de plugue a ser implementado no SAVE. Recomenda-se a utilização do plugue Tipo 2 para o Modo 3 e dos tipos CCS2 ou CHAdeMO para o Modo 4 de recarga, que são os mais utilizados nos veículos comercializados no Brasil. Desse modo, definindo também a quantidade de conectores que se deseja instalar, é possível projetar estações de recarga altamente compatíveis com os mais variados modelos de veículos, podendo-se utilizar um tipo de plugue para cada conexão desejada.

### ***3.2.2 Critérios específicos para instalações em estacionamentos***

Neste tópico serão apresentadas as particularidades para instalações de estações de recarga em estacionamentos, mencionando as suas principais diferenças e detalhes que devem ser levados em consideração em relação às residenciais.

#### ***3.2.2.1 Ligação com a concessionária***

Sabendo-se que, conforme a Especificação Técnica ET nº 280 da Enel, estacionamentos em *shoppings*, supermercados e postos de gasolina são classificados como locais semipúblicos (ENEL,2023), as condições de atendimento para esses estabelecimentos são determinadas de acordo com os critérios estabelecidos na norma:

- a) Conexão individual em baixa tensão (BT): A estação de recarga é conectada diretamente à unidade consumidora, podendo ter um ponto de conexão exclusivo, desde que sejam feitas as adaptações necessárias no centro de medição (ENEL,2023);
- b) Conexão individual em média tensão (MT): A estação deve ser ligada à área comum (administração) ou a uma unidade consumidora exclusiva, podendo ser

utilizada tanto pelo proprietário quanto por terceiros. Caso seja necessário, pode-se instalar uma entrada em BT para conexão de SAVE, desde que seja um único ponto de conexão, condicionado a justificativas e à aprovação prévia da distribuidora mediante análise de viabilidade técnica (ENEL,2023);

c) Conexão coletiva em baixa tensão (BT): A estação de recarga deve ser conectada à área comum (administração) ou a uma unidade consumidora adicional exclusiva, podendo ser utilizada pelo próprio solicitante ou por terceiros. Caso não exista uma unidade consumidora para a área comum, ou seja, necessário criar novos pontos exclusivos de conexão, o interessado pode solicitar um novo ponto de medição específico para a recarga de veículos elétricos (ENEL,2023);

d) Conexão coletiva em média tensão (MT): A estação de recarga deve ser ligada à área comum (administração) ou a uma unidade consumidora exclusiva, seja para uso próprio ou de terceiros. Caso não haja uma unidade consumidora para a área comum, o interessado pode solicitar um novo ponto de medição em MT, ajustando o padrão de entrada para o modelo multimedição (ENEL,2023).

Os casos onde deve haver comunicação à concessionária de energia são os três casos específicos mencionados no ponto 3.1.2.1 para instalações residenciais, sendo necessário o envio dos mesmos documentos quando houver necessidade de comunicação.

É importante mencionar também que para o atendimento em tensão nominal primária, igual ou superior a 2,3 kV e inferior a 69 kV (Média Tensão) devem ser observadas as seguintes condições conforme a ET CNC-OMBR-MAT-20-0976-EDSP da Enel:

a) Para consumidores cativos: Aplica-se quando a carga instalada na unidade consumidora ultrapassa 75 kW e a demanda de fornecimento a ser contratada pelo consumidor varia entre 30 kW e 2.500 kW (ENEL, 2020);

b) Para consumidores especiais individuais: Aplica-se quando a carga instalada na unidade consumidora é igual ou superior a 500 kW, com uma demanda contratada para fornecimento entre 500 kW e 2.500 kW, independentemente do período tarifário horo-sazonal (ENEL, 2020);

c) Para um grupo de unidades consumidoras especiais: Aplica-se quando cada unidade consumidora tem uma carga instalada superior a 75 kW, a soma das cargas instaladas de todas as unidades atinge pelo menos 500 kW, e a demanda

contratada para fornecimento está entre 500 kW e 2.500 kW, sem restrições de período tarifário horo-sazonal (ENEL, 2020).

Portanto, conforme a carga instalada do local e o tipo de conexão, deve-se seguir uma das quatro condições de atendimento mencionadas.

### 3.2.2.2 *Infraestrutura Elétrica*

A análise da infraestrutura elétrica do *shopping*, posto de combustível, supermercado ou condomínio é imprescindível à instalação da estação de recarga que, conforme apresentado no tópico anterior, pode ser instalada junto à área comum do empreendimento ou em ponto de conexão exclusivo. A partir do estudo do levantamento de cargas do empreendimento e da sua curva de demanda é possível definir a melhor opção de instalação do SAVE.

Se a capacidade de corrente dos cabos relativos à área comum, bem como suas respectivas proteções, e a potência do transformador do local não forem ultrapassadas na análise da curva de demanda presente na conta de energia, ao projetar a inserção da potência da estação de recarga, pode-se optar por instalar o SAVE junto ao circuito da área comum levando-se em conta também a viabilidade física e o custo financeiro para tal conexão. É importante que seja realizado um estudo aprofundado do cabeamento da instalação elétrica local bem como das cargas atendidas pelo circuito da área comum para que a implementação da estação de recarga não comprometa a infraestrutura elétrica local.

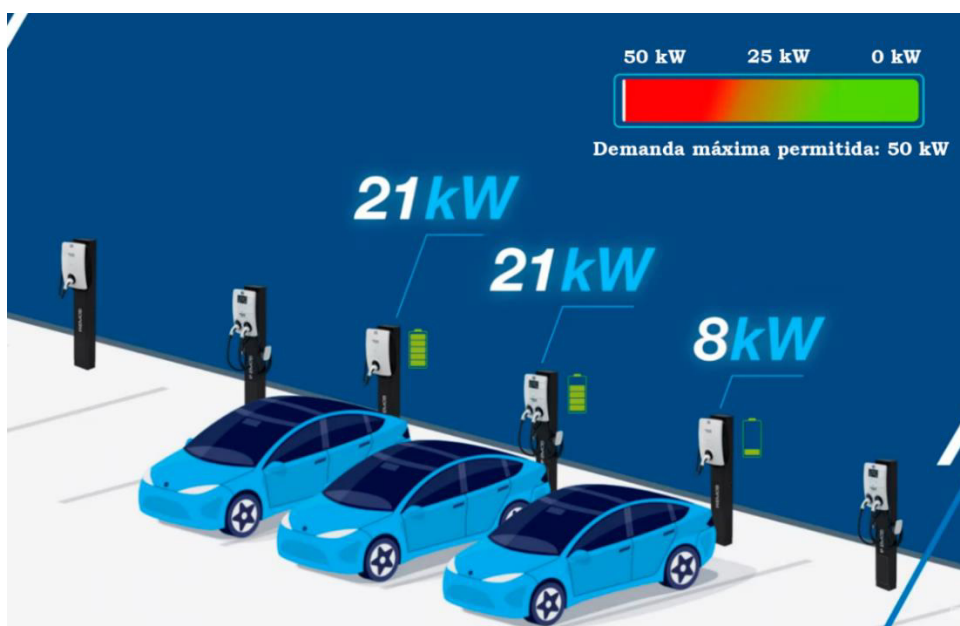
Caso a inserção da potência do eletroposto comprometa a instalação elétrica do *shopping*, posto de combustível ou supermercado, pode-se solicitar uma conexão nova, exclusiva para o SAVE, onde na maioria dos casos será realizada em Baixa Tensão devido à potência comumente adotada no Brasil não superar os 50 kW, mesmo para o Modo 4, sendo mais difícil encontrar estações onde esse valor é ultrapassado. Deve-se, portanto, assegurar conforme a NBR 5410, NBR 17019 e NBR IEC 61851 o dimensionamento adequado dos cabos e das proteções da estação de recarga adotada para o local.

Em condomínios é necessário que haja cuidados especiais, pois, a demanda pode ser significativamente alterada em razão da instalação de estações de recarga. Numa situação hipotética onde todos os moradores decidissem fazer a aquisição de um VE e conseqüentemente desejassem instalar um SAVE, a demanda máxima atingida seria de valores muito acima se comparada à demanda máxima de uma infraestrutura elétrica sem eletropostos. Seria

necessário, portanto, uma grande alteração na instalação elétrica do empreendimento para suprir a energia demandada pela adição dessas novas cargas, o que na maioria dos casos é inviável.

Dessa forma, recomenda-se a instalação de estações de recarga na área comum que possam ser utilizadas por todos os moradores em um primeiro momento, onde nem toda a sociedade usufrui de VEs ou, a depender do condomínio e da quantidade de veículos que utilizam a energia elétrica como combustível, utilizar novas soluções inteligentes, como o *WEMOB Smart Charging System* da WEG, ilustrado na Figura 38, que é capaz de controlar a potência disponibilizada para cada SAVE, fazer medição de faturamento e contribuir para o subdimensionamento do sistema elétrico, reduzindo assim o custo com instalação, para que os valores de demanda contratada sejam respeitados e que haja uma melhor eficiência energética na recarga dos veículos (WEG, 2024).

Figura 38 - Ilustração do funcionamento do Smart Charging System WEG



Fonte: Adaptado de WEG (2024).

Outra solução seria a solicitação de uma conexão nova exclusiva para a instalação das estações de recarga, caracterizando uma conexão coletiva em média tensão (MT), na qual uma nova infraestrutura elétrica seria construída de forma independente para atender exclusivamente os eletropostos. Para a viabilização dessa conexão, é necessário seguir todos os procedimentos estabelecidos na NBR 14039 em conjunto com a Especificação Técnica ET nº CNC-OMBR-MAT-20-0976-EDSP da Enel, sendo indispensável a instalação de uma subestação exclusiva para essas cargas (ABNT, 2005)

### 3.2.2.3 *Segurança Elétrica (Modo 4)*

Serão detalhadas neste tópico as particularidades relativas à segurança elétrica do Modo 4 apresentadas na NBR IEC 61851-23, relativa a estações de recarga em corrente contínua para veículos elétricos, que não foram abordadas no tópico 3.1.2.3. A segurança elétrica relativa aos modos 1, 2 e 3 já foi tratada anteriormente.

#### 3.2.2.3.1 Funções obrigatórias específicas do Modo 4

As funções de recarga obrigatórias exclusivas do Modo 4 (sistema de recarga em corrente contínua) são apresentadas na NBR IEC 61851-23, e serão mencionadas abaixo apenas as que não foram evidenciadas no tópico 3.1.2.3.1 (ABNT, 2020):

- a) Alimentação em corrente contínua para o VE;
- b) Medição da corrente e da tensão;
- c) Retenção/liberação do conjunto conector do VE;
- d) Travamento do conjunto conector do VE;
- e) Avaliação de compatibilidade;
- f) Ensaio de isolamento antes da recarga;
- g) Proteção contra sobretensões na bateria;
- h) Verificação da tensão no plugue conector do VE;
- i) Integridade da alimentação do circuito de controle;
- j) Ensaio de curto-circuito antes da recarga;
- k) Paralisação da recarga por iniciativa do usuário;
- l) Proteção de sobrecarga para os condutores paralelos;
- m) Proteção contra sobretensão temporária;
- n) Parada de emergência.

Dentre as funções apresentadas, cabe detalhar algumas delas para melhorar a clareza do seu funcionamento. A verificação de compatibilidade é essencial para garantir que o VE e a estação de recarga CC sejam compatíveis durante a fase de inicialização. Deve ser feito um teste de isolamento, verificando a resistência entre o circuito de saída CC e o condutor de proteção conectado ao chassi do veículo, incluindo a estrutura da estação, antes que os contatores do VE possam ser acionados. Caso o valor de resistência de isolamento não seja o

adequado, o SAVE deve emitir um sinal de bloqueio da carga. Quando houver múltiplos condutores, fios ou contatos paralelos no conector do veículo para a alimentação CC, a estação de recarga precisa ter um sistema para evitar sobrecarga de qualquer condutor ou fio. Por fim, se o SAVE identificar alguma falha na estação ou no veículo, a segurança deve ser garantida com a ativação da parada de emergência. Vale ressaltar que ao contrário dos modos 1, 2 e 3 onde a comunicação digital é opcional, para o Modo 4 a comunicação digital deve ser fornecida para permitir que o VE controle o SAVE. A função-piloto de controle também é obrigatória para a recarga em CC (ABNT, 2020).

#### 3.2.2.3.2 Requisitos de proteção para o Modo 4

Os requisitos de proteção relativos ao Modo 4 abrangem o que foi mencionado no tópico 3.1.2.3.2 enfatizando que, conforme a NBR IEC 61851-23, as estações plugáveis de recarga em corrente contínua para VE que são destinadas a serem conectadas à rede de alimentação em CA utilizando plugues e tomadas padronizados, devem ser compatíveis com um dispositivo à corrente diferencial residual (DDR) com as características do tipo A. Essas estações devem ser providas com um DDR e também serem equipadas com um dispositivo de proteção contra sobrecorrentes. Além disso, a mesma norma comenta sobre o uso de dispositivo de desconexão de emergência que pode ser instalado para isolar a rede de alimentação em CA da estação de recarga em CC em caso de risco de choque elétrico, fogo ou explosão. Ainda é mencionado que o SAVE deve ser equipado com um dispositivo de proteção contra o fluxo de energia reversa não controlado do veículo (ABNT, 2020). Vale ressaltar que conforme a NBR 17019, todos os pontos de conexão em locais de afluência de público devem ser protegidos contra as sobretensões transitórias, individualmente ou por grupo (ABNT, 2022). Por fim, a ET nº 280 obriga a utilização de DPS na origem da instalação (ABNT, 2023). Quanto ao uso de um Sistema de Proteção contra Descargas Atmosféricas (SPDA), deve ser realizado um gerenciamento de risco conforme a NBR 5419 parte 2 para a edificação e, conseqüentemente, determinar qual classe de SPDA será adotada. Se o risco calculado for menor que o risco tolerável, não há necessidade de implementação de um SPDA. No caso onde há necessidade de instalação desse sistema de proteção, deve-se utilizar um dos três métodos: Esfera Rolante, Método de Franklin ou Método de Faraday, para que de acordo com a Classe de SPDA definida, se realize o dimensionamento adequado dos componentes (ABNT, 2015).

### 3.2.2.3.3 Critérios secundários de segurança elétrica e classificação das condições de serviço (Modo 4)

Além dos critérios secundários comentados no tópico 3.1.2.3.3, que também devem ser seguidos para estações do Modo 4, a NBR IEC 61851-23 define que os graus de poluição mínimos para utilização abrigada ou ao tempo são:

- a) Utilização abrigada: grau de poluição 2<sup>7</sup> (ABNT, 2020);
- b) Utilização ao tempo: grau de poluição 3 (ABNT, 2020).

### 3.2.2.4 Medidas de segurança contra incêndio

Ainda seguindo o Parecer Técnico nº CCB-001/800/24 como referência para atender aos padrões de segurança contra incêndio no carregamento de Sistemas de Alimentação de Veículos Elétricos (SAVEs), recomenda-se que, para instalações realizadas em estacionamentos, os veículos elétricos (VEs) sejam adequadamente segregados. Além disso, sempre que possível, os pontos de recarga devem ser instalados em áreas descobertas e externas à edificação, favorecendo a segurança e a acessibilidade (CORPO DE BOMBEIROS, 2024).

As instalações das estações de recarga devem ser regularizadas por meio de um Projeto Técnico, sendo proibido o licenciamento simplificado, a não ser em locais descobertos, onde pode ser admitido tal licenciamento. O projeto deve incluir um ponto de desligamento manual para cada estação de recarga, localizado no mesmo andar, a uma distância entre 20 e 40 metros do SAVE, em um local distinto, desde que haja vigilância contínua. Esse ponto pode ser instalado, por exemplo, em portarias, guaritas ou cabines. Cada vaga associada a um ponto de carregamento elétrico e seu respectivo ponto de desligamento deve ter sinalização de emergência que indique a localização de cada ponto de carregamento e o disjuntor correspondente. Além disso, assim como em instalações residenciais, é recomendado que cada vaga tenha pelo menos 2 extintores ABC, com a distância máxima de acesso de 15 metros (CORPO DE BOMBEIROS, 2024). Além das medidas mencionadas acima, deve-se adotar providências de segurança adicionais que são apresentadas a seguir:

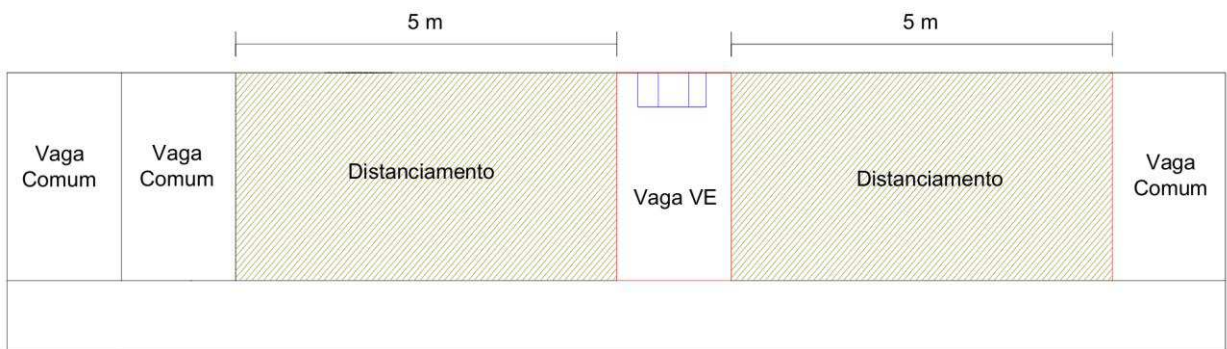
---

<sup>7</sup> Exceto em áreas industriais onde o grau de poluição mínimo deve ser 3.

a) Para estações de recarga em áreas externas deve haver (CORPO DE BOMBEIROS, 2024):

- I. Afastamento de segurança mínimo de 5 metros em relação às demais vagas do estacionamento, ilustrado pela Figura 39, locais com carga de incêndio ou áreas de risco ou;

Figura 39 - Ilustração do distanciamento de segurança



Fonte: Autor próprio.

- II. As vagas devem ser separadas entre si e entre as demais vagas de veículos, interpondo parede corta fogo com TRRF<sup>8</sup> de 60 minutos e dimensões de 1,6 metros de altura por 5 metros de comprimento, Figura 40.

Figura 40 - Paredes corta fogo com 1,6 metros de altura e 5 metros de comprimento



Fonte: CORPO DE BOMBEIROS (2024).

<sup>8</sup> Tempo Requerido de Resistência ao Fogo: tempo mínimo de resistência ao fogo de um elemento estrutural. Fonte: THÓRUS (2019).

b) Para estações de recarga em subsolos, sobressolos e edifícios garagem (CORPO DE BOMBEIROS, 2024):

- I. Deve ser prevista, além do espaçamento de 5 metros entre as vagas mencionado no item a) alternativa I, proteção por sistema de chuveiros automáticos em todo o pavimento onde houver vagas que possuam carregamento elétrico, dimensionado para o risco “Ordinário 2”<sup>9</sup> com chuveiros de resposta rápida. Deve-se prever, no pavimento, sistema de detecção de incêndio ou;

Figura 41 - Chuveiro automático (sprinkler)



Fonte: THÓRUS (2020).

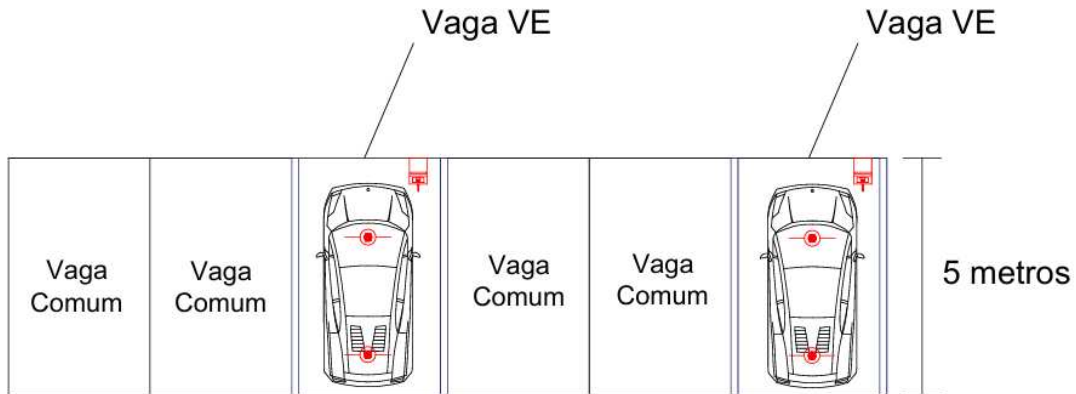
- II. Cada vaga de estacionamento com estação de recarga deve ser equipada com um sistema de detecção de incêndio localizado. As vagas precisam ser separadas entre si e das demais vagas para veículos, por meio de uma parede corta-fogo com TRRF de pelo menos 90 minutos e comprimento de 5 metros, devendo ainda ter um fechamento no teto do pavimento. Em cada vaga destinada ao carregamento elétrico, deve ser instalado um sistema de "chuveiros automáticos", "water spray" ou "water mist", com no mínimo 2 chuveiros de

---

<sup>9</sup> São ambientes onde a quantidade e a combustibilidade dos materiais variam de moderada a alta. A altura máxima de armazenamento deve ser limitada a 3,7 metros. Espera-se que os incêndios nesses locais apresentem uma elevada taxa de liberação de calor. Fonte: SKOP (2016).

resposta rápida sobre as áreas de carregamento, ilustrado nas Figuras 42 e 43. Esse sistema pode ser conectado à rede de hidrantes<sup>10</sup> da edificação.

Figura 42 - Ilustração da Alternativa II (Vista superior)

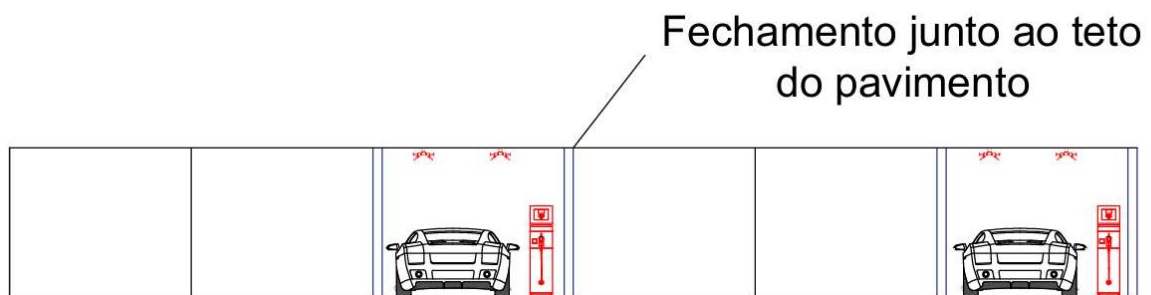


Fonte: Autor próprio.

Entre outras exigências, é necessário que haja um sistema de ventilação mecânica para subsolos, com pelo menos cinco trocas do volume de ar do pavimento por hora. Para sobressolos e edifícios-garagem, essa exigência pode ser dispensada caso o pavimento possua ventilação natural, com aberturas mínimas de 50% em todas as fachadas (CORPO DE BOMBEIROS, 2024).

Além disso, é proibido o uso de vagas de estacionamento para veículos elétricos em áreas com múltiplas vagas, devido à dificuldade de acesso. Também é fundamental considerar a estrutura portante<sup>11</sup> da edificação quando se trata de incêndios em locais como subsolos (CORPO DE BOMBEIROS, 2024).

Figura 43 - Ilustração da Alternativa II (Vista Frontal)



Fonte: Autor próprio.

<sup>10</sup> A bomba de incêndio e a reserva de incêndio devem ser dimensionadas de maneira a comportar operacionalmente o funcionamento simultâneo dos dois sistemas.

<sup>11</sup> Estrutura que suporta o peso da edificação.

### 3.2.2.5 Acessibilidade

Se tratando de locais semipúblicos como estacionamentos, garantir a acessibilidade é algo essencial e deve ser atingida para todas as pessoas. Como a quantidade de vagas destinadas ao uso de veículos elétricos é reduzida, deve-se adotar medidas para que a utilização dessas vagas seja adequada a todos os públicos, incluindo as pessoas com deficiência e mobilidade reduzida. A NBR 17019 no tópico 6.5.102.1 deixa claro que os SAVEs destinados ao público devem ser projetados de maneira a facilitar o acesso ao ponto de recarga, devendo possuir também uma sinalização de acesso adequada (ABNT, 2022). Em adição a essa norma, a NBR 9050 que disserta sobre a acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos, esclarece algumas medidas que devem ser tomadas para que haja universalização do acesso:

- a) As larguras mínimas para corredores em edificações são de 0,9 metro para corredores de uso comum de até 4 metros de extensão, 1,2 metro para corredores de até 10 metros de extensão e 1,5 metros para corredores com extensão maior que 10 metros ou que são destinados a uso público (ABNT, 2015);
- b) A sinalização vertical das vagas deve estar posicionada de maneira a não interferir com as áreas de acesso ao veículo, e na circulação de pedestres (ABNT, 2015);
- c) As vagas devem ser posicionadas próximas à entrada para garantir o menor percurso de deslocamento e devem: contar com um espaço adicional de circulação com no mínimo 1,2 metro de largura, estar vinculadas à rota acessível que as interligue aos polos de atração, ter piso regular e estável, estar localizadas de forma a evitar a circulação entre veículos e possuir um percurso máximo de 50 metros entre a vaga e o acesso à edificação (ABNT, 2015);
- d) Todo estacionamento deve garantir uma faixa de circulação de pedestre que garanta um trajeto seguro e com largura mínima de 1,2 metro até o local de interesse (ABNT, 2015).

Portanto, para estacionamentos que adotarem o uso da parede corta fogo nas medidas de segurança contra incêndios, deve ser previsto no mínimo um espaçamento de 1,2 metro do veículo em relação a parede para que o uso das estações de recarga seja realizado por

todas as pessoas. Além dessas medidas, deve-se promover o acesso à calçada por meio de rampas (ABNT, 2015).

A NBR IEC 61851-23 ainda prevê que os meios utilizados para guardar o conjunto conector VE devem estar localizados a uma altura entre 0,4 metro e 1,5 metro acima do nível do solo (ABNT, 2020). Visto que 0,4 metro é uma altura muito baixa e que pode ser facilmente acessada por crianças e animais, recomenda-se uma altura média em torno de 1 metro para fazer a acomodação do conjunto mencionado, podendo ainda assim ser alcançado por pessoas com deficiência e com mobilidade reduzida.

### 3.2.2.6 Relação Custo Benefício

As instalações em estacionamentos, como mencionado anteriormente, utilizam normalmente os modos 3 e/ou 4 e a avaliação do custo financeiro será realizada com base nesses dois modos. Estacionamentos em *shoppings centers*, postos de gasolina e supermercados podem cobrar pelo uso das estações de recarga, e fica a critério do dono destes locais se deseja ou não cobrar pela energia fornecida conforme é autorizado na Resolução 1000 da ANEEL Artigo 554 (BRASIL, 2021). Dessa forma, esses pontos de conexão podem ser vistos também como um investimento a depender da cobrança efetuada, que não é foco deste trabalho.

Em condomínios, o usuário da estação pode ser cobrado na medida em que consome a energia, seja no seu SAVE particular ou em um eletroposto conectado na área comum que permite o acesso de todos os moradores. Para uma análise de custo benefício é necessário mencionar, que assim como no tópico 3.1.2.6, apesar do Modo 3 fornecer velocidades rápidas de recarga, o Modo 4, por permitir a recarga em CC diretamente nos terminais da bateria do VE, é de velocidade muito maior que o Modo 3 e, portanto, alcança valores de SAVEs muito mais caros.

Utilizando a estação de recarga WEMOB-S-030-W-E-4G-R-H-1CS2 que, por exemplo, permite uma recarga em corrente contínua com potência de 30 kW capaz de recarregar completamente um VE, como o Dolphin, em cerca de 1 hora e 30 minutos, algo que uma estação de Modo 3 faria por volta de 7 horas (WEG, 2024). O custo do SAVE mencionado está em torno de R\$ 120.000,00 (NOVABRICO, 2025) que é aproximadamente 17 vezes mais caro que o WEMOB Wall de 7 kW de potência. Além do custo mais elevado das estações de recarga de Modo 4, a infraestrutura elétrica local deve comportar a potência de carga mais alta desses SAVEs com o dimensionamento adequado de cabos, disjuntores, transformador entre outros dispositivos de segurança e proteção mencionados na NBR 5410, NBR 5419 e na NBR 14039.

Caso o empreendimento não seja capaz de suportar a nova potência demandada, são necessárias adequações na infraestrutura local ou a instalação de uma nova conexão, encarecendo ainda mais o custo para implementação de modos que demandam mais energia. Vale destacar que, com o aumento da quantidade de conectores e da potência instalada, o valor das estações pode subir consideravelmente, sendo o modelo WEMOB-S-030-W-E-4G-R-H-1CS2 tido como um modelo de entrada com 1 conexão e baixa potência se comparado a outros modelos que utilizam o modo 4 de recarga.

Para estações que utilizam o Modo 3 de recarga com potências mais baixas, em torno de 11 kW, ao se tratar de estacionamentos em ambientes de maior porte que demandam mais potência como supermercados, condomínios, *shoppings centers* e postos de gasolina, muitas vezes não necessitam de adequações elétricas, pois a estrutura eventualmente é sobredimensionada para uma grande quantidade de cargas que não são utilizadas simultaneamente e que podem não afetar a demanda máxima contratada. Recomenda-se, portanto, que seja realizada uma análise criteriosa quanto ao modo a ser utilizado, quantidade de conectores desejada, potência do SAVE, e que a infraestrutura elétrica da edificação seja devidamente estudada por um profissional habilitado e capacitado para análise da viabilidade para cada tipo de estação de recarga destinada a cada perfil de empreendimento.

## 4 FLUXOGRAMA DE PROJETO

Tendo como base o que foi mencionado nos capítulos 2 e 3, este capítulo sintetiza toda a informação sobre critérios, apresentada em forma de fluxogramas, que têm como objetivo facilitar o entendimento e simplificar a elaboração de projetos de estações de recarga veicular em áreas abertas e fechadas, residenciais e em estacionamentos.

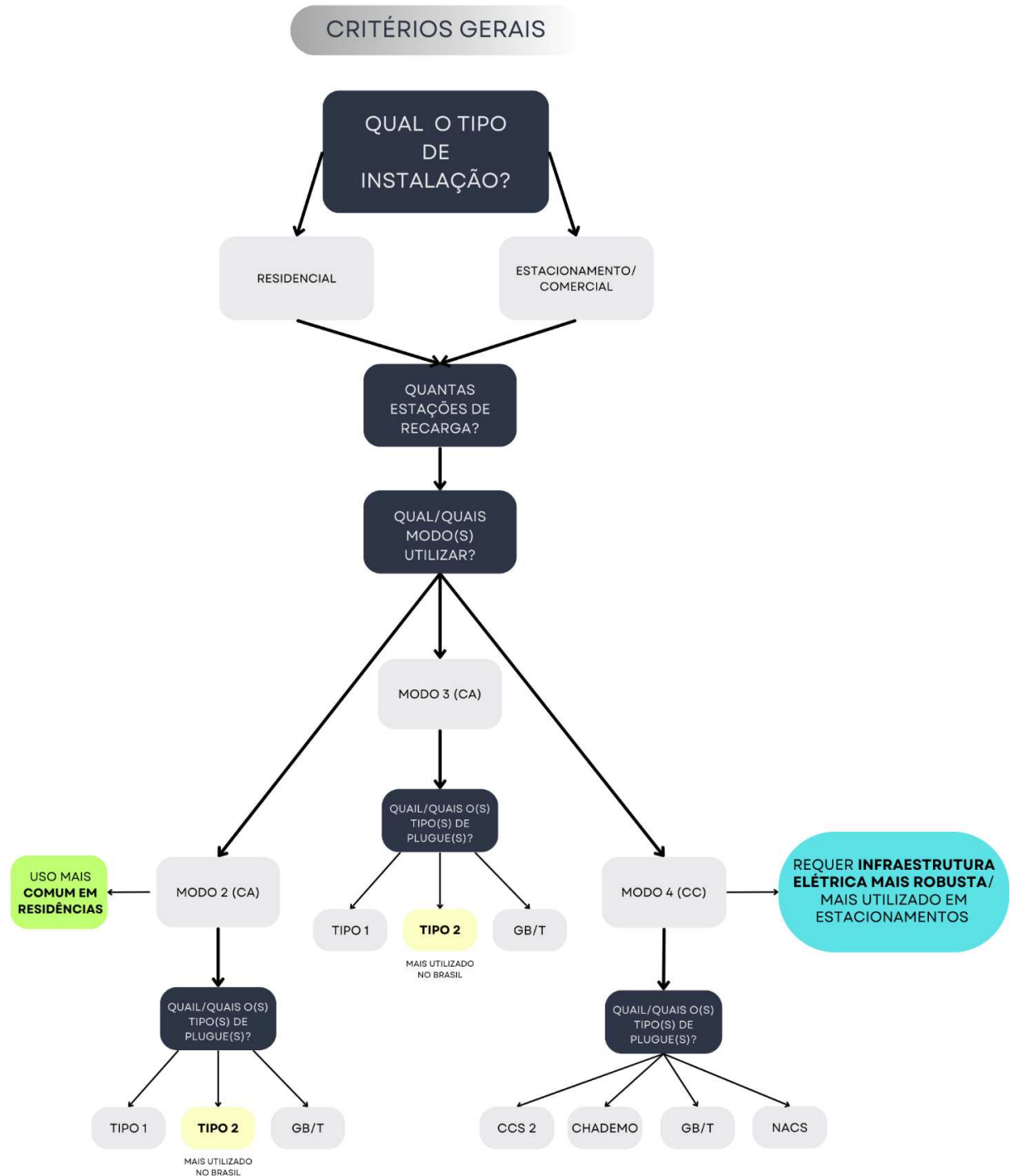
Primeiramente será apresentado um fluxograma baseado nos critérios gerais que devem ser analisados, seguido dos fluxogramas relativos aos critérios específicos, dando destaque nos casos onde existem particularidades.

Pelos critérios gerais, o primeiro passo é definir qual o tipo de instalação: residencial ou em estacionamento. Definido o tipo de instalação, deve-se escolher quantas estações de recarga e qual modo de carregamento será utilizado para cada. Vale lembrar que o modo 1 não é apresentado como opção por não ser considerado seguro. Dentre os modos restantes pode-se escolher, tanto para residências quanto para estacionamentos, qualquer um dos três modos, levando em consideração que para uma instalação de estação de modo 4 é necessário que o local possua uma infraestrutura mais robusta do que o exigido para os modos 2 ou 3, sendo mais comum o seu uso em estacionamentos. O modo 2, como representado na Figura 44, é mais utilizado em instalações residenciais devido à sua baixa potência quando comparado com os modos 3 e 4.

Assim, resta então escolher qual o tipo de plugue será utilizado pela estação de recarga escolhida onde, no Brasil, 90% dos veículos elétricos possuem plugue Tipo 2, sendo o mais recomendado para estações de modo 2 e 3 que são do tipo Corrente Alternada. Para estações do modo 4 pode-se escolher entre os 4 tipos de plugues apresentados na Figura 44, destacando-se o plugue CCS 2 e o CHAdeMO, que são os tipos mais comuns para Corrente Contínua no território nacional. A escolha do tipo de plugue para a estação de recarga está diretamente relacionada ao veículo que será abastecido, portanto, no caso de uma instalação residencial, é imprescindível que se faça a análise de compatibilidade do plugue presente no veículo elétrico.

Plugues do tipo GB/T são mais comuns na China, CHAdeMO mais comuns no Japão e que também possuem aplicação no Brasil em alguns veículos japoneses, e o plugue NACS/TESLA é o padrão americano, sendo bastante utilizados em veículos da marca TESLA.

Figura 44 – Fluxograma 1: Critérios Gerais



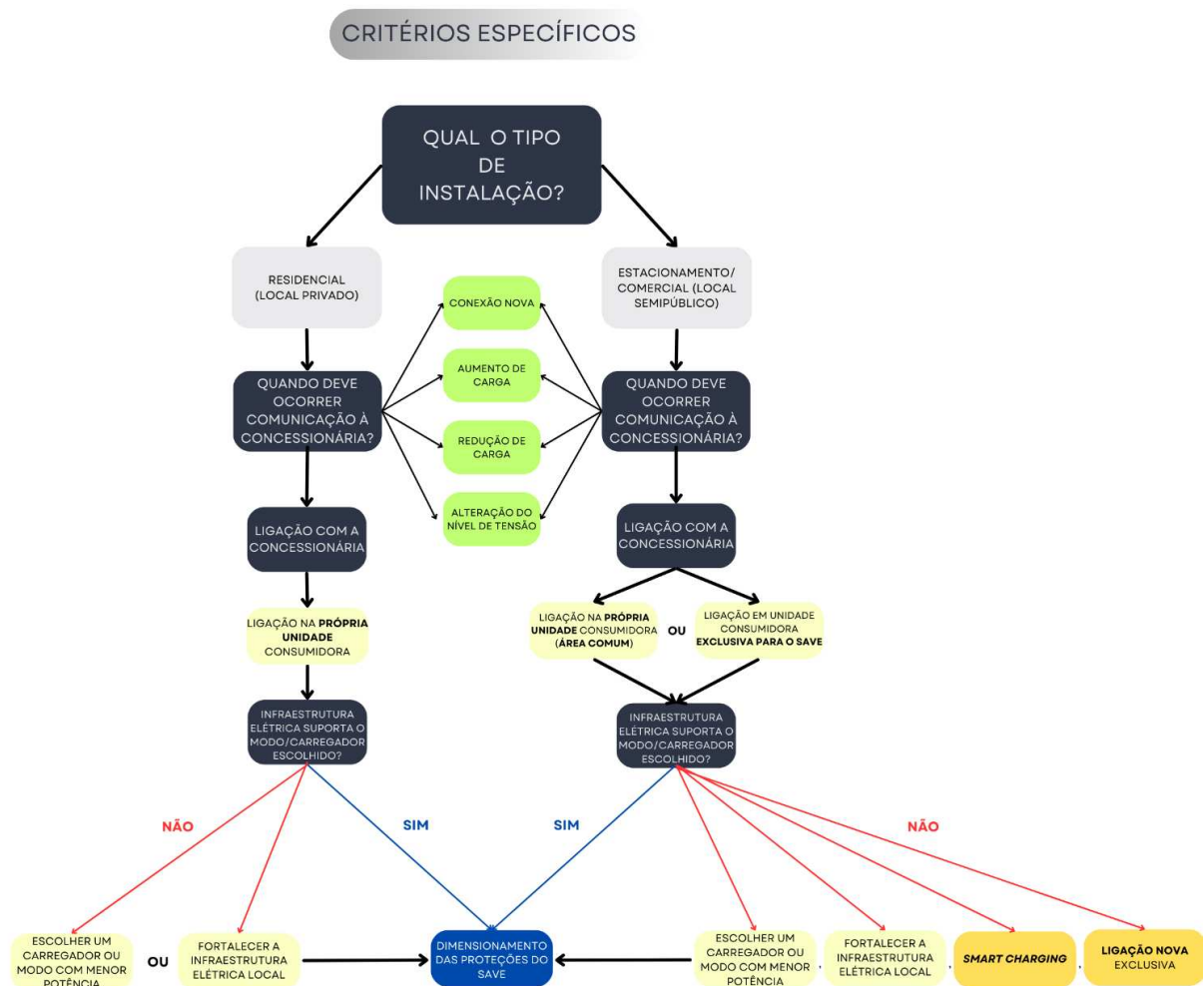
Fonte: Autor próprio.

Entrando nos critérios específicos, por meio da análise da Figura 45, ao escolher entre instalação residencial e estacionamento, têm-se dois cenários de ligação com a concessionária pois uma instalação residencial representa um local privado e um estacionamento, normalmente, configura-se como local semipúblico. Para uma instalação residencial, a ligação da estação de recarga deve ser realizada na própria unidade consumidora.

Já no caso de um estacionamento, pode-se optar tanto pela ligação na unidade consumidora na área comum, quanto é possível solicitar uma ligação nova exclusiva para o SAVE.

Se a infraestrutura elétrica da edificação não suportar a potência do carregador, deve-se realizar a escolha de um carregador com menor potência ou a adequação elétrica do local para instalações residenciais. Em estacionamentos, além das duas medidas adotadas para instalações residenciais, também pode-se optar por realizar uma ligação nova exclusiva para os pontos de recarga, construindo toda uma nova infraestrutura elétrica, ou implementar o sistema de carregamento inteligente, *Smart Charging System*, que mantém o controle sobre o nível de potência demandada para cada estação de recarga, não permitindo assim a sobrecarga do sistema elétrico local. A comunicação à concessionária, para ambos os casos (residências e estacionamentos), deve ocorrer para as quatro situações apresentadas na Figura 45.

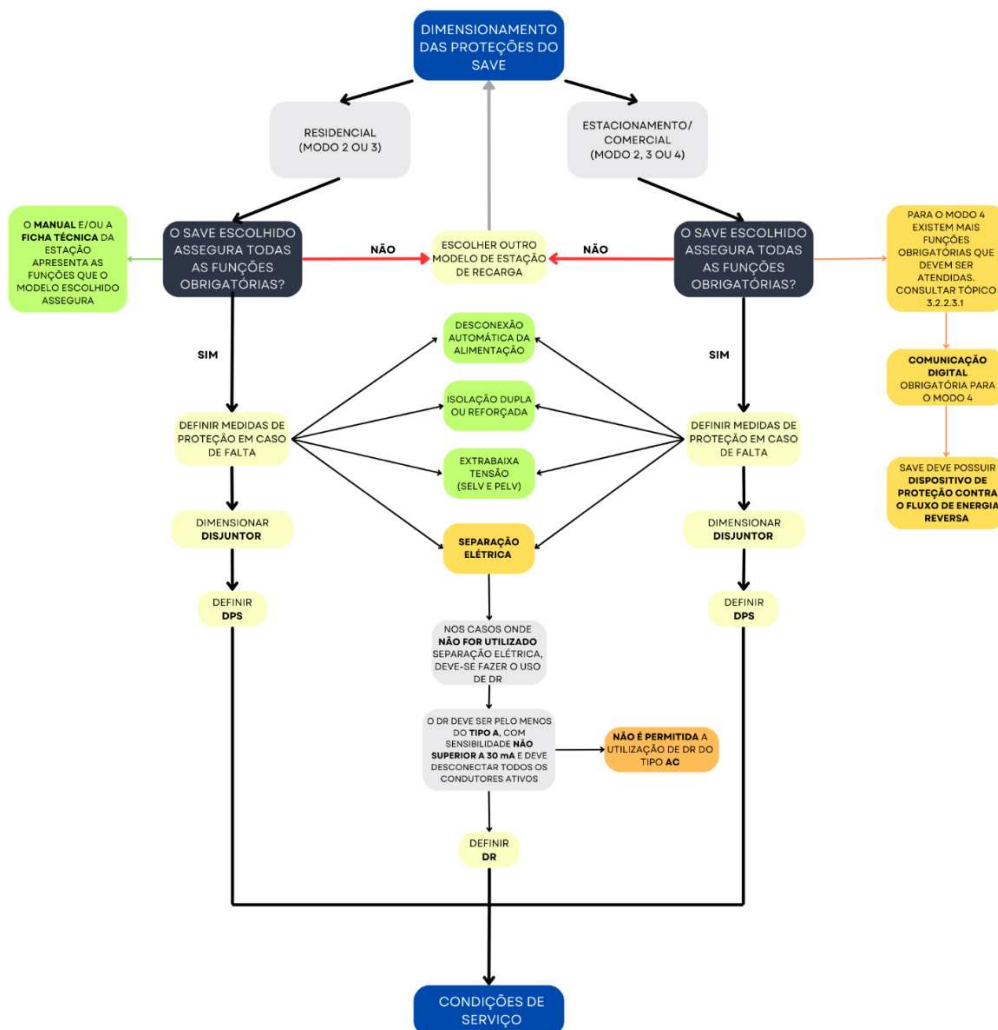
Figura 45 – Fluxograma 2: Critérios Específicos



Fonte: Autor próprio.

Seguindo com a análise dos critérios específicos e entrando no dimensionamento das proteções da estação, apresentado na Figura 46, deve-se assegurar que todas as funções obrigatórias mencionadas nos tópicos 3.1.2.3.1 (para os modos 2,3 e 4) e 3.2.2.3.1 (específicas para o modo 4) estão contidas no SAVE escolhido. Essa informação pode ser obtida consultando o manual do fabricante ou a ficha técnica do produto. No caso de a estação não possuir alguma das funções obrigatórias, deve-se escolher outro modelo/produto que contenha todas as funções obrigatórias. Após assegurar a presença das referidas funções, deve-se definir as medidas de proteção em caso de faltas apresentadas na Figura 46, e nos casos onde não for utilizada a medida de separação elétrica, é obrigatório a utilização de DR que deve ser pelo menos do tipo A, não sendo permitidos DR do tipo AC. Para estações do modo 4 ainda é necessário considerar que elas devem possuir comunicação digital e um dispositivo de proteção contra o fluxo de energia reversa além do disjuntor e DPS.

Figura 46 – Fluxograma 3: Dimensionamento das proteções do SAVE



Após a realização do dimensionamento das proteções do SAVE, é necessário comentar sobre as condições de serviço presentes na Figura 47. Para estações residenciais, que costumam não utilizar o modo 4, o nível de proteção contra corpos sólidos estranhos e contra o ingresso de água deve ser de no mínimo IP44 para instalações ao tempo e de no mínimo IP41 para instalações abrigadas. Em estacionamentos, além do grau de proteção IP mencionado, ainda é preciso considerar o grau de poluição para estações que utilizam o modo 4. Estas devem adotar no mínimo o grau de poluição 3 para instalações ao tempo e no mínimo grau de poluição 2 para instalações abrigadas. Essas informações podem ser encontradas no manual/ficha técnica do produto.

A Figura 47 também apresenta as medidas de segurança contra incêndio para os dois tipos de instalação. Em instalações residenciais, recomenda-se a utilização de dois extintores ABC com uma distância máxima de caminamento de 15 metros além de uma sinalização de emergência. No caso de estacionamentos, além da recomendação das medidas para instalações residenciais, deve-se prever um projeto técnico ou licenciamento simplificado a depender do caso (consultar tópico 3.2.2.4), e um ponto de desligamento manual para cada estação.

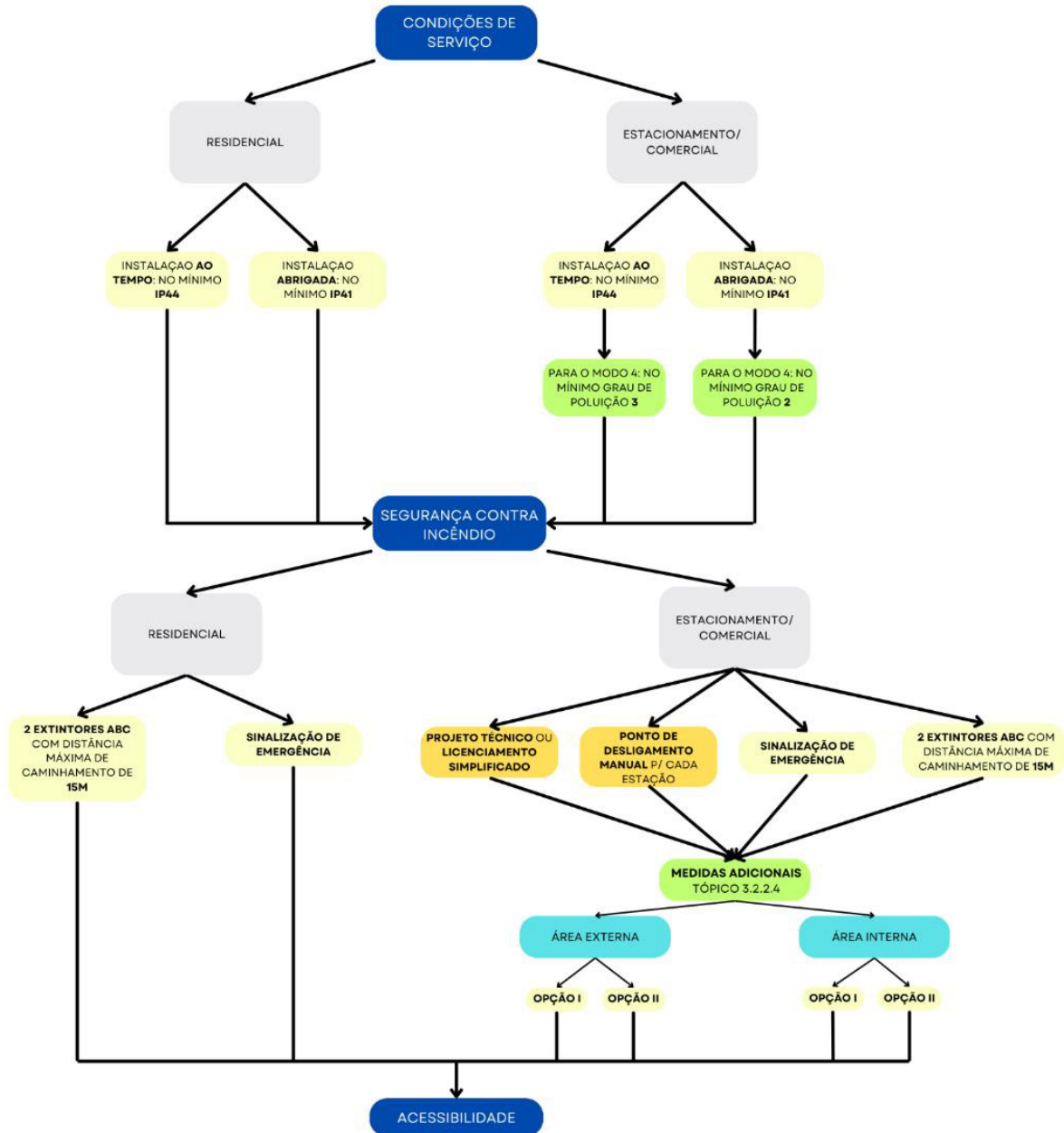
Além dessas medidas, algumas adicionais são apresentadas no tópico 3.2.2.4, específicas para áreas externas (duas opções) ou internas (duas opções) que também devem ser adotadas.

Em estações de recarga instaladas em áreas externas, escolhe-se entre a Opção 1: adotar um afastamento de segurança mínimo de 5 metros em relação a outras vagas, a locais com carga de incêndio ou a áreas de risco e a Opção 2: adotar a interposição de paredes corta fogo com TRRF de 60 minutos com dimensão de 1,6 m de altura por 5 m de comprimento.

Para estações em áreas internas também são fornecidas duas opções. Opção 1: adotar o mesmo espaçamento mencionado na primeira opção para áreas externas, além de promover a proteção por sistema de chuveiros automáticos, que devem ser dimensionados para o risco “Ordinário 2”, em todo o pavimento onde houver vagas específicas para carregamento elétrico, e um sistema de detecção de incêndio. Opção 2: equipar cada vaga destinada ao carregamento elétrico com um sistema de detecção de incêndio localizado. As vagas devem ser separadas entre si por meio de paredes corta-fogo, com TRRF de pelo menos 90 minutos, que devem ter o comprimento de 5 metros e possuir um fechamento junto ao teto do pavimento. Além disso devem ser instalados pelo menos 2 chuveiros automáticos de resposta rápida sobre cada vaga para VE.

Deve-se então, de acordo com a característica do local de instalação (área externa ou interna), escolher uma das opções mencionadas, que são aprofundadas em detalhe no tópico 3.2.2.4, para a execução.

Figura 47 – Fluxograma 4: Condições de Serviço

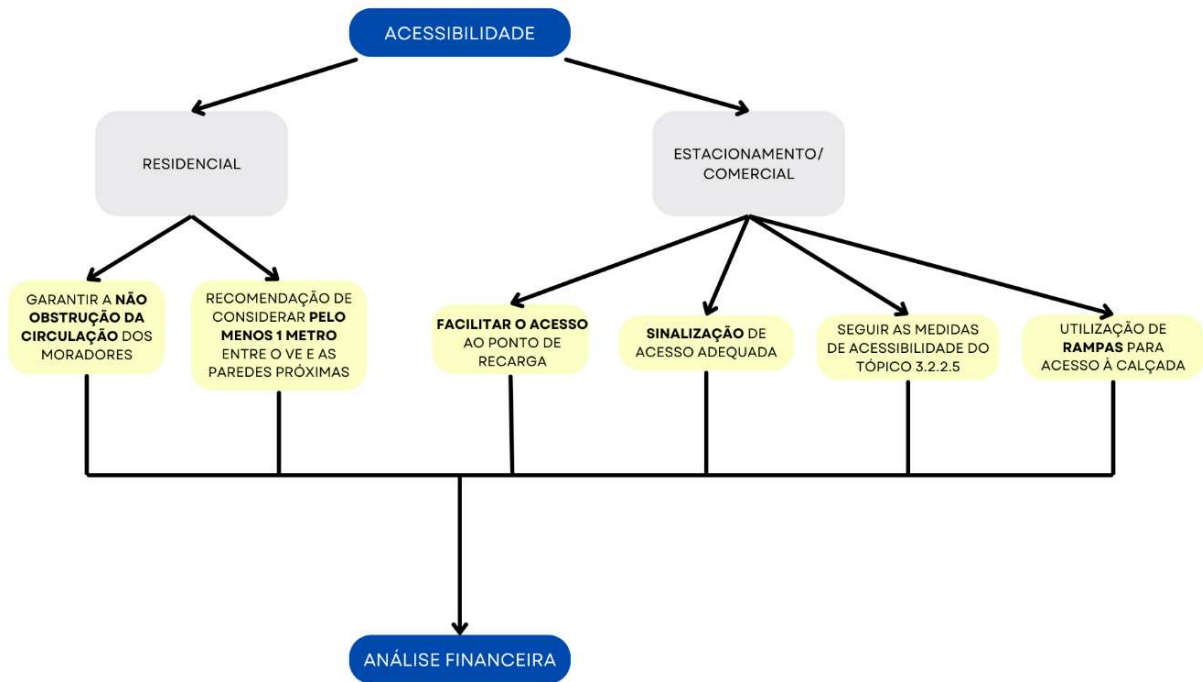


Fonte: Autor próprio.

Finalizando o passo a passo apresentado, a Figura 48 especifica os critérios de acessibilidade que devem ser levados em consideração no projeto de estações de recarga. Para instalações residenciais, deve-se garantir a não obstrução da circulação dos moradores e recomenda-se considerar pelo menos 1 metro entre o veículo elétrico e as paredes vizinhas. Em

cada instalação é necessária uma análise prévia para assegurar a acessibilidade local por ser um critério mais subjetivo em aplicações residenciais. Instalações em estacionamentos devem facilitar o acesso ao ponto de recarga, assegurar a utilização de rampas para acesso à calçada, implementar uma sinalização adequada para cada vaga de VE e seguir as medidas de acessibilidade que são aprofundadas no tópico 3.2.2.5, indispensáveis à promoção da acessibilidade local.

Figura 48 – Fluxograma 5: Acessibilidade



Fonte: Autor próprio.

Como a análise financeira é subjetiva e específica para cada usuário/cliente, ela não será aprofundada em fluxograma e foi exemplificada nos tópicos 3.1.2.6 e 3.2.2.6. O Anexo E apresenta a junção dos fluxogramas relacionados aos critérios específicos em um fluxograma completo.

## 5 CONCLUSÃO

O presente trabalho teve como objetivo principal fornecer uma base de orientação fundamentada nas principais normas nacionais e internacionais vigentes, voltada para profissionais da área e entusiastas interessados na execução de projetos de implantação de estações de recarga veicular, tanto em áreas abertas quanto fechadas. A crescente adoção de veículos elétricos no Brasil e no mundo, impulsionada por preocupações ambientais e incentivos governamentais, demanda uma infraestrutura de recarga adequada e segura. No entanto, a implementação dessa infraestrutura enfrenta desafios significativos, como a idade da rede elétrica, picos de demanda, desequilíbrios elétricos e a necessidade de padronização.

Ao longo deste trabalho, foram abordados os principais critérios gerais e específicos para a instalação de estações de recarga veicular, tanto em residências quanto em estacionamentos de shoppings, supermercados, postos de gasolina e condomínios, em áreas abertas e fechadas. Foram discutidos os diferentes tipos de veículos elétricos, os modos de carregamento, os tipos de plugues e as normas técnicas nacionais e internacionais que regulamentam essas instalações. Além disso, foram apresentados fluxogramas que sintetizam as etapas necessárias para a elaboração de projetos de estações de recarga, facilitando o entendimento e a aplicação prática das orientações.

A análise dos critérios gerais e específicos permitiu identificar as principais considerações que devem ser levadas em conta ao projetar uma estação de recarga, como a escolha do modo de carregamento, o tipo de plugue, a infraestrutura elétrica existente, a segurança elétrica e as medidas de proteção contra incêndio. Também foram destacadas as particularidades das instalações em áreas residenciais e em estacionamentos, com ênfase na acessibilidade.

A padronização dos projetos de estações de recarga veicular é essencial para garantir a compatibilidade entre os diferentes tipos de veículos e as estações, simplificar o projeto e aumentar a segurança da instalação e da rede elétrica de distribuição. A implementação eficiente de estações de recarga veicular contribui para a transição energética e o fortalecimento da rede elétrica do Brasil, promovendo a sustentabilidade e reduzindo a dependência de combustíveis fósseis. Sem uma regulamentação eficiente e aprofundada, podem ser gerados mais acidentes envolvendo estações de recarga e veículos elétricos, a concepção de projetos pode ser mais onerosa e demorada, e a rede elétrica pode ser prejudicada pela utilização de produtos que não oferecem a segurança adequada às instalações.

Em perspectivas futuras, espera-se que a preferência por veículos elétricos continue a crescer, motivada tanto pelos incentivos governamentais quanto pelas preocupações ambientais. Para apoiar esse crescimento, é essencial a expansão da infraestrutura de recarga veicular, com a instalação de mais estações de recarga e a criação de sistemas mais robustos e eficientes. A padronização dos projetos e a adoção de tecnologias inteligentes, como sistemas de carregamento inteligente e integração com fontes de energia renovável, são fundamentais para garantir que a expansão da rede não comprometa a estabilidade do fornecimento elétrico e atenda à crescente demanda por VEs.

Por fim, este trabalho contribui para a disseminação de conhecimento e boas práticas na área de engenharia elétrica, fornecendo diretrizes claras e detalhadas para a elaboração de projetos de estações de recarga veicular. Espera-se que as informações apresentadas sirvam como base para futuros estudos e projetos, promovendo a adoção de uma mobilidade mais sustentável e eficiente no Brasil.

Para a realização de trabalhos futuros são propostas as seguintes sugestões:

- a) Exploração da instalação de estações de recarga em cenários de Média Tensão;
- b) Comparação de requisitos de instalações de estações baseadas em tecnologias condutoras e por indução;
- c) Aplicação do fluxograma em casos práticos, com levantamento mais detalhado de lista de materiais, pranchas, custos e retornos financeiros;
- d) Estações de recarga veicular associadas a plantas fotovoltaicas com baterias ou células combustíveis associadas ao hidrogênio verde.

## REFERÊNCIAS

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **NBR 5410:2004: Instalações elétricas de baixa tensão.** Rio de Janeiro: ABNT, 2004.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **NBR 5419:2015: Proteção contra descargas atmosféricas.** Rio de Janeiro: ABNT, 2015.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **NBR 9050:2015: Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos.** Rio de Janeiro: ABNT, 2015.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **NBR 14039:2005: Instalações elétricas de média tensão de 1,0 kV a 36,2 kV.** Rio de Janeiro: ABNT, 2005.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **NBR 17019:2022: Instalações elétricas de baixa tensão - Requisitos para instalações em locais especiais - Alimentação de veículos elétricos.** Rio de Janeiro: ABNT, 2022.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **IEC 61439-1:2016: Conjuntos de manobra e comando de baixa tensão - Parte 1: Regras gerais.** Rio de Janeiro: ABNT, 2016.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **IEC 61851:2021: Sistema de recarga condutiva para veículos elétricos.** Rio de Janeiro: ABNT, 2021.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **IEC 62196:2021: Plugues, tomadas, tomadas móveis para veículos elétricos e plugues fixos para veículos elétricos.** Rio de Janeiro: ABNT, 2021.
- BANDEIRA, Camila Mendes. **Desenvolvimento de um conversor CC-CC aplicado a uma estação de carregamento de veículos elétricos.** Recife, 2024.
- BRASIL. **Lei nº 13.146, de 6 de julho de 2015.** Institui a Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência (Estatuto da Pessoa com Deficiência). *Diário Oficial da União*: seção 1, Brasília, DF, 7 jul. 2015. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br>. Acesso em: 18 fev. 2025.
- BRASIL. Agência Nacional de Energia Elétrica. **Resolução Normativa nº 1.000, de 7 de dezembro de 2021.** Estabelece as regras de prestação do serviço público de distribuição de energia elétrica. *Diário Oficial da União*: seção 1, Brasília, DF, 9 dez. 2021. Disponível em: <https://www.aneel.gov.br>. Acesso em: 18 fev. 2025.
- CASTRO, Bernardo Hauch Ribeiro de; FERREIRA, Tiago Toledo. **Veículos elétricos: aspectos básicos, perspectivas e oportunidades.** Rio de Janeiro: BNDES, 2010. Disponível em: [https://web.bndes.gov.br/bib/jspui/?locale=pt\\_BR](https://web.bndes.gov.br/bib/jspui/?locale=pt_BR). Acesso em: 18 fev. 2025.
- CORPO DE BOMBEIROS. **Ocupações com estações de recarga para veículos elétricos.** *Suplemento Portaria nº CCB-001/800/2024*, 05 abr. 2024.

DULĂU, L. I.; BICĂ, D. **Impact of electric vehicles on a power line with photovoltaic power plants connected.** *Machines*, MDPI, v. 10, n. 2, p. 1–29, 2022.

DO AMARAL AIRES, Regina Wundrack; MOREIRA, Fernanda Kempner; DE SÁ FREIRE, Patricia. **Indústria 4.0: desafios e tendências para a gestão do conhecimento.** *SUCEG-Seminário de Universidade Corporativa e Escolas de Governo*, v. 1, n.1, p. 224-247, Santa Catarina: UFSC, 2017.

ENEL. **Especificação Técnica nº 124 – Condições de Fornecimento de Energia Elétrica em Tensão Secundária de Distribuição.** São Paulo: Enel Distribuição Brasil.

ENEL. **Especificação Técnica nº 280 – CNC-OMBR-MAT-19-0280.** São Paulo: Enel Distribuição Brasil.

ENEL. **Especificação Técnica nº CNC-OMBR-MAT-20-0976-EDSP.** São Paulo: Enel Distribuição Brasil.

FIORIO, Jonatas Fernando Oliveira; OLIVEIRA, Bruno Souza; CANDIDO, Kelvin Nunes; SANTOS, Rafael Gonçalves dos. **Panorama da eletrificação veicular no estado de São Paulo.** *Journal of Urban Technology and Sustainability*, São Paulo, v. 06, 2023.

GOMES, Jaqueline Barbosa. **Incentivos fiscais ao uso de veículos elétrico-híbridos no Brasil.** 2024.

HABIB, S. et al. **A comprehensive study of implemented international standards, technical challenges, impacts and prospects for electric vehicles.** *IEEE Access*, IEEE, v. 6, p. 1–25, 2018.

LIMA, Nuno Miguel Duarte. **Comparação de estratégias de carregamento de veículos elétricos.** 2012.

LISTON, Raul Junges. **Desenvolvimento de um dispositivo para testes de carregadores para veículos elétricos.** Florianópolis, 2024.

NETO, R. M. D. L. **Análise dos impactos do carregamento de veículos elétricos na qualidade de energia em redes de distribuição.** 130 f. Dissertação (Mestrado) — Universidade Federal de Pernambuco - UFPE, Recife, 2014.

OLIVEIRA, Jacyntha Lays Rodrigues. **Cenário atual do mercado internacional e nacional dos veículos elétricos (VE).** Fortaleza, 2023.

PORTAL DO PLANALTO. **Brasil se compromete a reduzir emissões de carbono em 50%, até 2030.** 2021. Disponível em: <https://www.gov.br/casacivil/pt/br/assuntos/noticias/2021/novembro/brasil-se-compromete-a-reduzir-emissoes-de-carbono-em-50-ate-2030>. Acesso em: 18 fev. 2025.

SIQUEIRA, Marcelo Granato. **Desenvolvimento de carregador rápido para veículos elétricos.** Itajubá, 2023.

YILMAZ, M.; KREIN, P. T. **Review of benefits and challenges of vehicle-to-grid technology.** In: *2012 IEEE Energy Conversion Congress and Exposition (ECCE)*. Raleigh, NC, USA: Institute of Electrical and Electronics Engineers, 2012. p. 3082–3089.

## ANEXO A – ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS WEMOB EASY E WEMOB WALL

# ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS



|                                   |   | EASY  | WALL  |                     |                         |
|-----------------------------------|---|---|---|---------------------|-------------------------|
| <b>GERAL</b>                      | Modelo <sup>®</sup>   | WEMOB-E-004-1T2-PBR   | WEMOB-W-007-W-R-1T2   | WEMOB-W-007-W-R-1T1 | WEMOB-W-012-W-R-1T1     |
|                                   | Código (Padrão/Green+)                                      | 1739478 / 17734290  | 15744306 / 17733647   | 16089163 / 17734579 | 17023954 / 17734442     |
| <b>ENTRADA CA</b>                 | Tensão de alimentação                                       | 100-240 Vca<br>±10% F+N+T / F+F+T<br>com cabo de 1,5 metros           | 100-240 Vca<br>±10% F+N+T / F+F+T   |                     |                         |
|                                   | Frequência  | 50/60 Hz ±5%  |   |                     |                         |
| <b>SAÍDA CA</b>                   | Potência máxima de saída                                    | Até 4,8 kW <sup>1)</sup>  | Até 7,68 kW <sup>1)</sup>   |                     | Até 12 kW <sup>1)</sup> |
|                                   | Tensão de saída   | Conforme tensão de alimentação  |   |                     |                         |
|                                   | Corrente de saída   | 6 até 20 A por fase –<br>outras opções sob<br>consulta                | 6 até 32 A por fase   |                     | 6 até 50 A por fase     |
| <b>CARACTERÍSTICAS MECÂNICAS</b>  | Quantidade de tomadas                                       | 1 cabo com conector   |   |                     |                         |
|                                   | Tipo de conector  | Tipo 2  |   | Tipo 1              |                         |
|                                   | Tamanho do cabo de conexão<br>com plugue                    | 5 metros  | 5 metros (7 metros, sob consulta)   |                     |                         |
|                                   | Temperatura   | -30 °C a 50 °C  |   |                     |                         |
|                                   | Grau de proteção  | IP65  |   |                     |                         |
|                                   | Proteção contra impactos<br>mecânicos externos              | IK10  |   |                     |                         |
|                                   | Dimensão sem conector<br>(A x L x P)                        | 266 x 97 x 60 mm  | 426 x 293 x 144 mm  |                     |                         |
|                                   | Dimensão com conector<br>(A x L x P)                        | -   | 426 x 293 x 254 mm  | 426 x 293 x 276 mm  |                         |
|                                   | Peso aproximado   | 2,5 kg  | 6 kg  |                     |                         |
|                                   | Vida mecânica do plugue de<br>recarga                       | Sem carga (Inserir/retirar) > 10.000 vezes                            |   |                     |                         |
| <b>CARACTERÍSTICAS ELÉTRICAS</b>  | Grau de poluição  | 3   |   |                     |                         |
|                                   | Tensão nominal de isolamento                                | 250 V   |   |                     |                         |
|                                   | Tensão de impulso   | 4 kV  |   |                     |                         |
|                                   | Categoria de sobretensão                                    | 3   |   |                     |                         |
| <b>PROTEÇÕES ELÉTRICAS</b>        | Sistemas de ligação à terra                                 | TT / TN-S / TN-C-S com<br>monitor de aterramento                      | TT / TN-S / TN-C-S  |                     |                         |
|                                   | Sobrecorrente   | Incluso   |   |                     |                         |
|                                   | Sobretensão   | Incluso – sensor interno e<br>no plugue de alimentação                | Incluso   |                     |                         |
|                                   | Falha de comunicação com o VE                               | Incluso   |   |                     |                         |
|                                   | Deteção de falta à terra<br>(proteção de corrente residual) | Incluso – 30 mA CA e 6 mA CC  |   |                     |                         |
| <b>CARACTERÍSTICAS ADICIONAIS</b> | Surtos de tensão (controle)                                 | Incluso – via variator  |   |                     |                         |
|                                   | Medição de energia  | -   | Inclusa   |                     |                         |
|                                   | Identificação   | LEDs  |   |                     |                         |
| <b>NORMAS ATENDIDAS</b>           | Interação com o usuário                                     | Botão para seleção da<br>corrente de saída e LEDs<br>para diagnóstico | Automático / RFID / Software de gestão <sup>2)</sup>                              |                     |                         |
|                                   | Principais normas   | NBR 14136, IEC 61851-1,<br>IEC 62752                                  | ANATEL, IEC 82955, IEC 61851-1, IEC 61439-7                                       |                     |                         |
| <b>COMUNICAÇÃO</b>                | Certificações internacionais                                | -   | EV-ready 2.0, CE, UKCA,<br>RETE, SEC, UNF, NOM-ULM                                | RETE, NOM-ULM, SEC  | UL <sup>4)</sup>        |
|                                   | OCPP 1.6 J50N   | -   | Incluso   |                     |                         |
|                                   | Lector RFID   | -   | Incluso (cartões RFID não incluídos, podem ser adquiridos separadamente)          |                     |                         |
|                                   | WEMOB <sup>®</sup> Management Platform                      | -   | Opcional <sup>2)</sup> (assinatura não inclusa, pode ser adquirida separadamente) |                     |                         |
|                                   | Wi-Fi   | -   | Incluso   |                     |                         |
|                                   | 4G (LTE)  | -   | -   |                     |                         |
| Ethernet                          | -   | -   |   |                     |                         |

Fonte: WEG (2024).

## ANEXO B - ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS WEMOB PARKING

# ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS



|                                    |  | PARKING   |                          |  |                          |                          |
|------------------------------------|--|---|--------------------------|--|--------------------------|--------------------------|
| GERAL                              |  | WEMOB-P-023-W-R-1T2   | WEMOB-P-023-W-E-4G-R-1T2 | WEMOB-P-023-W-E-4G-R-H-1T2-SBR                                   | WEMOB-P-046-W-E-4G-R-2T2 | WEMOB-P-046-W-E-4G-R-1T2 |
| Código (Padrão/Green+)             |  | 15846064 / 17733885   | 15470272 / 17734392      | 16756746 / 17734194  | 13381450 / 17734097      | 16650367 / 17734678      |
| ENTRADA CA                         | Tensão de alimentação                                    | 100-240 Vca ± F+N+T / F+T<br>198-415 Vca ±10% 3F+N+T                              |                          |  |                          |                          |
|                                    | Frequência   | 50/60 Hz ±5%  |                          |  |                          |                          |
| SAÍDA CA                           | Potência máxima de saída                                 | até 23 kW <sup>1)</sup>   |                          | 2x até 23 kW <sup>1)</sup>                                       | até 45 kW <sup>1)</sup>  |                          |
|                                    | Tensão de saída  | Conforme tensão de alimentação  |                          |  |                          |                          |
| Corrente de saída:                 |  | 6 até 32 A por fase   |                          |  |                          | 12 até 63 A por fase     |
| CARACTERÍSTICAS MECÂNICAS          | Quantidade de tomadas                                    | 1 cabo com conector   |                          | 1 cabo com conector<br>1 tomada padrão brasileiro<br>NBR (20 A)  | 2 cabos com conector     | 1 cabo com conector      |
|                                    | Tipo de conector   | Tipo 2 (opção com aquecer sob consulta)   |                          |  |                          |                          |
|                                    | Tamanho do cabo de conexão com plugue                    | 5 metros (7 metros sob consulta)  |                          |  |                          |                          |
|                                    | Tela LCD alta resolução                                  | -   |                          | incluso  |                          |                          |
|                                    | Temperatura  | - 25 °C a 50 °C   |                          |  |                          |                          |
|                                    | Grau de proteção   | IP55  |                          | IP54   |                          | IP55                     |
|                                    | Proteção contra impactos mecânicos externos              | IK10  |                          |  |                          |                          |
|                                    | Dimensão sem conector (A x L x P)                        | 426 x 293 x 144 mm  |                          | 536 x 355 x 156 mm   |                          |                          |
|                                    | Dimensão com conector (A x L x P)                        | 426 x 293 x 254 mm  |                          | 536 x 355 x 266 mm   |                          |                          |
|                                    | Peso aproximado  | 6 kg  |                          | 13 kg  | 14 kg                    | 18 kg                    |
| Vida mecânica do plugue de recarga | Sem carga (inserir/retirar) > 10.000 vezes               |   |                          |  |                          |                          |
| CARACTERÍSTICAS ELÉTRICAS          | Grau de poluição   | 3   |                          |  |                          |                          |
|                                    | Tensão nominal de isolamento                             | 500 V   |                          |  |                          |                          |
|                                    | Tensão de impulso  | 4 kV  |                          |  |                          |                          |
| PROTEÇÕES ELÉTRICAS                | Categoria de sobretensão                                 | 3   |                          |  |                          |                          |
|                                    | Sistema de ligação à terra                               | TT / TN-S / TN-C-S  |                          |  |                          |                          |
|                                    | Sobrecorrente  | Incluso   |                          |  |                          |                          |
|                                    | Sobretensão  | Incluso   |                          |  |                          |                          |
|                                    | Falha de comunicação com o VE                            | Incluso   |                          |  |                          |                          |
| CARACTERÍSTICAS ADICIONAIS         | Deteção de falta à terra (proteção de corrente residual) | Incluso – 30 mA CA e 6 mA CC  |                          |  |                          |                          |
|                                    | Surtos de tensão (controle)                              | Incluso – via varistor  |                          |  |                          |                          |
| NORMAS ATENDIDAS                   | Medição de energia                                       | Inclusa   |                          |  |                          |                          |
|                                    | Identificação  | LEDs  |                          | LEDs e tela LCD  |                          | LEDs                     |
| COMUNICAÇÃO                        | Interação com o usuário                                  | Automática / RFID / Software de gestão <sup>2)</sup>                              |                          |  |                          |                          |
|                                    | Principais normas  | ANATEL, IEC 62955, IEC 61851-1, IEC 61439-7                                       |                          |  |                          |                          |
| NORMAS ATENDIDAS                   | Certificações internacionais                             | EV-ready 2.0, CE, UKCA, RETE, SEC, NOM-ULM  |                          |  |                          | -                        |
|                                    | OCPP 1.6 JSON  | Incluso   |                          |  |                          |                          |
|                                    | Leitor RFID  | Incluso (cartões RFID são inclusos, podem ser adquiridos separadamente)           |                          |  |                          |                          |
|                                    | WEMOB® Management Platform                               | Opcional <sup>3)</sup> (assinatura não inclusa, pode ser adquirida separadamente) |                          |  |                          |                          |
|                                    | Wi-Fi  | Incluso   |                          |  |                          |                          |
| COMUNICAÇÃO                        | 4G (LTE)   | -   |                          | incluso <sup>3)</sup> (cartão SIM e plano de dados não inclusos) |                          |                          |
|                                    | Ethernet   | -   |                          | Incluso  |                          |                          |

Fonte: WEG (2024).

## ANEXO C - ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS WEMOB STATION PARTE 1

# ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS



|                                   |   | STATION  |  |
|-----------------------------------|---|--|--|
| <b>GERAL</b>                      | Modelo                                      | WEMOB-S-030-W-E-4G-R-H-1CS2<br>WEMOB-S-040-W-E-4G-R-H-1CS2                         | WEMOB-S-080-W-E-4G-R-H-2CS2<br>WEMOB-S-080-W-E-4G-R-H-2CS2       |
|                                   | Código                                      | 17537355<br>17850092   | 17982755<br>17933456   |
| <b>ENTRADA CA</b>                 | Tensão de alimentação                       | 380-415 V <sub>oa</sub> ±10% 3F+N+T  |  |
|                                   | Frequência                                  | 50/60 Hz ±5%   |  |
|                                   | Corrente máxima de entrada                  | WEMOB-S-030: 58 A<br>WEMOB-S-040: 67 A   | WEMOB-S-080: 103 A<br>WEMOB-S-080: 136 A                         |
|                                   | Fator de potência                           | 0,9 de 25 a 50% de carga<br>0,98 de 50 a 100% de carga                             | ≥0,96 de 50 a 100% de carga<br>≥0,99 100% de carga               |
|                                   | Eficiência                                  | 95% <sup>1)</sup>  |  |
| <b>SAÍDA</b>                      | Potência máxima de saída                    | WEMOB-S-030: 30 kW CC <sup>1)</sup><br>WEMOB-S-040: 40 kW CC                       | WEMOB-S-080: 60 kW ou 30+30 kW<br>WEMOB-S-080: 80 kW ou 40+40 kW |
|                                   | Tensão de saída CC                          | 150-820 V <sub>cc</sub>  |  |
|                                   | Corrente máxima de saída CC                 | WEMOB-S-030: 60 A<br>WEMOB-S-040: 133 A  | WEMOB-S-080: 150 A<br>WEMOB-S-080: 200 A                         |
|                                   |   |  |  |
| <b>CARACTERÍSTICAS MECÂNICAS</b>  | Grau de proteção                            | IP54   |  |
|                                   | Proteção contra impactos mecânicos externos | IK10   |  |
|                                   | Temperatura de operação                     | -25 °C a 40 °C – Até 50 °C com derating  |  |
|                                   | Dimensões aproximadas (A x L x P)           | 930 x 740 x 315 mm   | 800 x 850 x 375 mm   |
|                                   | Peso aproximado                             | ≤110 kg (sem totem) / ≤150 kg (com totem)  | ≤140 kg (sem totem) / ≤160 kg (com totem)                        |
|                                   | Quantidade de conectores                    | 1 conector com cabo fixo   | 2 conectores com cabo fixo                                       |
|                                   | Tipo de conector                            | CCS-2  | CCS-2 (ou combinação com CCS-1 e NACS – outros sob consulta)     |
|                                   | Comprimento útil do cabo                    | 4,3 metros   |  |
|                                   | Tela LCD de 10,1" colorida                  | Incluída   |  |
|                                   | Forma de instalação                         | Fixação na parede ou totem/pedestal  |  |
|                                   | Gabinete separado para potência             | Não  |  |
|                                   | <b>PROTEÇÕES ELÉTRICAS</b>                  | Curto-circuito   | Incluído   |
| Sobrecorrente                     |   | Incluído   |  |
| Surtos de tensão (controle)       |   | Incluído   |  |
| Sobretensão (módulo de potência)  |   | Incluído   |  |
| Subtensão (módulo de potência)    |   | Incluído   |  |
| Sobretemperatura                  |   | Incluído   |  |
| Falha de comunicação com o VE     |   | Incluído   |  |
| Falha de isolamento (IMD)         |   | Incluído   |  |
| <b>CARACTERÍSTICAS ADICIONAIS</b> | Medição de energia                          | Incluído   |  |
|                                   | Identificação                               | LEDs e tela LCD  |  |
|                                   | Interação com o usuário                     | Automático / RFID / Software de gestão <sup>2)</sup>                               |  |
| <b>NORMAS ATENDIDAS</b>           | IEC 61851-23                                | Sim  |  |
|                                   | IEC 61851-1                                 | Sim  |  |
|                                   | IEC 61439-7                                 | Sim  |  |
| <b>COMUNICAÇÃO</b>                | OCPP 1.6 J2818                              | Incluído   |  |
|                                   | Leitor RFID                                 | Incluído (cartões RFID não incluídos, podem ser adquiridos separadamente)          |  |
|                                   | WEMOB® Management Platform                  | Opcional <sup>3)</sup> (assinatura não incluída, pode ser adquirida separadamente) |  |
|                                   | Wi-Fi                                       | Incluído   |  |
|                                   | 4G (LTE)                                    | Incluído <sup>3)</sup> (cartão SIM e plano de dados não incluídos)                 |  |
| Ethernet                          | Incluído                                    |  |  |

Fonte: WEG (2024).

## ANEXO D - ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS WEMOB STATION PARTE 2

# ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS



|                                 |   | STATION   |  |
|---------------------------------|---|---|--|
| GERAL                           | Modelo                                      | WEMOB-S-030-W-E-4G-R-H-1CS2-M<br>WEMOB-S-060-W-E-4G-R-H-1CS2-M                    | WEMOB-S-120-W-E-4G-R-H-2CS2<br>WEMOB-S-160-W-E-4G-R-H-2CS2<br>WEMOB-S-180-W-E-4G-R-H-2CS2<br>WEMOB-S-240-W-E-4G-R-H-2CS2   |
|                                 | Código                                      | 1764648<br>1764848  | 1747825<br>1795685<br>1725725<br>1793550   |
| ENTRADA CA                      | Tensão de alimentação                       | 380-415 Vca ±10% 3F+N+T   |  |
|                                 | Frequência                                  | 50/60 Hz ±5%  |  |
|                                 | Corrente máxima de entrada                  | WEMOB-S-030: 58 A<br>WEMOB-S-060: 112 A   | WEMOB-S-120: 202 A<br>WEMOB-S-160: 268 A<br>WEMOB-S-180: 301 A<br>WEMOB-S-240: 400 A   |
|                                 | Fator de potência                           | 0,9 de 25 a 50% de carga<br>0,98 de 50 a 100% de carga                            |  |
|                                 | Eficiência                                  | 95%*  |  |
| SAÍDA                           | Potência máxima de saída                    | WEMOB-S-030: 30 kW CC <sup>1)</sup><br>WEMOB-S-060: 60 kW CC <sup>1)</sup>        | WEMOB-S-120: 120 kW CC ou 60+60 kW CC <sup>1)</sup><br>WEMOB-S-160: 160 kW CC ou 80+80 kW CC <sup>1)</sup><br>WEMOB-S-180: 180 kW CC ou 90+90 kW CC <sup>1)</sup><br>WEMOB-S-240: 240 kW CC ou 120+120 kW CC <sup>1)</sup> |
|                                 | Tensão de saída CC                          | 150-920 Vcc   |  |
|                                 | Corrente máxima de saída CC                 | WEMOB-S-030: 80 A<br>WEMOB-S-060: 150 A   | WEMOB-S-120: 300 A<br>WEMOB-S-160: 500 A<br>WEMOB-S-180: 500 A<br>WEMOB-S-240: 500 A   |
| CARACTERÍSTICAS MECÂNICAS       | Grau de proteção                            | IP41  | IP54   |
|                                 | Proteção contra impactos mecânicos externos | IK10  |  |
|                                 | Temperatura de operação                     | -25 °C a 40 °C – Até 50 °C com derating   |  |
|                                 | Dimensões aproximadas (A x L x P)           | 1.015 x 835 x 730 mm  | 2.082 x 900 x 650 mm   |
|                                 | Peso aproximado                             | ≤140 kg - 160 kg  | ≤550 kg - 600 kg   |
|                                 | Quantidade de conectores                    | 1 conector com cabo fixo  | 1 ou 2 conectores com cabo fixo  |
|                                 | Tipo de conector                            | CCS-2   | CCS-2 (ou combinação com CCS-1 e NACS – outros sob consulta)   |
|                                 | Comprimento do cabo de entrada              | 10 metros   | -  |
|                                 | Comprimento útil do cabo                    | 4,7 metros  | WEMOB-S-120: 4,60 metros / Demais modelos: 5,60 metros   |
|                                 | Tela LCD de 10,1" colorida                  | Inclusa   |  |
|                                 | Forma de instalação                         | Móvel com carrinho para transporte  | Montado no piso  |
| Gabinete separado para potência | Não   |   |  |
| PROTEÇÕES ELÉTRICAS             | Curto-circuito                              | Incluso   |  |
|                                 | Sobrecorrente                               | Incluso   |  |
|                                 | Surtos de tensão (controle)                 | Incluso   |  |
|                                 | Sobretensão (módulo de potência)            | Incluso   |  |
|                                 | Subtensão (módulo de potência)              | Incluso   |  |
|                                 | Sobre temperatura                           | Incluso   |  |
|                                 | Falha de comunicação com o VE               | Incluso   |  |
| Falha de isolamento (IMD)       | Incluso                                     |   |  |
| CARACTERÍSTICAS ADICIONAIS      | Medição de energia                          | Incluso   |  |
|                                 | Identificação                               | LEDs e tela LCD   |  |
|                                 | Interação com o usuário                     | Automático / RFID / Software de gestão <sup>2)</sup>                              |  |
| NORMAS ATENDIDAS                | IEC 61851-23                                | Sim   |  |
|                                 | IEC 61851-1                                 | Sim   |  |
|                                 | IEC 61439-7                                 | Sim   |  |
| COMUNICAÇÃO                     | OCPP 1.6 JS0N                               | Incluso   |  |
|                                 | Lector RFID                                 | Incluso (cartões RFID não inclusos, podem ser adquiridos separadamente)           |  |
|                                 | WEMOB® Management Platform                  | Opcional <sup>3)</sup> (assinatura não inclusa, pode ser adquirido separadamente) |  |
|                                 | Wi-Fi                                       | Incluso   |  |
|                                 | 4G (LTE)                                    | Incluso <sup>3)</sup> (cartão SIM e plano de dados não inclusos)                  |  |
| Ethernet                        | Incluso                                     |   |  |

