

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE
MINAS GERAIS - *CAMPUS* FORMIGA
BACHARELADO EM ENGENHARIA ELÉTRICA

Eduardo Rosa Cardoso

**ESTAÇÕES RESIDENCIAIS DE CARREGAMENTO DE VEÍCULOS ELÉTRICOS:
modelagem e parametrização de famílias para construção de *template* no Revit**

Formiga
2025

EDUARDO ROSA CARDOSO

**ESTAÇÕES RESIDENCIAIS DE CARREGAMENTO DE VEÍCULOS ELÉTRICOS:
modelagem e parametrização de famílias para construção de *template* no Revit**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Curso Bacharelado em Engenharia Elétrica do Instituto Federal de Minas Gerais - *Campus* Formiga como requisito para obtenção do título de bacharel em Engenharia Elétrica. Orientador: Prof. Me. Marco Antônio Silva Pereira. Coorientador: Prof. Dr. Gustavo Lobato Campos.

Formiga - MG

2025

Cardoso, Eduardo Rosa
C268e Estações residenciais de carregamento de veículos elétricos: modelagem e
parametrização de famílias para construção de template no Revit / Eduardo Rosa
Cardoso – Formiga : IFMG, 2025.
129 p. :il. color.

Orientador: Prof. Me. Marco Antônio Silva Pereira
Co-orientador: Prof. Dr. Gustavo Lobato Campos
Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Elétrica) –
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais – *Campus*
Formiga.

1. BIM. 2. Estação de carregamento veicular. 3. Modelagem BIM. 4.
Parametrização de famílias no Revit. 5. Veículos elétricos. I. Pereira, Marco Antônio.
II. Campos, Gustavo Lobato. III. Título.

CDD 621.3

EDUARDO ROSA CARDOSO

**ESTAÇÕES RESIDENCIAIS DE CARREGAMENTO DE VEÍCULOS ELÉTRICOS:
modelagem e parametrização de famílias para construção de template no
Revit**

Trabalho de conclusão de curso
apresentado ao Curso Bacharelado em
Engenharia Elétrica do Instituto Federal
de Educação, Ciência e Tecnologia de
Minas Gerais - Campus Formiga como
requisito parcial para obtenção de título
de bacharel em Engenharia Elétrica.

Orientador: Prof. Me. Marco Antônio Silva
Pereira

Avaliado em 10 de julho de 2025.

Nota: 100 pontos.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Me. Marco Antônio Silva Pereira (Orientador)
Prof. Dr. Gustavo Lobato Campos (Coorientador)
Prof. Me. Rodrigo Menezes Sobral Zacaroni
Prof. Dr. Diego Barbosa Carvalho
Prof. Esp. Abrão Júnio de Oliveira

Formiga, 22 de julho de 2025.



Documento assinado eletronicamente por **Marco Antônio Silva Pereira, Professor**, em 22/07/2025, às 14:41, conforme Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020.



Documento assinado eletronicamente por **Gustavo Lobato Campos, Professor**, em 22/07/2025, às 14:46, conforme Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020.



Documento assinado eletronicamente por **RODRIGO MENEZES SOBRAL ZACARONI, Usuário Externo**, em 22/07/2025, às 14:47, conforme Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020.



Documento assinado eletronicamente por **Abrão Júnio de Oliveira, Professor Substituto**, em 22/07/2025, às 14:55, conforme Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020.



Documento assinado eletronicamente por **Diego Barbosa Carvalho, Professor Substituto**, em 23/07/2025, às 15:53, conforme Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020.



A autenticidade do documento pode ser conferida no site <https://sei.ifmg.edu.br/consultadocs> informando o código verificador **2393084** e o código CRC **831432AE**.

23211.001489/2025-13

2393084v1

AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente, a Deus, por me dar força, saúde e sabedoria para enfrentar todos os desafios ao longo dessa jornada acadêmica.

À minha família, em especial à minha mãe Denise M. Rosa, aos meus irmãos Pedro H. R. Silva e Amanda C. R. Cardoso, e ao meu companheiro de vida Leonardo A. Marques, pelo amor, apoio incondicional, incentivo constante e por acreditarem em mim mesmo nos momentos mais difíceis. Sem vocês, nada disso seria possível.

Ao meu orientador, Marco Antônio Silva Pereira, e ao meu coorientador Gustavo Lobato Campos, pela paciência, dedicação, conhecimento compartilhado e pelas valiosas orientações que contribuíram significativamente para a realização deste trabalho.

Ao GSE – Grupo de Soluções em Engenharia, pelo incentivo à pesquisa e por proporcionar um ambiente de crescimento e troca de conhecimento. Em especial, agradeço pelo desenvolvimento do projeto de extensão “*REVIT para projetos de instalações elétricas*”, que foi essencial para minha formação. Meus sinceros agradecimentos ao Prof. Dr. Gustavo Lobato Campos e ao Eng. Rodrigo Menezes Sobral Zacaroni pelo apoio, ensinamentos e orientação ao longo do projeto. Além disso, agradeço também aos meus colegas de projeto, Ana Laura S. Teixeira, Kamilly S. de Oliveira, Raul O. F. Barreto, Ruan S. Alves.

Aos professores e colegas do curso, que fizeram parte dessa caminhada com trocas de experiências, incentivos e aprendizados que levarei para a vida.

Aos meus amigos e demais familiares, pelo incentivo, compreensão nos momentos de ausência e apoio emocional nos momentos mais difíceis.

E, por fim, a todos que, de alguma forma, contribuíram para que este trabalho fosse possível. Minha gratidão é imensa.

“Deixe o mundo um pouco melhor do que encontrou.”

Robert Stephenson Smith Baden-Powell

RESUMO

No Brasil, tem-se observado um aumento significativo na proporção da frota de carros elétricos, que cresceu quarenta vezes entre 2015 e 2023, conforme dados processados pela NeoCharge e baseados em informações da Secretaria Nacional de Trânsito (SENATRAN). A Associação Brasileira do Veículo Elétrico (ABVE) também apresentou dados relevantes sobre o mercado de veículos elétricos e híbridos no país. Entre janeiro e abril de 2023, as vendas desses veículos registraram um crescimento de 51% em relação ao mesmo período de 2022.

Diante do crescimento da utilização de veículos elétricos no Brasil e no mundo, torna-se evidente a necessidade de expansão da infraestrutura de pontos de recarga. Esses pontos podem ser instalados tanto em ambientes residenciais quanto comerciais, com diferentes níveis de capacidade de potência. Por isso, é fundamental que o projeto elétrico seja desenvolvido por um profissional devidamente qualificado, com acesso aos recursos necessários para sua elaboração.

Com o intuito de suprir a escassez de materiais acadêmicos voltados à elaboração de projetos elétricos para estações residenciais de carregamento de veículos, utilizando a metodologia BIM (Modelagem da Informação da Construção), este trabalho teve como objetivo principal a criação de modelos parametrizados, denominados famílias. Essas famílias foram utilizadas para compor um modelo de projeto padronizado (*template*), que possibilitou o desenvolvimento completo de projetos elétricos para estações de carregamento residenciais, empregando o *software* Revit.

A partir do desenvolvimento dessas famílias tridimensionais (3D), foi possível elaborar projetos que representassem fielmente a realidade prática, minimizando imprevistos e dificuldades na fase de execução. Além disso, também foram criadas representações bidimensionais (2D), destinadas a atender às exigências de informação e documentação dos projetos elétricos, apresentadas em formato de *layout* técnico.

Palavras-chave: BIM, estação de carregamento de veicular, parametrização de famílias no Revit.

ABSTRACT

In Brazil, a significant increase has been observed in the proportion of electric vehicles in the national fleet, which grew fortyfold between 2015 and 2023, according to data processed by NeoCharge and based on information from the National Traffic Department (SENATRAN). The Brazilian Electric Vehicle Association (ABVE) also presented relevant data regarding the electric and hybrid vehicle market in the country. Between January and April 2023, sales of these vehicles grew by 51% compared to the same period in 2022.

Given the continuous growth in the adoption of electric vehicles in Brazil and worldwide, there is a clear and urgent need to expand the charging infrastructure. These charging points can be installed in both residential and commercial environments, with different levels of power capacity. Therefore, it is essential that the electrical design be carried out by a properly qualified professional with access to the necessary resources for its development.

In order to address the lack of academic materials focused on the design of residential electric vehicle charging station using the BIM (Building Information Modeling) methodology, this work aimed to create parameterized models known as families. These families were used to build a standardized project model (*template*), which enabled the comprehensive development of electrical designs for residential charging stations using Revit software.

Through the development of these three-dimensional (3D) families, it was possible to create projects that faithfully represent practical reality, minimizing unforeseen issues and complications during the execution phase. In addition, two-dimensional (2D) representations were also created to meet the informational and documentation needs of the electrical design, presented in technical layout format.

Keywords: BIM, electric vehicle charging station, family parameterization in Revit.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Estoque global de carros elétricos de 2013 a 2023.....	21
Figura 2 - Pontos de recarga de veículos ligeiros instalados públicos e privados por potência e tipo, (2015- 2023).....	23
Figura 3 - Esquemático dos tipos de VEs.....	27
Figura 4 - Modo 1 de carregamento para VEs conforme a NBR IEC 61851-1.	29
Figura 5 - Modo 2 de carregamento para VEs conforme a NBR IEC 61851-1.	30
Figura 6 - Modo 3 de carregamento para VEs conforme a NBR IEC 61851-1.	30
Figura 7 - Modo 4 de carregamento para VEs conforme a NBR IEC 61851-1.	31
Figura 8 - Interação 3D e propriedades paramétricas de um QDC.	34
Figura 9 - Documentação final de projeto de cabeamento estruturado, prancha, planta baixa, vistas 2D e 3D.	35
Figura 10 - Vista 3D de um projeto elétrico de um edifício com 8 apartamentos.....	36
Figura 11 - Tabela medidor geral do edifício com os chuveiros.	37
Figura 12 - Tabela medidor geral do edifício sem os chuveiros.	37
Figura 13 - Criação de famílias no Revit.....	42
Figura 14 - Animação exemplo da ferramenta mesclar.....	42
Figura 15 - Criação de um círculo com a ferramenta de extrusão.....	43
Figura 16 - Criação de um círculo com a ferramenta de extrusão de vazio.	43
Figura 17 - Criação de um círculo com a ferramenta de extrusão de vazio.	44
Figura 18 - Ponto de tomada em condutele de PVC.	44
Figura 19 - Atribuindo um ponto de conexão de conduíte.	45
Figura 20 - Modelagem do conjunto de tomada em condutele.	45
Figura 21 - Criação de um novo parâmetro de família.....	46
Figura 22 - Criação do arquivo de grupo de parâmetro compartilhado.....	47
Figura 23 - Criação do grupo de parâmetro compartilhado.....	48
Figura 24 - Criação de parâmetro compartilhado.	48
Figura 25 - Finalização da criação de parâmetro compartilhado.....	49
Figura 26 - Criação de um parâmetro de família de tipo.....	49
Figura 27 - Atribuindo um conector elétrico em uma face.....	50
Figura 28 - Associação dos parâmetros criados com os parâmetros do conector elétrico.	50
Figura 29 - Categorização da família e marcação como família compartilhada.	51

Figura 30 - Aplicação da família parametrizada em um projeto elétrico já existente.	51
Figura 31 - Criação de simbologias com a ferramenta de linha ao partir do <i>template</i> de anotação genérica métrica.....	52
Figura 32 - Estação de Recarga WEMOB WALL, modelo WEMOB-W-007-W-R-1T2.....	54
Figura 33 - Placa frontal branca, placa frontal inferior branca, anel para soquete em preto, anel para junção de placa e soquete curvado branco, suporte para <i>plugue</i> , carcaça traseira, conector dos cabos, cabos e <i>plugs</i> do tipo 2 do WEMOB-W-007-W-R-1T2 modeladas individualmente.	54
Figura 34 - Família aninhada do modelo WEMOB-W-007-W-R-1T2.	55
Figura 35 - Família aninhada do modelo WEMOB-W-007-W-R-1T1.	56
Figura 36 - Parâmetros compartilhados e equações incorporadas.....	57
Figura 37 - Parâmetros, equações e descrições do WEMOB-W-007-W-R-1T1.....	58
Figura 38 - Parâmetros, equações e descrições do WEMOB-W-007-W-R-1T2.....	59
Figura 39 - Parâmetros, equações e descrições do WEMOB-W-012-W-R-1T1.....	59
Figura 40 - Interruptor diferencial residual, classe A, STECK.	61
Figura 41 - Modelagem 3D e parâmetros compartilhados de instância do IDR de dois polos.	61
Figura 42 - Modelagem 3D e parâmetros compartilhados de instância do IDR de quatro polos.	62
Figura 43 - Dispositivo de proteção contra sobretensões transitórias (DPS), fabricante CLAMPER.	63
Figura 44 - Modelagem 3D e parâmetros compartilhados para o DPS.	63
Figura 45 - Mini Disjuntores de 2 a 70A do fabricante STECK.	64
Figura 46 - Modelagem 3D dos minis disjuntores do fabricante STECK.....	65
Figura 47 - Parâmetros incorporados dos minis disjuntores do fabricante STECK.....	65
Figura 48 - Medidor de energia elétrica DDS238-2 e suas dimensões, Sibratec.	66
Figura 49 - Modelagem e parametrização do medidor de energia elétrica DDS238-2.	66
Figura 50 - Quadro de sobrepor 18 DIN, fabricante WEG.	67
Figura 51 - Modelagem e parametrização do quadro de sobrepor para 12 DIN.	67
Figura 52 - Dimensões da tomada de embutir TEWD-32P3H6E57.	68
Figura 53 - Dimensões da tomada industrial de sobrepor TSWD-32P3H6E57.....	69
Figura 54 - Modelagem e parametrização da tomada ind. de embutir TEWD-32P3H6E57....	69
Figura 55 - Modelagem e parametrização da tomada ind. de sobrepor TSWD-32P3H6E57. .	70

Figura 56 - Dimensões do conector de tomada industrial, modelo PIWD-32P3H6E57 da WEG.	71
Figura 57 - Modelagem e parametrização do conector de tomada industrial PIWD-32P3H6E57.	71
Figura 58 - Modelagem das famílias individuais, caixa, conector, tampa e módulo, Wetzel.	72
Figura 59 - Famílias aninhadas e parametrização para o conjunto de tomadas.	72
Figura 60 - Simbologia para estação de recarga, quadro de sobrepor, tomada industrial de embutir, tomada industrial de sobrepor, e conjunto de tomada (baixa, média, alta).	73
Figura 61 - Fórmula condicional associada ao parâmetro de simbologia de tomadas.	74
Figura 62 - Famílias de identificadores de dispositivos elétricos.	75
Figura 63 - Identificadores para WEMOB, DR, DPS, DTM, medidor de energia e quadro de distribuição.	75
Figura 64 - Associação do parâmetro compartilhado com campo de legenda.	77
Figura 65 - Processo de criação de um novo <i>template</i> .	78
Figura 66 - Criação de nova norma para Eletroduto de PVC Corrugado.	80
Figura 67 - Configuração da norma para Eletroduto PVC Corrugado.	80
Figura 68 - Configuração da norma para Eletroduto PVC Rígido Roscável.	81
Figura 69 - Famílias de conduítes padrão utilizadas e modificadas.	81
Figura 70 - Famílias de conexões de conduítes padrão utilizadas e modificadas.	82
Figura 71 - Famílias de conexões de conduítes corrugados e rígidos editadas.	82
Figura 72 - Criação de filtros para os eletrodutos.	83
Figura 73 - Adicionado filtro a visibilidade.	84
Figura 74 - Configurações do filtro para os eletrodutos de PVC corrugado amarelo.	84
Figura 75 - Associação da norma e nota-chave no eletroduto de PVC Corrugado Amarelo.	85
Figura 76 - Resultado final dos eletrodutos de PVC Rígido Roscável e Corrugado Laranja Reforçado e Corrugado Amarelo.	86
Figura 77 - Algumas das famílias de dispositivos e equipamentos elétricos e família de folhas carregadas no <i>template</i> .	87
Figura 78 - Adequação das vistas e plantas de piso padrão para o formato do <i>template</i> .	88
Figura 79 - Acesso ao gerenciador de modelos de vistas.	88
Figura 80 - Configurações do modelo de vistas de “Planta - Estação de Carregamento de VE”.	89
Figura 81 - Acesso ao gerenciador de modelos de tabela de painéis.	90

Figura 82 - Configurações gerais das definições das opções de modelo.....	91
Figura 83 - Tabela de circuitos em formato padrão.....	91
Figura 84 - Tabela de cargas com configurações finalizadas.....	93
Figura 85 - Criação de um novo tipo de material de condutor.....	94
Figura 86 - Criação de uma nova ampacidade para a fiação C-PVC-70-UP-2CC-B1.....	95
Figura 87 - Configurações dos fatores de correção de temperatura para os tipos de fiação. ...	96
Figura 88 - Configurações gerais das definições das opções de modelo.....	97
Figura 89 - Configurações de definições de tensão e sistemas de distribuição.....	97
Figura 90 - Criação do parâmetro de projeto para o parâmetro compartilhado da família de carimbo.	98
Figura 91 - Criação do parâmetro de projeto para fiação de 1,5 mm ² à 35,0 mm ²	99
Figura 92 - Campos utilizados para gerar a lista de material para eletrodutos.....	100
Figura 93 - Fórmula do valor calculado para obtenção do comprimento do cabo.	101
Figura 94 - Configuração para obter o comprimento total dos cabos.	101
Figura 95 - Configuração para obter a lista de materiais gerais da estação de carregamento.	102
Figura 96 - Certificado de apresentação da XXII CEEL.....	103
Figura 97 - Projeto arquitetônico modelado no Revit.	104
Figura 98 - Modelagem do projeto de estação de carregamento, modos 1 e 2.	105
Figura 99 - Modelagem do projeto de estação de carregamento, modos 1, 2 e 3.	105
Figura 100 - Planta baixa da estação residencial de carregamento, considerando os modos 1, 2 e 3 de carregamento.....	106
Figura 101 - Tabelas dos quadros de cargas dos QDCs VE e Geral.	108
Figura 102 - Escolha dos dispositivos para os quadros de distribuição elétrica.....	109
Figura 103 - Lista de eletrodutos utilizados na estação de carregamento residencial de VE proposta.	109
Figura 104 - Lista de fiações utilizados na estação de carregamento residencial de VE proposta.	110
Figura 105 - Lista de materiais gerais utilizados na estação de carregamento residencial de VE proposta.	110
Figura 106 - Ferramenta “Identificar por categoria” e montagem do diagrama.	111
Figura 107 - Detalhamento do QDC-VE e WEMOB WALL	112
Figura 108 - Detalhamento dos dispositivos do QDC-VE.	112
Figura 109 - Detalhamento da WEMOB WALL.	113

Figura 110 - 3D de situação da estação residencial de carregamento de VE, imagem renderizada.	113
Figura 111 - Ferramentas para criação da folha para montagem da prancha.	114
Figura 112 - Ferramenta para inserir carimbo e campos de preenchimento.	115
Figura 113 - Prancha finalizada do projeto da estação residencial de carregamento de VE..	116

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Normas adotadas pela ABNT.....	31
Tabela 2 - Informações técnicas do WEMOB WALL.....	55
Tabela 3 - Formatos das folhas padrão ISO-A da NBR 16752:2020.....	75
Tabela 4 - Dimensões internas e externas para eletrodutos de PVC Corrugado Amarelo e Laranja Reforçado.....	78
Tabela 5 - Dimensões internas e externas para eletrodutos de PVC Rígido Roscável.....	78

LISTA DE ABRIVIATURAS E SIGLAS

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas

BIM – *Building Information Modeling*

BEVs - *Battery Electric Vehicles*

EV ou VE - *Electric Vehicle*

FCEVs - *Fuel Cell Electric Vehicles*

HEVs - *Hybrid Electric Vehicles*

IEC - *Internal Combustion Engine*

PHEVs - *Plug-in Hybrid Electric Vehicles*

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO	20
1.1.	Justificativa	23
1.2.	Objetivo geral.....	24
1.3.	Objetivos específicos.....	25
2.	VEÍCULOS ELÉTRICOS: CONCEITOS E DEFINIÇÕES	26
2.1.	Introdução	26
2.2.	Classificação dos Veículos Elétricos.....	26
3.	ESTAÇÕES DE CARREGAMENTO DE VEÍCULOS ELÉTRICOS	28
3.1.	Introdução	28
3.2.	Modos de carregamento e níveis de potência	28
3.2.1.	<i>Modo de carregamento 1</i>	<i>29</i>
3.2.2.	<i>Modo de carregamento 2</i>	<i>29</i>
3.2.3.	<i>Modo de carregamento 3</i>	<i>30</i>
3.2.4.	<i>Modo de carregamento 4</i>	<i>30</i>
3.3.	Tipos de Recarga	31
3.4.	Normas e regulamentações relacionadas à construção de estações de carregamento de VE.31	
4.	REVIT COMO FERRAMENTA DE MODELAGEM E PARAMETRIZAÇÃO33	
4.1.	Conceito BIM	33
4.2.	Revit	35

4.3.	Modelos de projetos (<i>templates</i>) e famílias paramétricas.....	38
4.3.1.	<i>Templates</i>	38
4.3.2.	<i>Famílias paramétricas</i>	38
5.	PRINCÍPIOS PARA MODELAGEM E PARAMETRIZAÇÃO DAS FAMÍLIAS PARA ESTAÇÕES RESIDENCIAIS DE CARREGAMENTO DE VE NO REVIT	41
5.1.	Modelagem 3D de famílias.....	41
5.2.	Parametrização de famílias.....	46
5.3.	Criação do conector e categorização da família	50
5.4.	Criação das famílias de simbologia de anotação e indicadores	52
6.	DESENVOLVIMENTO DAS FAMÍLIAS PARA AS ESTAÇÕES RESIDENCIAIS DE CARREGAMENTO DE VEÍCULOS ELÉTRICOS	53
6.1.	Modelagem do dispositivo <i>wallbox</i>	53
6.2.	Parametrização do dispositivo <i>wallbox</i>	56
6.3.	Dispositivos de proteção, seccionamento, comando e medição	60
6.3.1.	<i>Dispositivos Diferenciais Residuais (DRs)</i>	60
6.3.2.	<i>Dispositivos de Proteção contra Sobreensões (DPS)</i>	62
6.3.3.	<i>Dispositivos de Proteção contra Sobrecorrentes</i>	64
6.3.4.	<i>Dispositivos de Medição</i>	65
6.4.	Quadros de distribuição de energia	66
6.5.	Modelagem das tomadas residenciais e industriais	68
6.6.	Criação das famílias de simbologia.....	72
6.7.	Criação das famílias de anotação para diagramas unifilares.....	74
6.8.	Criação das famílias de anotação para folhas e carimbos	76

7.	CONSTRUÇÃO E CONFIGURAÇÕES DO <i>TEMPLATE</i> PARA AS ESTAÇÕES RESIDENCIAIS DE CARREGAMENTO DE VEÍCULOS ELÉTRICOS	78
7.1.	Configuração dos eletrodutos	78
7.2.	Importação das famílias	86
7.3.	Configurações dos modelos de vistas e plantas de piso	87
7.4.	Configuração da tabela de painéis elétricos	90
7.5.	Configurações elétricas do <i>template</i>	94
7.6.	Configurações de parâmetros de projeto e parâmetros compartilhados	98
7.7.	Configurações para obtenção de lista de materiais automática	100
8.	RESULTADOS	103
8.1.	Submissão do conteúdo introdutório em formato de artigo científico	103
8.2.	Modelagem da base de arquitetura.....	104
8.3.	Modelagem da estação de carregamento para um VE.....	104
8.4.	Tabelas de cargas, dimensionamento dos condutores e dispositivos de proteção e seccionamento	107
8.5.	Lista de Materiais	109
8.6.	Montagem do diagrama geral da estação residencial de VE.....	110
8.7.	Cortes 2D e Vistas 3D para detalhamento	111
8.8.	Montagem das pranchas e ajustes no carimbo	114
9.	CONCLUSÕES.....	117
	REFERÊNCIAS	118
	ANEXO A.....	122

1. INTRODUÇÃO

A popularização dos carros elétricos atualmente é evidente e, ao contrário do que muitos pensam, os primeiros carros elétricos experimentais surgiram logo após a descoberta do eletromagnetismo, em meados de 1820. Após uma série de melhorias desenvolvidas durante o século XIX, colocando os carros elétricos à frente dos veículos com motores de combustão interna. Por volta de 1870, as invenções de baterias recarregáveis e motores elétricos potentes e mais eficientes motivaram um avanço dos carros elétricos. Como resultado, no início do século XIX, os carros elétricos por dois pontos percentuais não lideraram o mercado automobilístico nos EUA, detendo 38% do mercado de automóveis americano, em comparação com os 40% dos carros à vapor e 22% dos carros à combustão interna (tradução nossa, GUARNIERI, 2012).

As três tecnologias tinham vantagens e desvantagens dissemelhantes. As máquinas à vapor, eram as mais utilizadas no mercado americano, estas eram bem consolidadas, seus prós eram a alta velocidade atingida, a robustez, e possuíam uma alta confiabilidade, no entanto, estas exigiam um longo tempo de partida (25 - 45 min) para aquecimento, e tinham alcance limitado devido à necessidade de reabastecimento com água e operadores qualificados. Os carros à combustão interna, utilizavam principalmente a gasolina, estes veículos eram notórios por serem barulhentos, malcheirosos, pouco confiáveis, inconstantes, fortemente vibrantes, tinham trocas de marcha difíceis de operar, além de que, eram difíceis e perigosos de arrancar. Por outro lado, os carros elétricos já eram silenciosos, inodoros, confiáveis, fáceis de operar e arrancar. As desvantagens de sua utilização eram a baixa velocidade atingida de 24 a 32 Km/h e seu alcance reduzido entre 30 e 60 Km (tradução nossa, GUARNIERI, 2012). As desvantagens da utilização dos carros elétricos, fizeram com o que os carros a combustão dominassem o mercado, pois estes entregavam o que a sociedade priorizava no momento, longas distâncias. Sendo assim, os carros elétricos passaram a ocupar um espaço mínimo no mercado, quase desaparecendo (tradução nossa, HOYER, 2008).

Nos últimos anos, a crescente conscientização sobre a questão ambiental e a busca por alternativa sustentável ao petróleo se tornaram essenciais para proteger nosso planeta e garantir um futuro promissor. Considerando a competitividade do mercado e as necessidades da sociedade, empresas de todos os ramos e tamanhos estão cada vez mais comprometidas com a formulação de estratégias de desenvolvimento sustentável. A indústria automobilística, considerada umas das mais poluentes, têm reavaliado os processos de suas cadeias produtivas em busca de alternativas cada vez mais sustentáveis. Os carros elétricos e híbridos são vistos

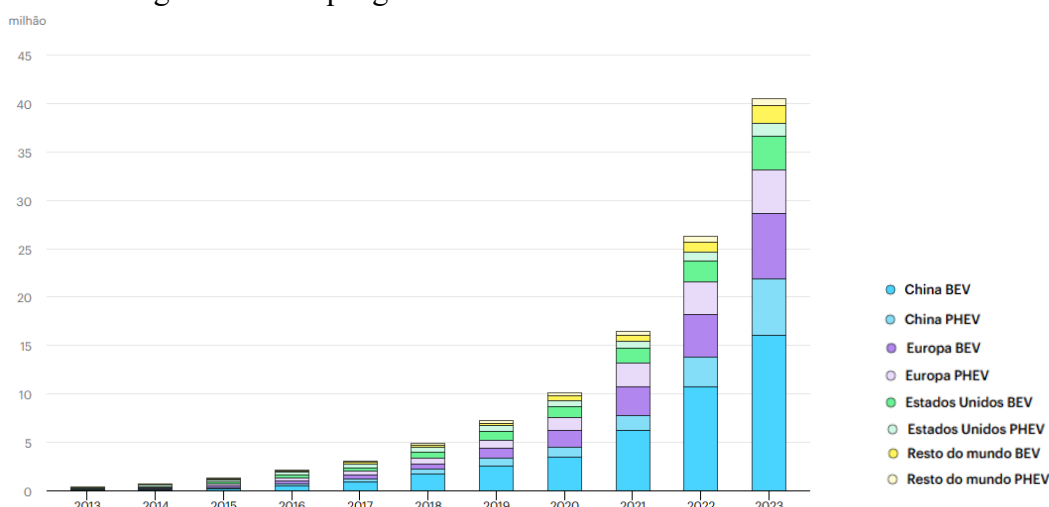
como as alternativas mais sustentáveis e viáveis, quando comparado com os carros à combustão interna (tradução nossa, GUARNIERI, 2012).

Os carros elétricos e híbridos utilizam totalmente ou parcialmente, respectivamente, a bateria como meio de armazenamento de energia para a propulsão dos veículos. O desenvolvimento das baterias utilizando eletrodos de íon de lítio é um dos grandes avanços para obter baterias mais eficientes e de maior durabilidade, alinhado com a crescente urgência da descarbonização para cumprir as metas estabelecidas pelo Comitê de Mudanças Climáticas, as perspectivas se alteram. A questão que se coloca, para muitos, já não é mais se os veículos elétricos (VEs) irão substituir os tradicionais veículos a combustão, mas sim quando isso se concretizará (tradução nossa, CRABTREE, 2019). A Noruega, em 2017, anunciou a meta de eliminar as vendas de carros movidos a combustíveis fósseis até 2025. No ano de 2024, os veículos totalmente elétricos representaram 88,9% dos carros novos vendidos, um aumento em relação aos 82,4% em 2023, de acordo com as informações da Federação Norueguesa de Estradas (Negócios, 2025).

As vendas de carros elétricos representam cerca de 18% de todos os carros vendidos em 2023, acima dos 14% em 2022 e dos 2% registrados em 2018, demonstrando crescimento acelerado. Globalmente, quase 14 milhões de novos carros elétricos foram registrados em 2023, número mais de seis vezes maior do que em 2018, em apenas cinco anos (tradução nossa, IEA, 2024).

Na Figura 1, é possível observar o aumento exponencial do estoque global de veículos elétricos no período de 2013 a 2023.

Figura 1 - Estoque global de carros elétricos de 2013 a 2023.



Fonte: IEA, 2024.

Diante deste processo de eletrificação automobilístico, a quantidade necessária de pontos de carregamento para veículos elétricos tende a aumentar. Atualmente, o carregamento residencial é o método mais comum de carregar carros elétricos. Proprietários de veículos elétricos que possuem acesso a um estacionamento privado podem realizar a instalação de um ponto de carregamento e carregar seus veículos durante a noite. Esse método não só é conveniente, mas geralmente permite aproveitar os preços mais baixos da eletricidade, dependendo da tarifa doméstica disponível e da demanda elétrica, que costuma ser mais baixa durante a noite (tradução nossa, IEA, 2024).

Embora as condições de carregamento variem significativamente entre os países, ele serve como um indicador útil para os níveis de carregamento doméstico entre os proprietários de veículos elétricos em todos os países. Na Noruega, os veículos elétricos representam mais de 90% das vendas dos carros novos, a taxa de acesso ao carregamento doméstico é de 82%, quando comparado ao México, os veículos elétricos representam menos de 2% das vendas dos carros novos, e a adesão ao carregamento doméstico é de 71%. No Reino Unido, impulsionado por políticas para implementação precoce de regulamentos para pontos de carregadores inteligentes, mais de 93% dos proprietários têm acesso ao carregamento doméstico, sendo mais da metade carregadores inteligentes. Na Índia, 55% dos consumidores relatam acesso ao carregamento doméstico. A União Europeia, propõe regulamentos para integrar carregadores em novas construções, que podem aumentar o acesso ao longo do tempo, contemplando aqueles que residem em habitações alugadas (tradução nossa, IEA, 2024).

Em regiões da Europa, Austrália, grande parte da América Latina e Ásia, onde a tensão da rede elétrica é 220V ou superior, os proprietários dos veículos elétricos podem carregar seus veículos a partir de uma tomada doméstica comum durante a noite. Em regiões onde a tensão da rede elétrica é mais baixa, normalmente 100 – 120V, as velocidades de recargas são mais lentas e necessitam da instalação de um carregador dedicado para obter um tempo de recarga menor do que 10 horas (tradução nossa, IEA, 2024).

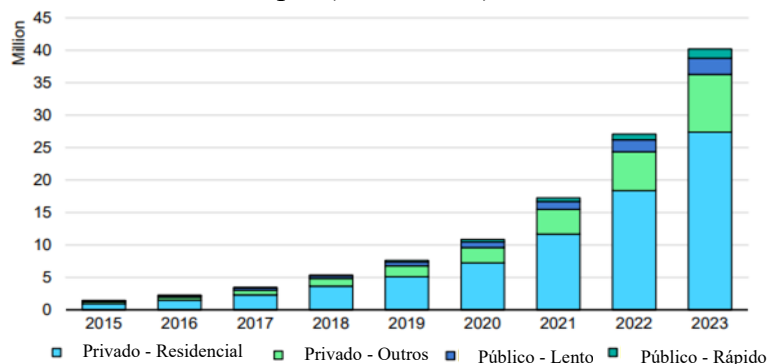
Diante da necessidade dos proprietários de carregar seus veículos elétricos em suas residências, a promoção de projetos de instalações elétricas seguras e eficazes para estações de carregamento torna-se crucial para a infraestrutura de mobilidade elétrica. Isso garante a segurança do público e facilita a adoção generalizada de VEs, proporcionando facilidade de uso para os consumidores. Além disso, um conjunto robusto e harmonizado de Regulamentos, Códigos e Normas (RCS) é essencial para atender a esses objetivos (tradução nossa, GREE *et al*, 2016).

Para alcançar esses objetivos, é fundamental utilizar ferramentas de modelagem avançadas que possibilitem a criação de projetos detalhados e conformes com os regulamentos e normas. Nesse contexto, o *software* REVIT se destaca como uma escolha ideal, este é o *software* mais conhecido que faz parte do conceito BIM (*Building Information Modeling*, traduzido como Modelagem da Informação da Construção). O REVIT oferece capacidades avançadas de modelagem paramétrica, permitindo a criação precisa de componentes para estações de carregamento. Essa precisão é vital para garantir que os projetos atendam aos padrões de segurança, e assim, aumentem a confiabilidade das estações de carregamento. Além disso, o REVIT suporta a interação com projetos de outras naturezas como, arquitetura, estrutural, hidráulico, entre outros, fazendo com que a compatibilização de projetos seja realizada no processo de desenvolvimento, e consequentemente, reduzindo imprevistos na execução do projeto.

1.1. Justificativa

Para viabilizar uma adoção em larga escala dos veículos elétricos nas ruas, é essencial desenvolver uma infraestrutura de recarga robusta. A disponibilidade de pontos de recarga é crucial, pois influencia diretamente na decisão dos usuários em adquirir esses veículos. Assim, há uma interdependência clara entre a inserção de VEs no mercado e a infraestrutura de suporte já estabelecida (DELGADO *et al.*, 2017). A partir da Figura 2, é notório o aumento global dos pontos de recarga para veículos ligeiros (automóveis destinados ao transporte de passageiros com peso bruto total de até 3,5 toneladas, conforme classificação da Resolução nº 519/2015 do CONTRAN) ao longo do período (2015-2023), sendo os pontos de carregamento privado-residencial o mais adotado.

Figura 2 - Pontos de recarga de veículos ligeiros instalados públicos e privados por potência e tipo, (2015- 2023).



Fonte: IEA, 2024.

A utilização de carregadores residências de veículos elétricos é de suma importância no processo de eletrificação automobilística, isso porque 90 – 95% do tempo os VEs serão carregados em casa. Processo que torna a infraestrutura de carregamento residencial uma parte indispensável da condução elétrica. Além disso, é importante fornecer informações adequadas sobre as normas, regulamentos, padronização e segurança aos eletricitas, que são o primeiro ponto de contato com o público em geral (ROTTHIER, 2013).

Para garantir o desempenho e a segurança dessas infra estruturas, é essencial contar com ferramentas avançadas de planejamento e modelagem. Nesse contexto, o *software* REVIT se destaca como uma ferramenta poderosa na arquitetura e engenharia, oferecendo capacidades avançadas de modelagem paramétrica. Sua utilização permite a criação detalhada e personalizada de componentes de estações de carregamento, facilitando a adaptação a diferentes contextos e necessidades. Além disso, o REVIT suporta a integração de elementos de infraestrutura elétrica e de comunicação, fundamentais para o funcionamento eficiente das estações de carregamento.

A escolha do REVIT justifica-se por sua capacidade de automatização e customização através de parâmetros e equações, permitindo uma flexibilidade e personalização que outras ferramentas de modelagem não oferecem. Isso é particularmente relevante na modelagem de estações de carregamento, onde a diversidade de tecnologias e normas requer soluções adaptáveis e específicas.

Neste contexto, o presente trabalho visa apresentar o processo de desenvolvimento de um *template* para estações residenciais de carregamento de VE, com a utilização do *software* REVIT. Através de estudo de caso e análise prática, espera-se validar a eficácia dessa abordagem, proporcionando *insights* valiosos para profissionais da área e contribuindo para o desenvolvimento da infraestrutura de mobilidade elétrica.

1.2. Objetivo geral

O objetivo geral do presente trabalho é apresentar o processo de desenvolvimento de um *template* para estações residenciais de carregamento de veículos elétricos utilizando o *software* REVIT, destacando suas capacidades de modelagem paramétrica, personalização e integração de infraestruturas elétricas. Os modelos 3D são desenvolvidos com base em fabricantes renomados do mercado, incorporando parâmetros elétricos conforme especificações detalhadas em fichas técnicas e *datasheets*. Em seguida, essas famílias são integradas em um *template* abrangente, que inclui configurações detalhadas de eletrodutos, pranchas, diagramas,

notas, imagens e símbolos, visando a elaboração completa do projeto elétrico das estações residenciais de carregamento de VEs.

1.3. Objetivos específicos

- Apresentar estudos sobre VEs, apresentá-los como conteúdo introdutório do presente trabalho, e submetê-lo em formato de artigo científico em alguma conferência de estudos.
- Explorar e demonstrar as capacidades do *software* REVIT na modelagem de componentes de estações residenciais de carregamento de veículos elétricos.
- Criar famílias e parametrização de componentes para estações residenciais de carregamento de VEs no REVIT, considerando aspectos de *design*, acessibilidade, segurança e eficiência energética.
- Criar um *template* com as famílias desenvolvidas, configurações necessárias para o desenvolvimento de projeto de estações residenciais de carregamento de veículos elétricos.
- Implementar e testar a parametrização e customização das famílias de estações residenciais de carregamento no *template* para garantir flexibilidade e adaptabilidade a diferentes contextos.
- Apresentar estudo de caso e análise prática de estações de carregamento modeladas no REVIT, avaliando sua eficiência, capacidade gráfica, detalhamentos, custos e benefícios.

2. VEÍCULOS ELÉTRICOS: CONCEITOS E DEFINIÇÕES

2.1. Introdução

Um VE é definido como aquele que utiliza, totalmente ou parcialmente, motores elétricos como meio de propulsão. A fonte principal de energia para veículos elétricos é a eletricidade, a qual pode ser obtida por meio de várias fontes distintas. Entre elas estão a energia mecânica resultante da frenagem (conhecida como frenagem regenerativa), a conexão com redes de energia elétrica, recarga em estações de carregamento veicular por meio de *plugs*, sistemas de indução eletromagnética, e a reação química entre oxigênio e hidrogênio em células de combustível (DELGADO *et al*, 2017).

Para armazenar essa energia elétrica, a maioria dos VEs utilizam baterias químicas, exceto os veículos a células de combustível, que não necessitam de armazenamento de eletricidade. Nestes, a propulsão para mover o veículo é gerada diretamente a partir da reação química entre hidrogênio, oxigênio e água (BARBOSA, 2016).

O termo "veículos elétricos" abrange uma ampla gama de meios de transporte, incluindo bicicletas, carros, micro-ônibus, ônibus, caminhões e até barcos, todos impulsionados por motores elétricos. As siglas VEs (Veículos Elétricos) e EVs (*Electric Vehicles*), provenientes do inglês, são comumente utilizadas como referência a esses veículos.

Os veículos elétricos e híbridos elétricos (VE/HEV) configuram-se como alternativas promissoras para a preservação dos recursos fósseis e a mitigação da poluição ambiental, promovendo condições mais seguras e contribuindo para a sustentabilidade do sistema de transporte (tradução nossa, Ehsani, 2021). Nesse contexto, o estabelecimento de uma infraestrutura sustentável de carregamento é essencial para viabilizar e manter a expansão do mercado de veículos elétricos e do setor de transporte, além de colaborar diretamente com os objetivos da Agenda de Mudanças Climáticas das Nações Unidas (tradução nossa, Kene, 2021).

2.2. Classificação dos Veículos Elétricos

Os VEs podem ser classificados de acordo com a tecnologia de propulsão e o tipo de energia que utilizam, sendo as principais categorias descritas como BEV, HEV, PHEV e FCEV.

Os Veículos Elétricos a Bateria, conhecidos como BEV (*Battery Electric Vehicle*, da sigla em inglês) operam exclusivamente por meio de motores elétricos alimentados por

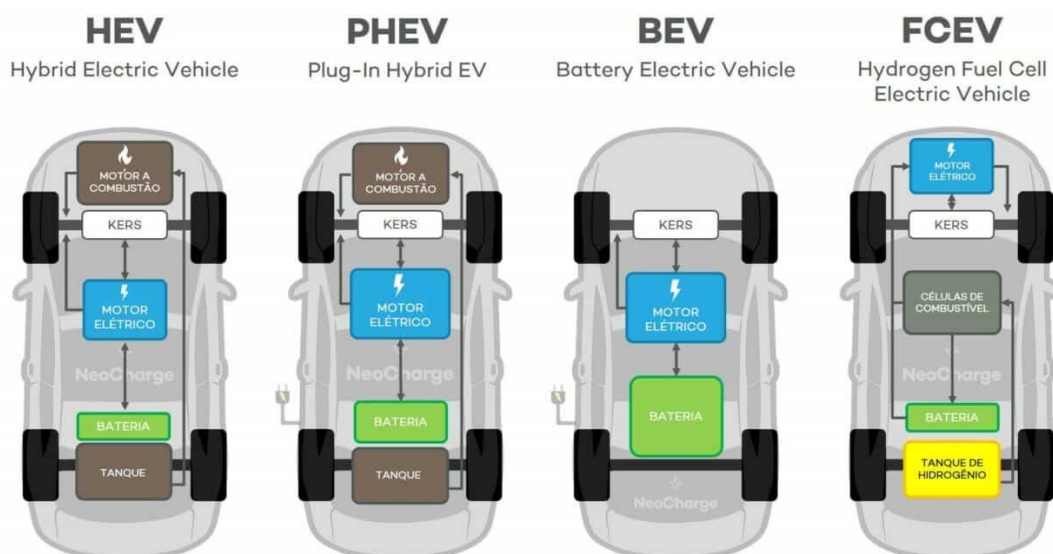
baterias recarregáveis. Essas baterias devem ser recarregadas conectando-a a um carregador de VE (tradução nossa, ROCHD *et al.*, 2023).

Os Veículos Elétricos Híbridos (*Hybrid Electric Vehicle*, da sigla em inglês) utilizam o motor a combustão interna e o motor elétrico com bateria como meio de propulsão (tradução nossa, ROCHD *et al.*, 2023). A principal função do motor elétrico é aumentar a eficiência do motor à combustão interna. Não é possível conectar os HEVs à rede de energia elétrica para realizar o carregamento de suas baterias, o carregamento destas são realizados a partir do sistema de frenagem regenerativa do veículo (DELGADO *et al.*, 2017).

Os Veículos Elétricos Híbridos *Plug-in* (*Plug-in Hybrid Electric Vehicle*, da sigla em inglês) são veículos cujo meio de propulsão é o motor a combustão interna auxiliado por um motor elétrico com bateria. Esta bateria pode receber eletricidade diretamente de uma rede de energia elétrica quando o veículo está estacionado. Por poderem utilizar tanto os tradicionais combustíveis quanto a bateria, os PHEVs oferecem uma autonomia superior quando comparados aos BEVs (tradução nossa, ROCHD *et al.*, 2023).

Os Veículos Elétricos com Células de Combustível (*Fuel Cell Electric Vehicle*, da sigla em inglês) operam através da combinação química entre hidrogênio e oxigênio para gerar energia elétrica, alimentando os motores elétricos que propulsionam o veículo. Essa tecnologia de célula de combustível mostra grande potencial para veículos de grande porte, como ônibus e caminhões, devido à leveza do hidrogênio em comparação às baterias convencionais (tradução nossa, ROCHD *et al.*, 2023). A Figura 3 apresenta o esquemático dos tipos de VEs, HEV, PHEV, BEV e FCEV.

Figura 3 - Esquemático dos tipos de VEs.



Fonte: NeoCharge, 2020.

3. ESTAÇÕES DE CARREGAMENTO DE VEÍCULOS ELÉTRICOS

3.1. Introdução

Os carregadores de veículos elétricos são desenvolvidos em diversas topologias, podendo ser instalados internamente ao veículo (*on-board*) ou externamente através de uma estação de carregamento (*off-board*). Os carregadores *on-board* são alimentados diretamente pela rede elétrica de energia e realizam a conversão da tensão de CA-CC necessária dentro do próprio veículo. Os carregadores *off-board* efetuam esta conversão de energia na estação de carregamento, enviando assim a tensão adequada diretamente para o banco de baterias do veículo (tradução nossa, TURKSOY *et al.*, 2018).

Os carregadores podem ser projetados de formas *on-board* e *off-board*, com opções de fluxo de energia unidirecional e bidirecional, dependendo do local de uso e das normas regulamentadoras locais. Os carregadores unidirecionais possuem estrutura e controle mais simples quando comparados aos bidirecionais. Os carregadores bidirecionais permitem a transferência de energia dos bancos de baterias dos EVs para a rede elétrica, em momentos de não utilização do veículo ou em solicitação da rede de energia (tradução nossa, TURKSOY *et al.*, 2018).

3.2. Modos de carregamento e níveis de potência

A NBR IEC 61851-1 dispõe os requisitos gerais para um sistema de recarga condutiva para os VEs. A norma dispõe formas de classificar as estações de carregamento, também chamada de EVSE (*Electric Vehicle Supply Equipment*, traduzido como, Equipamento de Abastecimento de Veículos Elétricos) com base nas características da alimentação de entrada e saída, que podem ser em corrente alternada (CA) ou corrente contínua (CC). Além disso, existem outras classificações, como o método de conexão elétrica, que pode ser via plugue ou instalação fixa, e os modos de recarga.

Os modos de carregamento (1, 2, 3 e 4 descritos a seguir) são definidos com base nas conexões utilizadas, os valores nominais de tensão e corrente, no tipo de energia fornecida ao EV - corrente alternada (CA) ou contínua (CC). Os modos de carregamento 2 e 3 são amplamente aplicados e disseminados no contexto atual da mobilidade elétrica, especialmente em ambientes residenciais e comerciais. O modo 1 encontrado também em ambientes residenciais e comerciais, por sua vez, é uma alternativa menos recomendada e dever ser

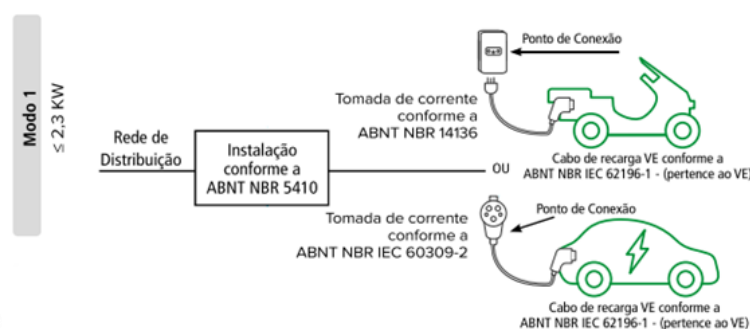
utilizado em situações emergenciais, quando não houver outra opção (BEAMA, 2022). Dessa forma, os modos 1, 2 e 3 tornam-se o foco desta pesquisa, por estarem presentes, em diferentes níveis de aplicação, no contexto residencial.

3.2.1. *Modo de carregamento 1*

O modo 1 de carregamento refere-se à ligação do VE com a rede elétrica de abastecimento em CA, e conecta-o diretamente em uma tomada normalizada, sem nenhuma estrutura de controle da recarga do veículo. Neste modo, os valores nominais de corrente e tensão não podem exceder 16A e 250V, em rede monofásica, e 16A e 480V em rede trifásica (ABNT NBR IEC, 2021). Este modo de carregamento deve ser utilizado apenas quando não há outra opção disponível, sendo considerado um meio de carregamento emergencial (BEAMA, 2022).

Neste modo de carregamento há uma falta de segurança associada, vários países como, Reino Unido, Estados Unidos, e Israel, proíbem ou impõem restrições à sua utilização. Na Itália, seu uso é desautorizado em locais públicos. Já na França, Noruega e China, há restrições quanto à corrente e ao tempo de conexão com a rede elétrica (BEAMA, 2022). O esquema de conexão do modo de carregamento 1 é apresentado na Figura 4.

Figura 4 - Modo 1 de carregamento para VEs conforme a NBR IEC 61851-1.



Fonte: ABEE-MG, 2022.

3.2.2. *Modo de carregamento 2*

O modo 2 de carregamento refere-se à conexão do VE com a rede elétrica de abastecimento em CA, sendo realizada por uma tomada normalizada. Nesse modo de carregamento, um dispositivo é incorporado ao cabo para realizar o controle e proteção contra choques elétricos. Este dispositivo, chamado de “caixa de controle” que fica no cabo (do inglês

in-cable control box – ICCB), este, desempenha funções essenciais de proteção e controle (ABNT NBR IEC, 2021).

Neste modo de carregamento, os valores nominais de corrente e tensão são 32 A e 250 V quando conectados em uma rede monofásica e 32 A e 480 V quando conectados em uma rede trifásica (ABNT NBR IEC, 2021). O esquema de conexão do modo de carregamento 2 é apresentado na Figura 5.

Figura 5 - Modo 2 de carregamento para VEs conforme a NBR IEC 61851-1.



Fonte: ABEE-MG, 2022.

3.2.3. *Modo de carregamento 3*

O modo 3 de carregamento refere-se à conexão do VE com uma estação dedicada, conectada à rede elétrica em abastecimento CA. Neste caso, o sistema de alimentação está conectado de forma fixa à rede de alimentação em corrente alternada, e a estação incorpora funções de controle, comunicação e proteção. Neste modo de carregamento, os limites nominais de corrente são de até 250A (ABNT NBR IEC, 2021). O esquema de conexão do modo de carregamento 3 é apresentado na Figura 6.

Figura 6 - Modo 3 de carregamento para VEs conforme a NBR IEC 61851-1.

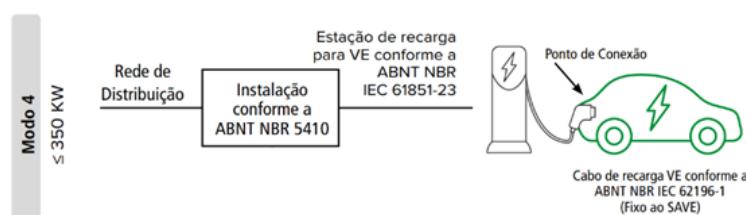


Fonte: ABEE-MG, 2022.

3.2.4. *Modo de carregamento 4*

O modo 4 de carregamento refere-se ao único modo de conexão do VE em corrente contínua (CC). Este modo de carregamento caracteriza-se pela conexão direta do carregador CC externo aos terminais internos das baterias dos VEs, permitindo assim, maiores transferências de potência com capacidades que podem chegar a centenas de kW (BEAMA, 2022). Neste modo de carregamento, os limites nominais de corrente são de até 400A (ABNT NBR IEC, 2021). O esquema de conexão do modo de carregamento 4 é apresentado na Figura 7.

Figura 7 - Modo 4 de carregamento para VEs conforme a NBR IEC 61851-1.



Fonte: ABEE-MG, 2022.

3.3. Tipos de Recarga

Os tipos de recarga de carros elétricos são classificados de acordo com o tempo necessário para recarregar a bateria e a potência da estação de recarga. Recomenda-se a aplicação de três tipos: recarga lenta, recarga semirrápida e recarga rápida. A recarga lenta, também chamada de normal ou convencional, geralmente leva entre seis e oito horas, e a potência da estação de recarga é em torno de 7,0 kW. Este tipo de recarga é recomendado para residências e empresas. A recarga semirrápida tem duração que varia de uma a quatro horas, com a potência da estação em torno de 22 kW, sendo recomendada para espaços públicos, vias públicas e semipúblicas, centros comerciais, shopping centers, estacionamentos, entre outros. A recarga rápida é realizada por estações com potência em torno de 50 kW, e o tempo de carregamento é de aproximadamente 30 minutos, sendo recomendada para rodovias, pontos de táxi e pontos públicos em geral (ENERGISA, 2021).

3.4. Normas e regulamentações relacionadas à construção de estações de carregamento de VE.

As normas vigentes abrangem diversas questões essenciais para um correto projeto e dimensionamento de uma estação de recarga, focando na segurança do usuário e do equipamento. A NBR 17019 é uma norma “complementar” a NBR 5410, que, trata somente das instalações elétricas dos sistemas de carregamentos fixos, ou seja, de conjunto de

carregadores que ficarão fixos em um local da instalação com a finalidade de carregar veículos elétricos. A norma NBR IEC 61851-1 trata em sua parte 1, os requisitos gerais sobre o sistema de recarga condutiva para veículos elétricos, que inclui os requisitos mecânicos, elétricos, de comunicação e desempenho aplicáveis aos sistemas de alimentação para recarregar os VEs, com tensão nominal de alimentação e saída de até 1000 Vca ou 1500 Vcc (BANDEIRA, 2024). Na tabela 1, a seguir, são mostradas as normas adotadas pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) voltadas para as infraestruturas de carregamento.

Tabela 1 - Normas adotadas pela ABNT.

Norma	Descrição
NBR IEC 61851-1	Sistema de recarga condutiva para veículos elétricos - Parte 1: Requisitos gerais.
NBR IEC 61851-21-1	Sistema de recarga condutiva para veículos elétricos - Parte 21-1: Requisitos de compatibilidade eletromagnética (EMC) para carregadores embarcados no veículo elétrico para serem conectados à alimentação CA/CC.
NBR IEC 61851-21-2	Sistema de recarga condutiva para veículos elétricos - Parte 21-2: Requisitos aplicáveis aos veículos elétricos para conexão por condução a uma alimentação em corrente alternada ou em corrente contínua - requisitos de compatibilidade eletromagnética (EMC).
NBR IEC 61851-23	Sistema de recarga condutiva para veículos elétricos - Parte 23: Estação de recarga em corrente contínua para veículos elétricos.
NBR IEC 61851-24	Sistema de recarga condutiva para veículos elétricos - Parte 24: Comunicação digital entre a estação de recarga em corrente contínua, para veículos elétricos e o veículo elétrico para o controle da recarga em corrente contínua.
NBR IEC 62196-1	Plugues, tomadas, tomadas móveis para veículos elétricos e plugues fixos para veículos elétricos - Recarga condutiva de veículos elétricos - Parte 1: Requisitos gerais.
NBR IEC 62196-2	Plugues, tomadas, tomadas móveis para veículos elétricos e plugues fixos para veículos elétricos - Recarga condutiva de veículos elétricos - Parte 2: Requisitos dimensionais de compatibilidade e de intercambiabilidade para os acessórios com pinos e contato.

Fonte: adaptado de: BANDEIRA, 2024.

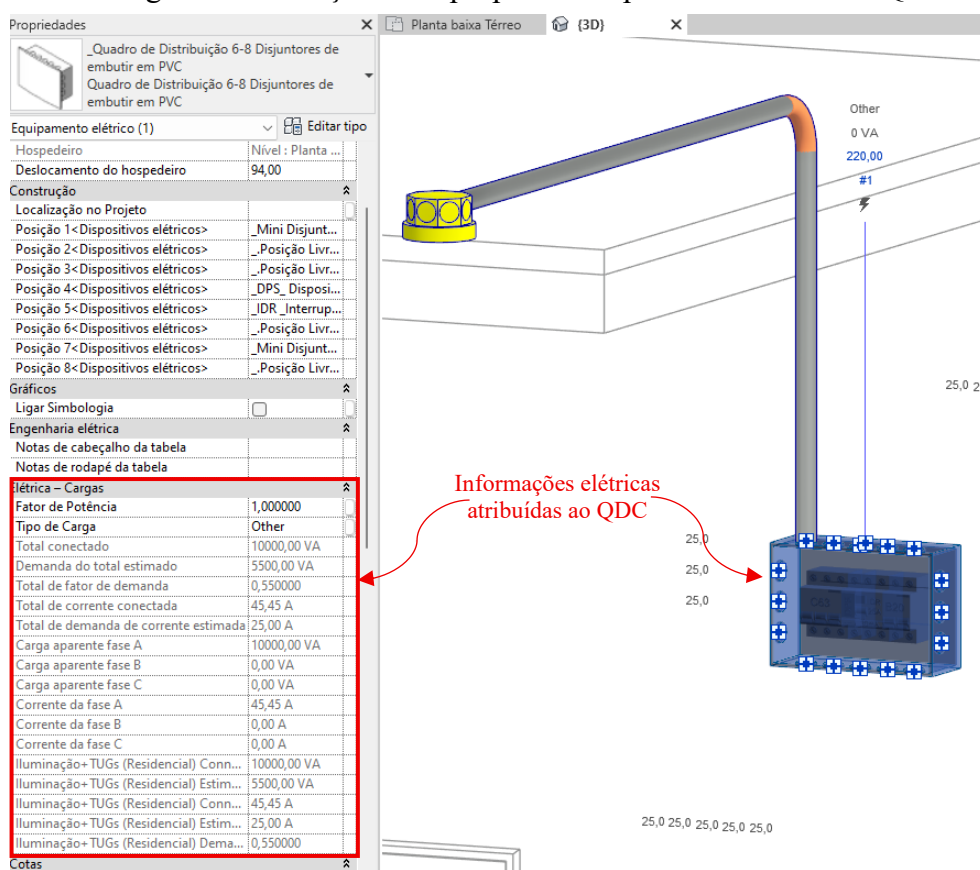
4. REVIT COMO FERRAMENTA DE MODELAGEM E PARAMETRIZAÇÃO

4.1. Conceito BIM

O conceito BIM (*Building Information Modeling*), em tradução para o português como Modelagem da Informação da Construção, é difundido mundialmente. Seguindo este conceito é possível visualizar o processo de produção, execução e atualização de um modelo de informações da construção durante o seu ciclo de vida. Dentro de uma plataforma que faz parte do conceito BIM é possível verificar diversas informações sobre diferentes aspectos, verificar a geometria da construção, além da possibilidade de vincular todas as disciplinas envolvidas em uma construção. Com isso, é possível designar diferentes propósitos de sua utilização, desde estudos de viabilidade, desenvolvimento do projeto, simulações, ornamentação, planejamento, controle, (pré-)fabricação, construção, visualização, colaboração, representação e registro, manutenção, reforma e, eventualmente demolição de uma edificação (SANTOS, 2011).

O BIM representa uma transformação significativa ao mudar a forma como a edificação é concebida e representada. Em vez de depender de símbolos abstratos em duas dimensões, como no CAD, o BIM utiliza ferramentas 3D orientadas a objetos. Cada componente construtivo inserido no modelo possui semântica, ou seja, o computador reconhece e entende o que é cada elemento, além de estabelecer relacionamentos com outros objetos e incluir informações associadas a componentes reais (SANTOS, 2011). Na Figura 8, é possível observar a capacidade gráfica em 3D de um quadro de distribuição de circuitos elétricos (QDC) residencial modelado em uma plataforma baseada em BIM. A interação entre elementos também é destacada, como a conexão do quadro com a caixa de luz octogonal interconectada por um conduíte. Através da janela propriedades, podem ser visualizadas e alteradas informações importantes como, carga instalada, demanda total, fator de potência, entre outras propriedades do elemento selecionado.

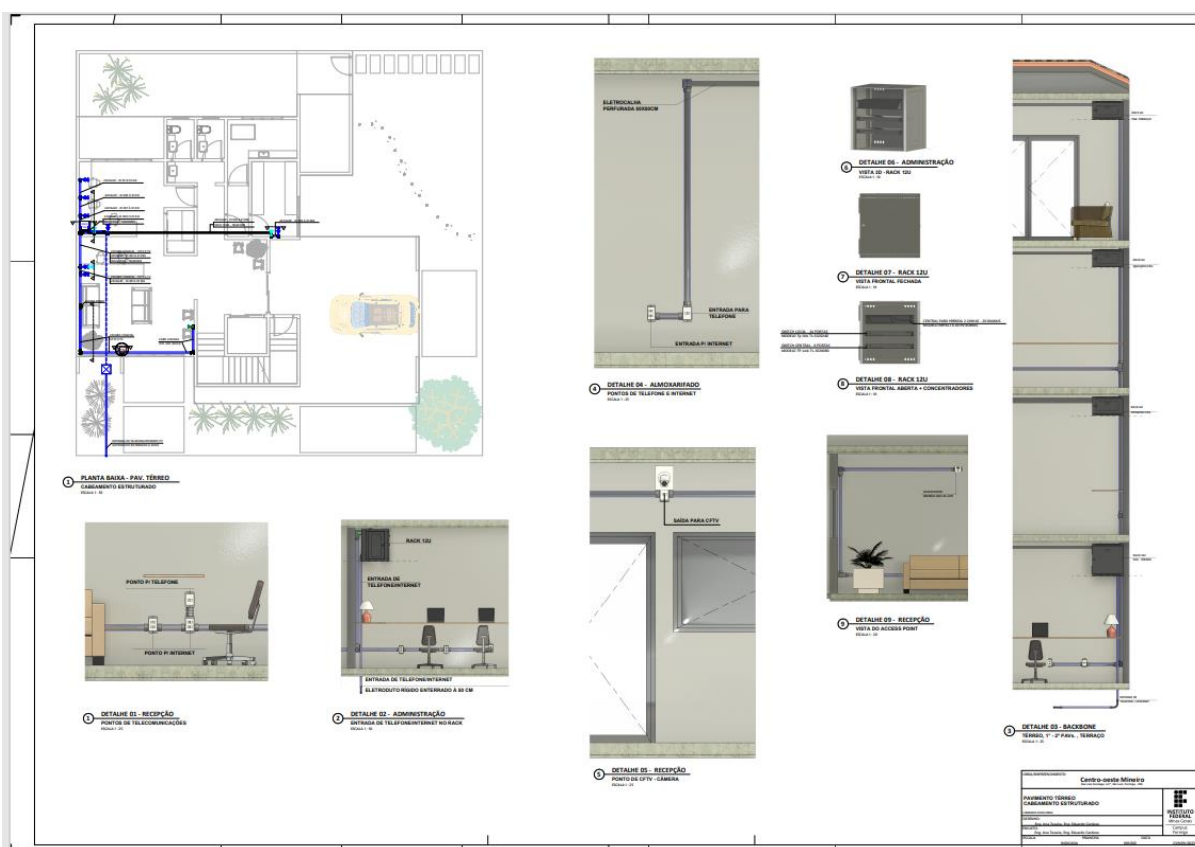
Figura 8 - Interação 3D e propriedades paramétricas de um QDC.



Fonte: Elaborada pelo autor, 2025.

Além disso, no BIM, as tradicionais pranchas de desenho (plantas, cortes, elevações, detalhes 2D), são geradas apenas na fase final do processo de projeto, onde a documentação é necessária (SANTOS, 2011). A partir da Figura 9, é possível observar o processo final da documentação de um projeto de cabeamento estruturado, finalizado em um *software* que integra o conceito BIM. Nesta figura, são apresentadas a planta baixa com os pontos de comunicação, cortes para detalhamento em 2D e vistas de elementos em 3D. As limitações da representação 2D são amplamente conhecidas (FERREIRA; SANTOS, 2007) e resultam em diversas dificuldades e erros de projeto.

Figura 9 - Documentação final de projeto de cabeamento estruturado, prancha, planta baixa, vistas 2D e 3D.



Fonte: Elaborada pelo autor, 2025.

4.2. Revit

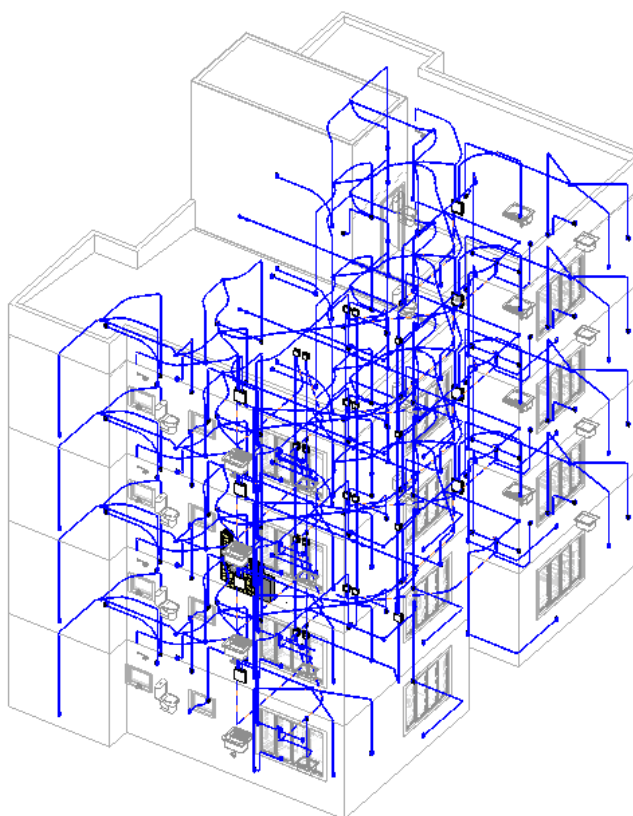
Dentro do conceito BIM, o *software* Revit é o mais conhecido por diversos profissionais das áreas de arquitetura e engenharia. A empresa AUTODESK, em 2000, adquiriu o *software* e promoveu atualizações importantes que refletem no processo evolutivo das construções. Atualmente, o *software* é capaz de desenvolver projetos de arquitetura, estrutural, fundações, elétrico, incêndio, hidráulico, terraplanagem, entre outros (VIEIRA, FIGUEIREDO, 2019).

O Revit oferece suporte para projetos, desenhos, vistas bidimensionais (2D) e tridimensionais (3D), e tabelas essenciais que fazem parte da Modelagem de Informação da Construção (BIM). No Revit, todas as folhas de desenhos, vistas 2D e 3D, além das tabelas, refletem nas informações do modelo de construção virtual em desenvolvimento (VIEIRA, FIGUEIREDO, 2019). À medida que o projetista trabalha no modelo, o Revit gerencia todas as informações inseridas ou removidas do projeto de maneira integrada. O Revit possui mecanismo de alterações paramétricas que coordena qualquer modificação feita pelo usuário

em todas as vistas e tabelas do projeto, garantindo consistência e precisão nos dados apresentados (tradução nossa, YOUNG *et al*, 2009).

O mecanismo de parametrização no Revit é caracterizado pela inter-relação de todos os elementos que compõem o projeto, permitindo a coordenação e o gerenciamento eficiente das alterações. Os objetos parametrizados têm a capacidade de vincular ou exportar conjuntos de atributos, como dados acústicos, informações energéticas e outros, para diferentes aplicações e modelos (tradução nossa, EASTMAN, 2011). A Figura 10, apresenta uma vista 3D geral da modelagem de um projeto elétrico de um edifício de 8 apartamentos realizado no Revit.

Figura 10 - Vista 3D de um projeto elétrico de um edifício com 8 apartamentos.



Fonte: Elaborada pelo autor, 2025.

A Figura 11, apresenta a tabela de cargas combinadas dos 8 apartamentos, é possível notar potência total calculada e demandada, assim como os valores de corrente e a secção do condutor alimentador do prédio calculada automaticamente pelo método da capacidade de corrente seguindo a NBR 5410, onde está previsto três fases e um neutro de 50mm².

atualizando as tabelas, vistas e demais documentações associadas. Essa integração automatizada assegura que todas as modificações estejam em conformidade com normas técnicas e padrões de segurança, otimizando o trabalho dos profissionais e promovendo uma coordenação eficaz em cada etapa do projeto.

4.3. Modelos de projetos (*templates*) e famílias paramétricas

Nesta seção, apresentaremos os conceitos e a relevância de modelos de projetos, popularmente conhecido como *templates*, e as famílias no Revit, explorando como essas ferramentas impactam nos projetos de estações residenciais de carregamento de veículos elétricos.

4.3.1. *Templates*

No Revit, um *template* é um arquivo pré-configurado que serve como base para iniciar um novo projeto. Este arquivo possui configurações padronizadas, como as famílias carregadas, vistas específicas, estilos de anotação, tabelas de quantitativos, legendas, e filtros para visualização, prontos para a utilização nos projetos (Clementino, 2018). A ideia é facilitar o início do desenvolvimento de um projeto, evitando a repetição de tarefas e otimizando o tempo de trabalho e minimizando os erros, ao mesmo tempo em que facilita a aplicações de normas e configurações já validadas em projetos similares.

4.3.2. *Famílias paramétricas*

As famílias no Revit, são grupos de elementos com características comuns. Estas famílias podem ser inseridas dentro de outras famílias, conceituando como famílias aninhadas. No Revit, as famílias podem ser classificadas em três tipos: Famílias de Sistemas, Famílias Carregáveis e Famílias *In-loco*.

1. Famílias de sistema: Elementos que são parte integrante do Revit, como paredes, lajes, e pinturas, e não podem ser editadas no editor de famílias (Clementino, 2018);
2. Famílias carregáveis: Criadas a partir do editor de famílias, são amplamente usadas para dispositivos que podem ser personalizados e carregados em diferentes projetos e *templates*. Dentro das famílias carregáveis, destacam-se como foco deste trabalho:

- famílias carregáveis de instalações elétricas: Incluem componentes como tomadas, quadros de distribuição e eletrocalhas, parametrizados para facilitar a adaptação às exigências de cada projeto elétrico (Soares, 2021).
- famílias de anotação genérica: utilizadas para representar graficamente elementos sem características físicas específicas, como símbolos ou indicações elétricas, assegurando clareza na documentação do projeto (Soares, 2021).
- famílias de identificadores: servem para rotular componentes de forma automatizada, como identificadores de eletrocalhas ou etiquetas de cabos, aumentando a organização e precisão na representação dos sistemas elétricos (Soares, 2021).

3. Famílias *In-loco*: criadas dentro do projeto e usadas em situações específicas, como elementos arquitetônicos personalizados (Soares, 2021).

A parametrização no Revit refere-se à capacidade de configurar elementos de forma que suas características possam ser ajustadas conforme as necessidades do projeto. Existem dois tipos principais de parâmetros: Parâmetros de Família e Parâmetros Compartilhados. Ambos podem ser configurados como Parâmetros de Tipo ou Parâmetros de Instância:

- a) parâmetros de família: definidos internamente para cada família, esses parâmetros não podem ser exibidos em tabelas ou identificadores. São úteis para configurar atributos específicos, como características geométricas e materiais, exclusivos da própria família (Soares, 2021);
- b) parâmetros compartilhados: podem ser usados em múltiplas famílias e integrados a tabelas de quantitativos, facilitando o gerenciamento e controle de informações como especificações técnicas e fornecedores. Esse tipo de parâmetro pode ser reutilizado em diferentes famílias e projetos, assegurando uniformidade em grandes escalas (Soares, 2021);
- c) parâmetros de tipo: aplicáveis a todos os elementos de uma mesma família, esses parâmetros asseguram que atributos como tamanho e potência permaneçam consistentes em todas as instâncias do tipo, garantindo padronização no projeto (Soares, 2021);
- d) parâmetros de instância: esses parâmetros permitem personalizações específicas para cada instância do elemento, como ajustar a altura de instalação de um carregador para atender a diferentes requisitos de

acessibilidade. Isso possibilita flexibilidade sem comprometer a uniformidade do tipo (Soares, 2021).

A parametrização traz flexibilidade e eficiência ao processo de projeto. Em estações de carregamento de veículos elétricos, por exemplo, a definição de parâmetros como corrente e tensão permite adaptar os componentes a diversas configurações, sem a necessidade de modelar novos elementos para cada situação específica (Soares, 2021). Isso torna o projeto mais ágil e responsivo às necessidades dos projetistas e às especificidades de cada instalação elétrica.

5. PRINCÍPIOS PARA MODELAGEM E PARAMETRIZAÇÃO DAS FAMÍLIAS PARA ESTAÇÕES RESIDENCIAIS DE CARREGAMENTO DE VE NO REVIT

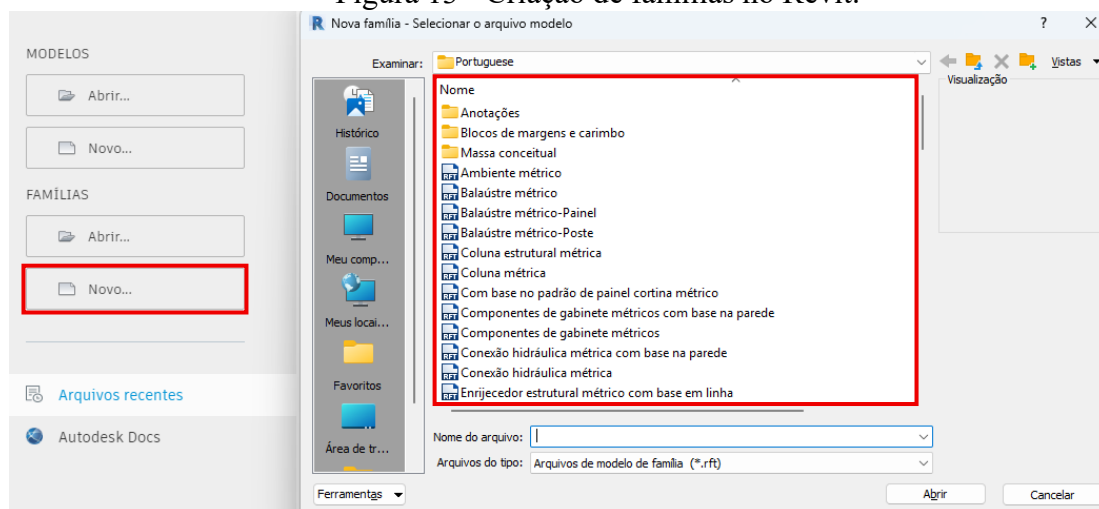
A modelagem de famílias no Revit é uma parte fundamental do processo de criação dos componentes que permite que o modelador das famílias crie elementos tridimensionais de alta precisão. Estes elementos tais como os carregadores de veículos elétricos, tomadas, dispositivos de proteção, painéis e quadros representam fielmente os componentes reais de uma instalação, podendo todos estes dispositivos ser parametrizados com suas características de projeto.

O desenvolvimento da modelagem e parametrização das famílias apresentadas neste trabalho, foram possíveis a partir do aprendizado provindo de diferentes referências. Através da Autodesk *University*, é possível acessar a palestra de Ivo Mairnardi, da Aflalo & Gasperini Arquitetura, onde se destaca a importância de entender as famílias paramétricas no Revit, e como a parametrização pode otimizar o processo de criação de projetos e melhorar a precisão na documentação (Mainardi, Autodesk *University*). O curso virtual “Criação de Famílias no Revit” do professor Fabricio Ferreira, disponível gratuitamente em sua plataforma EngenhaBIM Engenharias oferece uma abordagem prática e detalhada sobre a criação de elementos paramétricos, explicando como manipular diferentes ferramentas de modelagem, como extrusões, revoluções, e varreduras, para desenvolver famílias customizadas e parametrizadas (Ferreira, EngenhaBIM). Além disso, o "CURSO BÁSICO DE AUTODESK REVIT 3a ed." do Programa de Educação Tutorial da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) proporciona uma introdução sólida às funcionalidades do Revit, destacando as ferramentas básicas de modelagem e sua aplicação no ambiente de criação de famílias (UFSC, 3ª ed.). Essas referências foram essenciais para desenvolver habilidades e compreender as melhores práticas na criação de famílias paramétricas no Revit.

5.1. Modelagem 3D de famílias

O Revit possui vários arquivos de modelos para iniciar a criação de uma família, esses arquivos obtêm ferramentas e modelos de vistas que facilitam o processo de criação. A Figura 13 apresenta como iniciar o processo de criação de famílias e os modelos disponíveis.

Figura 13 - Criação de famílias no Revit.

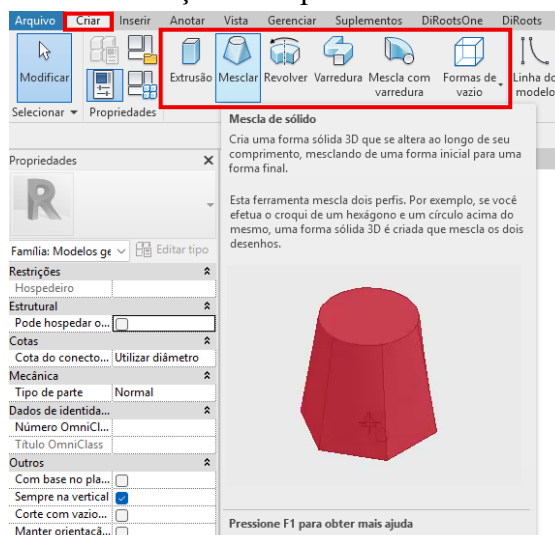


Fonte: Elaborada pelo autor, 2025.

A variedade de arquivos de modelos visa atender o objetivo da criação da família, como por exemplo, o arquivo de modelo de anotações para a criação de famílias de diagramas, o arquivo de modelo blocos de margem e carimbo utilizados para a criação das pranchas e carimbos de projeto. O modelo genérico métrico é um modelo comumente utilizado para modelagem de famílias 3D, onde posteriormente definimos o tipo de família pertencente.

Após selecionar o modelo genérico métrico é possível explorar inúmeras ferramentas na área de trabalho. Na Figura 14, é possível notar as ferramentas para a modelagem 3D, com as opções extrusão, mesclar, revolver, varredura, mescla com varredura, forma de vazio. Além disso, ao posicionar o cursor sobre uma das opções é exibida uma animação rápida de demonstração da ferramenta.

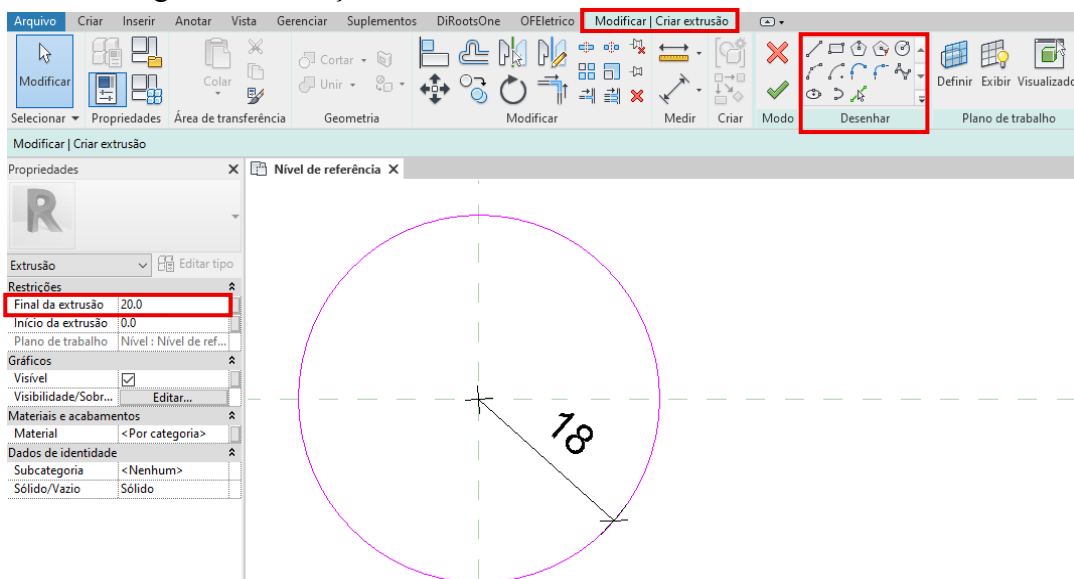
Figura 14 - Animação exemplo da ferramenta mesclar.



Fonte: Elaborada pelo autor, 2025.

Ao seleccionar a opção de extrusão é apresentada uma gama de ferramentas, como alinhar, rotacionar, espelhar, medir, profundidade da forma, além disso, pode-se escolher a ferramenta para iniciar o desenho, como linhas, retângulos, círculos, arcos, elipses, entre outras opções de desenho. A Figura 15, apresenta um círculo com raio de 18,0 mm e profundidade de 20,0 mm sendo criado.

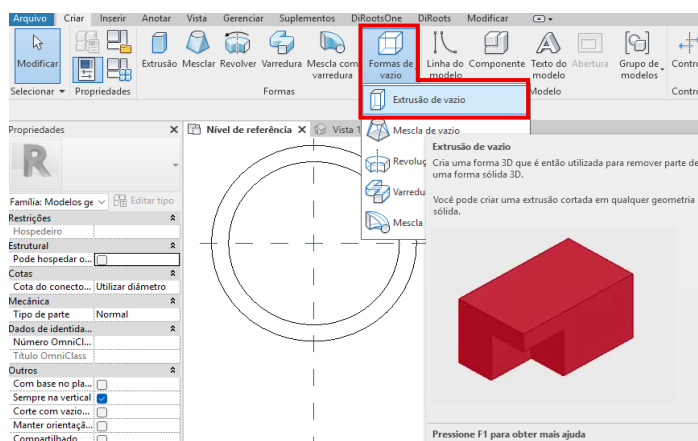
Figura 15 - Criação de um círculo com a ferramenta de extrusão.



Fonte: Elaborada pelo autor, 2025.

Com a ferramenta de “Formas de vazio > Extrusão de vazio”, é possível criar uma forma de corte na figura anteriormente modelada. A Figura 16 nos mostra a ferramenta Extrusão de vazio sendo utilizada para criar uma perfuração circular de raio 16,0 mm e profundidade 20,0 mm na forma sólida.

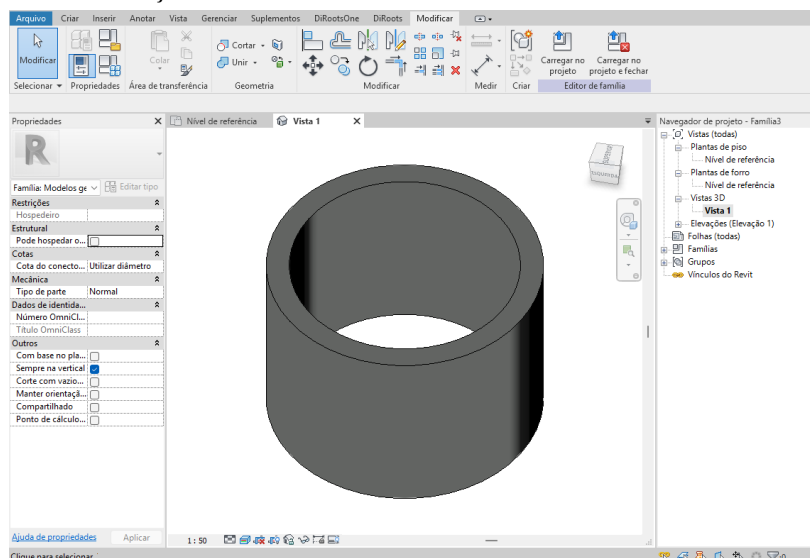
Figura 16 - Criação de um círculo com a ferramenta de extrusão de vazio.



Fonte: Elaborada pelo autor, 2025.

O resultado da combinação das duas ferramentas é apresentado pela Figura 17, após abrir no navegador de projeto na aba direita na área de trabalho do Revit o modelo de vista 3D.

Figura 17 - Criação de um círculo com a ferramenta de extrusão de vazio.



Fonte: Elaborada pelo autor, 2025.

A família modelada, ilustrada na Figura 17, pode servir como ponto de partida para a criação de um conjunto de tomadas em condutele de PVC. Nesse conjunto, a família representaria o ponto de conexão do eletroduto, conforme exemplificado na Figura 18.

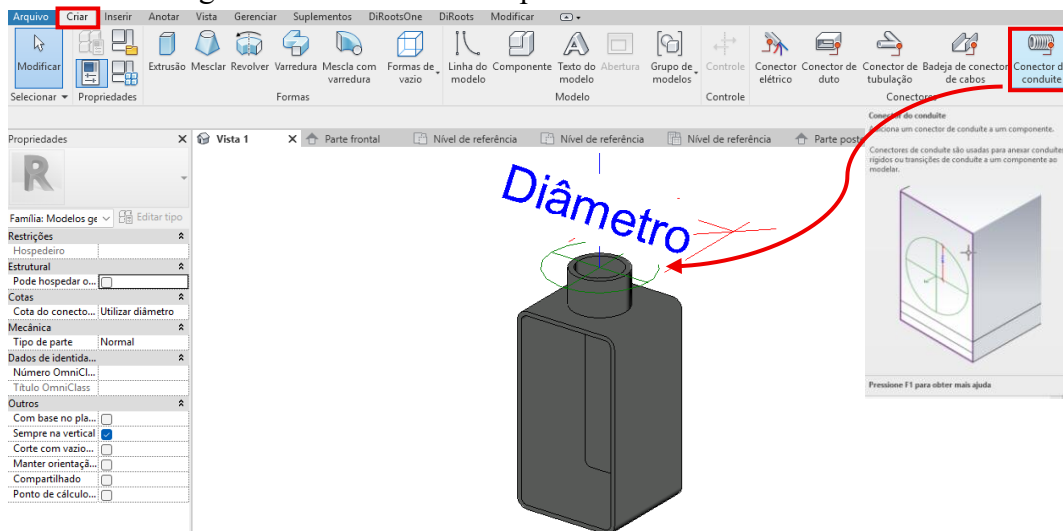
Figura 18 - Ponto de tomada em condutele de PVC.



Fonte: TIGRE, 2018.

Em continuidade, podemos finalizar a modelagem do corpo deste condutele com as ferramentas de extrusão sólida e vazia. A ferramenta de “Conector de conduíte” presente na aba “Criar”, após selecioná-la é possível atribuir ao objeto modelado na Figura 18 um ponto de conexão para conduíte, e também configurar o diâmetro desse ponto de conexão conforme é apresentado pela Figura 19.

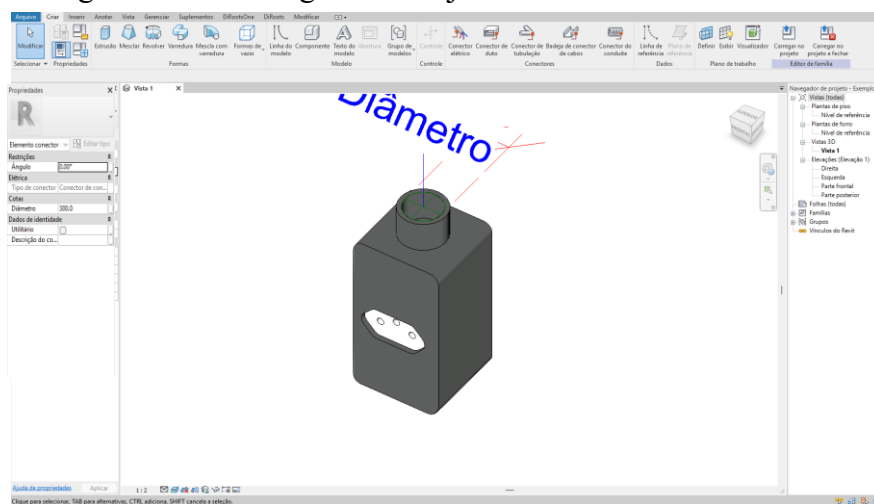
Figura 19 - Atribuindo um ponto de conexão de conduíte.



Fonte: Elaborada pelo autor, 2025.

Na próxima seção (5.2) abordaremos sobre a parametrização das famílias, e para apresentar os conceitos e configurações dos parâmetros elétricos, a família modelada anteriormente foi finalizada com a modelagem da tampa frontal e do módulo de tomada 2P+T conforme é apresentada na Figura 20.

Figura 20 - Modelagem do conjunto de tomada em condutele.



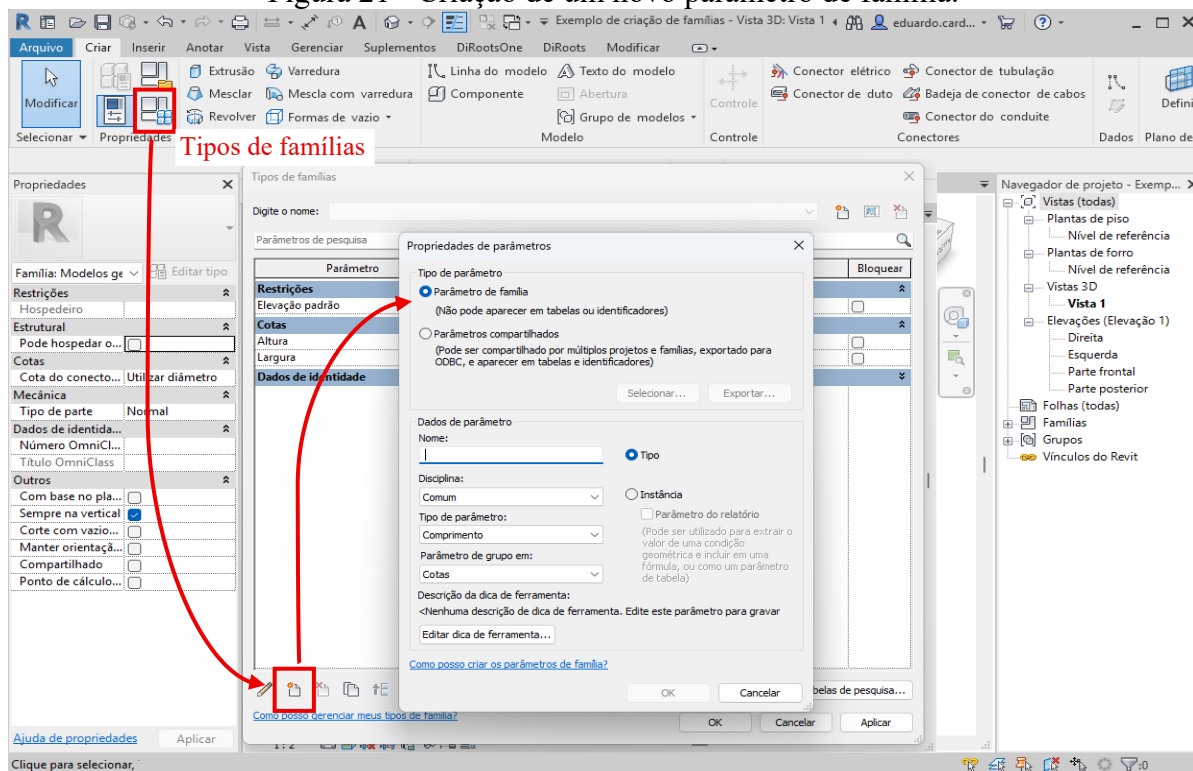
Fonte: Elaborada pelo autor, 2025.

5.2. Parametrização de famílias

A parametrização das famílias no Revit, conforme abordado na seção 4.3.2, é fundamental para o desenvolvimento de um projeto eficiente e adaptável. Nesta etapa, definimos e configuramos os tipos de parâmetros de cada família (tipo, instância e/ou compartilhado), ajustando-os para atender às necessidades específicas do projeto. Esses parâmetros não apenas facilitam a adaptação de materiais e dimensões, mas também viabilizam a exportação automática de informações técnicas, como valores de corrente e tensão, para tabelas, otimizando o fluxo de dados e a organização do projeto. Parâmetros como altura de instalação, por exemplo, garantem maior precisão e controle, permitindo que as famílias se adaptem aos diversos requisitos do ambiente projetado e assegurando flexibilidade para ajustes futuros.

Para criar um parâmetro basta selecionar a ferramenta de “Tipos de família > Novo parâmetro”, após isso, aparecerá a janela de propriedade de parâmetros, onde nesta, será permitida a escolha do tipo de parâmetro (parâmetro de família ou compartilhado) conforme mostra a Figura 21.

Figura 21 - Criação de um novo parâmetro de família.



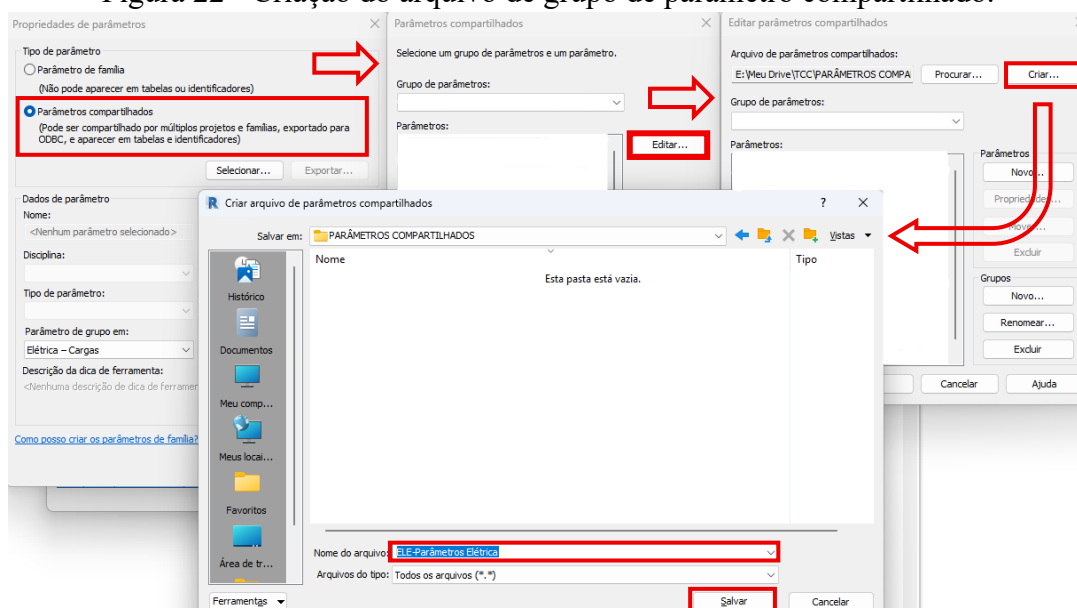
Fonte: Elaborada pelo autor, 2025.

Ainda na aba de propriedade de parâmetros, é necessário preencher os dados dos parâmetros com informações e classificações dos parâmetros como: nome, disciplina, tipos de parâmetro e a qual grupo de parâmetros essa família pertencerá. A escolha da disciplina implicará no tipo de parâmetro disponível, por exemplo, quando a disciplina elétrica é selecionada os tipos de parâmetros serão voltados a elétrica como potência aparente, fator de demanda, eficácia, frequência, entre outras alternativas. A escolha do grupo de parâmetros refere-se à estrutura organizacional de como esses parâmetros serão agrupados.

Para a família modelada anteriormente, as informações como número de polos (número de fases), tensão, potência aparente, potência ativa, fator de potência, e corrente calculada, são informações que podem ser ajustadas de acordo com a necessidade de projeto, configurando-as como parâmetros de instância. Além disso, essas informações poderão ser utilizadas em tabelas de dimensionamento ou relatório, sendo assim, esses parâmetros de instância são configurados como parâmetros compartilhados. Informações como material da família, especificação dos módulos de tomada de 10A ou 20A podem ser configurados como parâmetros de famílias e de tipo, pois estas informações não devem ser alteradas uma vez que são específicas da família.

Para a criação de um grupo de parâmetros compartilhados é necessário criar o arquivo de grupos de parâmetros, para isso deve-se marcar a opção de <parâmetros compartilhados>, <selecionar>, <editar> e <criar>, selecionar a pasta, o nome do arquivo de parâmetros e clicar em salvar, conforme mostra a Figura 22.

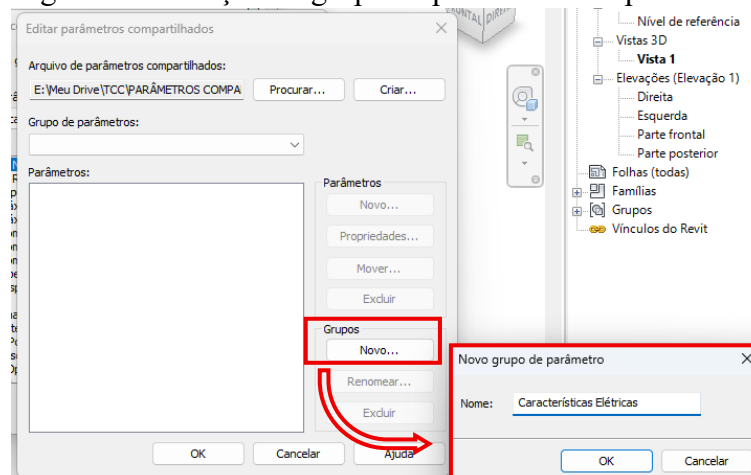
Figura 22 - Criação do arquivo de grupo de parâmetro compartilhado.



Fonte: Elaborada pelo autor, 2025.

Após salvar o arquivo de parâmetros criado, na janela “Editar parâmetros compartilhados” basta selecionar a opção “Novo” em “Grupos”, e inserir o nome do novo grupo de parâmetros conforme mostra a Figura 23.

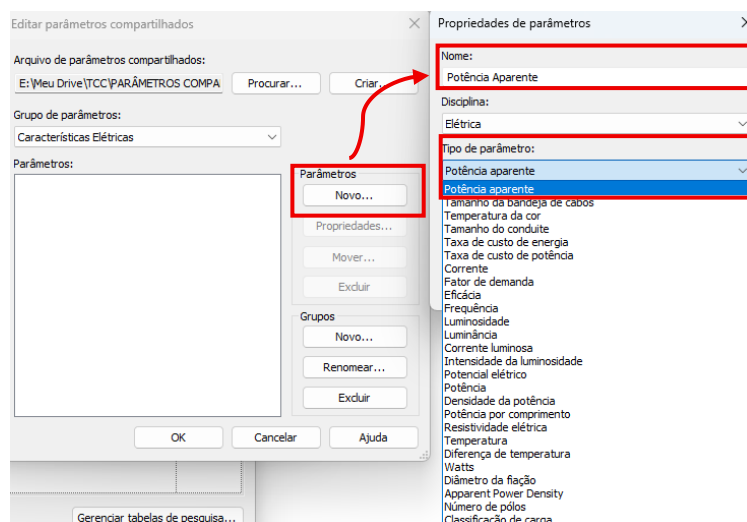
Figura 23 - Criação do grupo de parâmetro compartilhado.



Fonte: Elaborada pelo autor, 2025.

Ainda na janela de “Editar parâmetros compartilhados”, selecionamos a opção “Novo” em “Parâmetros”, definimos o nome, a disciplina e o tipo de parâmetro conforme mostra a Figura 24.

Figura 24 - Criação de parâmetro compartilhado.

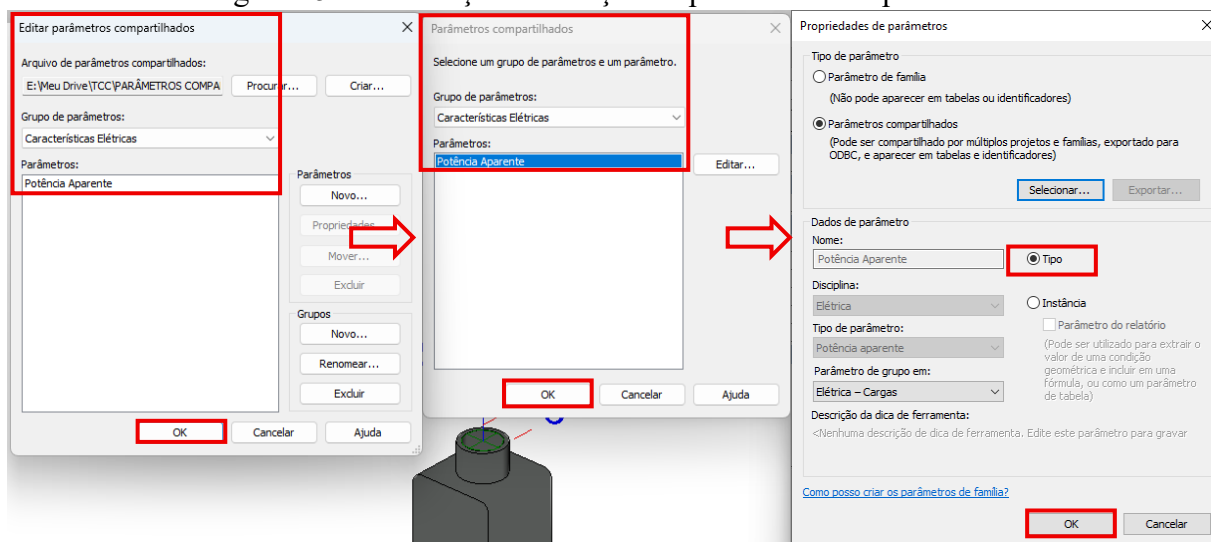


Fonte: Elaborada pelo autor, 2025.

Para finalizar a criação deste parâmetro compartilhado basta pressionar “OK”, nas janelas de “Editar parâmetros compartilhados” e “Parâmetros compartilhados”, definir se este

parâmetro será um parâmetro de tipo ou instância e o grupo pertencente. A Figura 25 a seguir mostra o processo de finalização da criação do parâmetro de potência aparente.

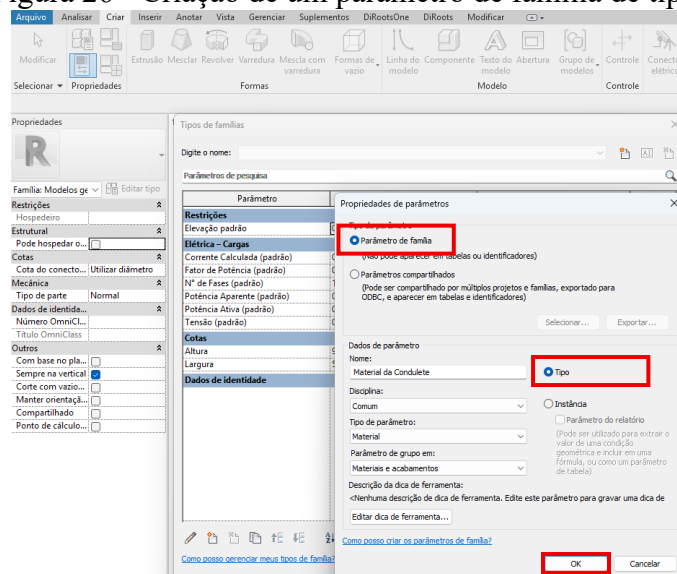
Figura 25 - Finalização da criação de parâmetro compartilhado.



Fonte: Elaborada pelo autor, 2025.

O processo da criação de parâmetro compartilhado foi repetido para os demais parâmetros definidos anteriormente para essa família. A Figura 26 mostra o processo para a criação do parâmetro de material do condutele, sendo este um parâmetro de família e tipo. Para a criação deste parâmetro, basta selecionar a ferramenta “Tipos de famílias” > “Novo parâmetro”, selecionar a opção “Parâmetro de família” e preencher as informações dos dados dos parâmetros.

Figura 26 - Criação de um parâmetro de família de tipo.

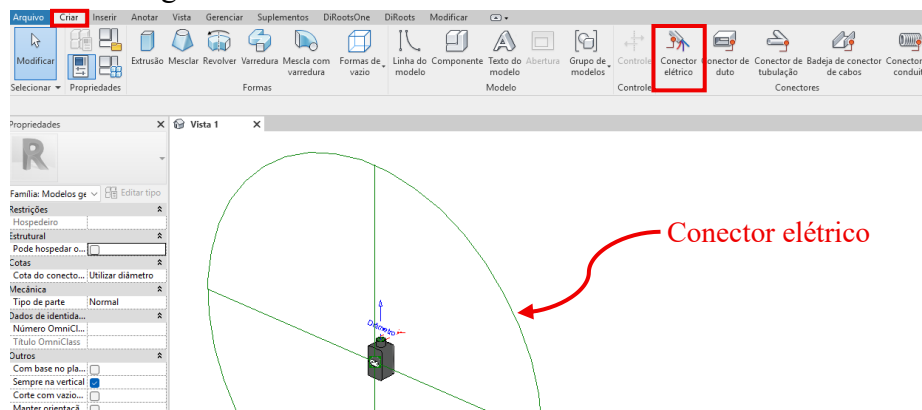


Fonte: Elaborada pelo autor, 2025.

5.3. Criação do conector e categorização da família

A família criada possui um módulo de tomada, e para que o *template* entenda esse objeto como um elemento elétrico é preciso atribuir um conector elétrico e atribuir os parâmetros elétricos criados anteriormente a esse conector. Para isso, basta selecionar a opção “Conector elétrico” e em seguida selecionar uma das faces do objeto, após isso o conector elétrico aparecerá como um círculo conforme mostra a Figura 27.

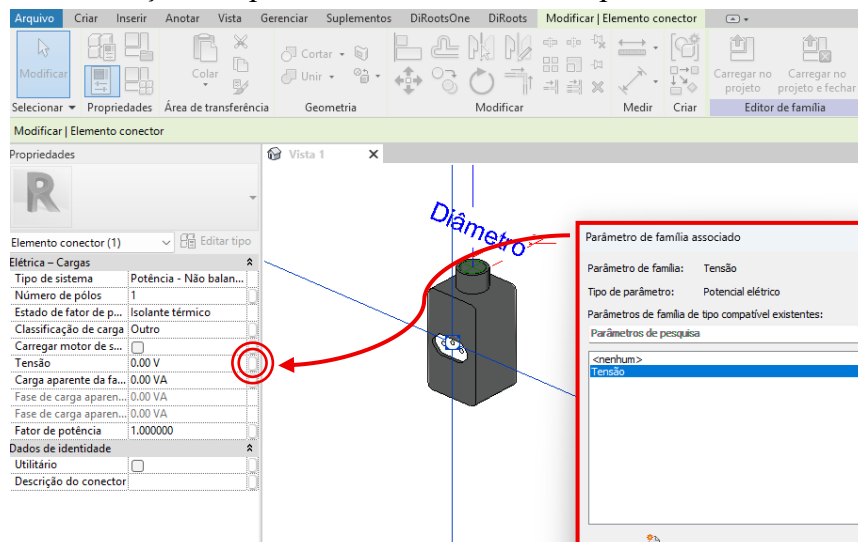
Figura 27 - Atribuindo um conector elétrico em uma face.



Fonte: Elaborada pelo autor, 2025.

Para atribuir os parâmetros criados aos parâmetros do conector basta selecionar o conector elétrico, na janela de propriedades, e aparecerão os parâmetros de tensão, carga aparente e fator de potência, em que é possível associar um parâmetro já criado conforme mostra a Figura 28.

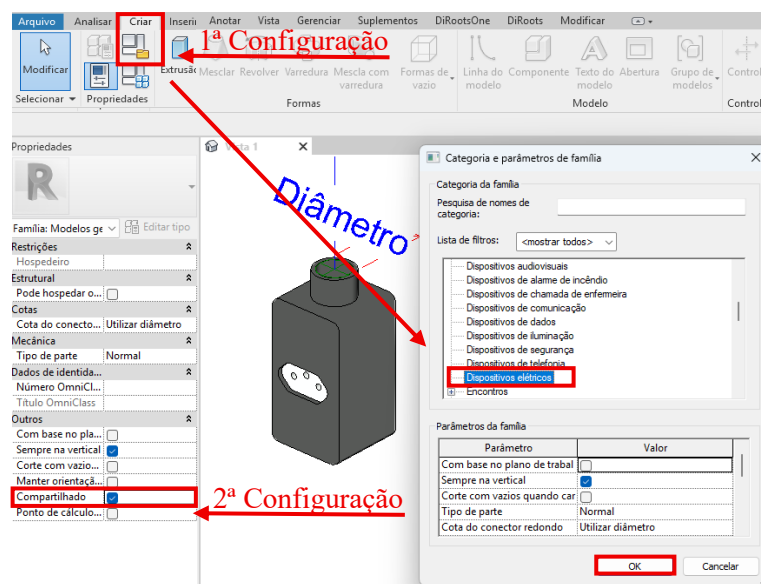
Figura 28 - Associação dos parâmetros criados com os parâmetros do conector elétrico.



Fonte: Elaborada pelo autor, 2025.

Para finalizarmos a modelagem paramétrica dessa família, duas configurações são importantes, a categorização dessa família como um dispositivo elétrico para quando esta for inserida em um *template* aparecer nas ferramentas de dispositivos elétricos e a marcação dessa família com uma família compartilhada, esta opção, para que seja possível extrair as informações e lista de materiais. A Figura 29 apresenta as duas configurações necessárias para a finalização dessa família.

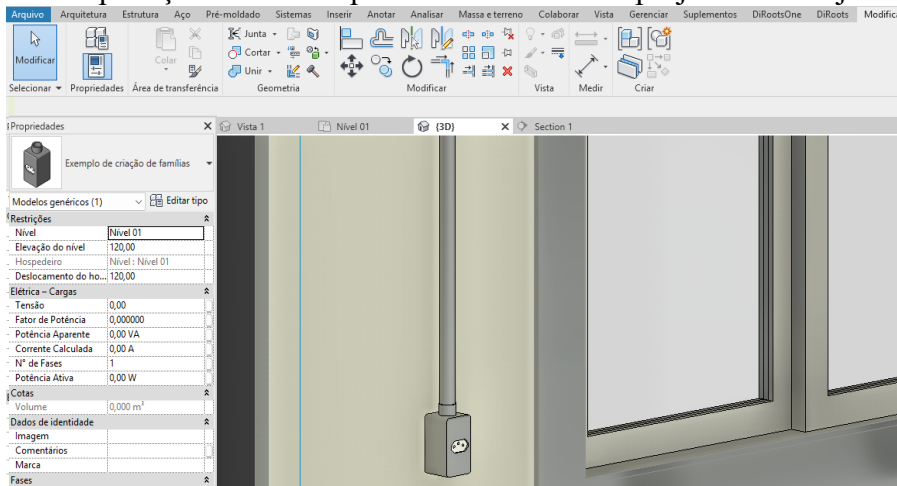
Figura 29 - Categorização da família e marcação como família compartilhada.



Fonte: Elaborada pelo autor, 2025.

Com a finalidade de validação da modelagem e validação das parametrizações, esta família é inserida em projeto elétrico já existente, conforme apresentado pela Figura 30.

Figura 30 - Aplicação da família parametrizada em um projeto elétrico já existente.



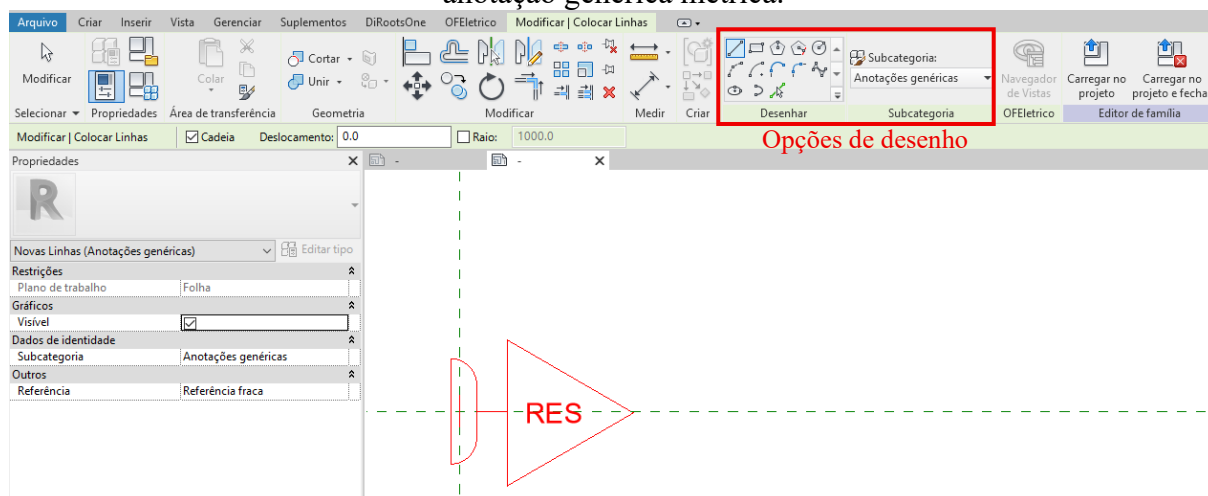
Fonte: Elaborada pelo autor, 2025.

5.4. Criação das famílias de simbologia de anotação e indicadores

As famílias de simbologia de anotação e indicadores são famílias criadas com a finalidade de representar os elementos modelados em 3D em planta baixa (2D) e realizar indicações que facilitam a leitura de projetos.

Para iniciar a criação de uma simbologia/indicadores, selecionamos o *template* de família de anotação genérica métrica (apresentado em 5.1). O processo de criação das famílias de simbologia/indicadores e parametrização é muito semelhante ao processo já apresentado em 5.1 e 5.2, no entanto as ferramentas disponíveis diferem-se das ferramentas para modelagem 3D. Para as famílias de simbologia/indicadores são disponibilizadas ferramentas como linhas, região de máscara, região preenchida, entre outras. A ferramenta de linhas, por exemplo, apresenta várias opções para criação de linhas, como linha simples, retângulo, polígono, círculo, entre outras, conforme mostra a Figura 31.

Figura 31 - Criação de simbologias com a ferramenta de linha ao partir do *template* de anotação genérica métrica.



Fonte: Elaborada pelo autor, 2025.

6. DESENVOLVIMENTO DAS FAMÍLIAS PARA AS ESTAÇÕES RESIDENCIAIS DE CARREGAMENTO DE VEÍCULOS ELÉTRICOS

Com base nos modos de carregamento 1, 2, e 3 definidos como focos do desenvolvimento deste trabalho, esta seção apresenta o desenvolvimento da modelagem e parametrização dos principais dispositivos e elementos necessários para projetar uma estação residencial de carregamento de veículos elétricos alinhada com as normas NBR IEC 61851-1 e NBR 5410 conforme mostrado anteriormente pelas Figuras 4, 5 e 6.

6.1. Modelagem do dispositivo *wallbox*

O primeiro dispositivo desenvolvido é o *wallbox*, um dispositivo de carregamento de VEs que fornece energia a uma taxa mais elevada quando comparada às tomadas normalizadas. A faixa típica de potência para uma *wallbox* é entre 3 a 7 kW, com algumas unidades com capacidade de até 22 kW. Isso significa que um VE pode ser carregado em apenas algumas horas (EZVolt, 2019). O *wallbox* é comumente utilizado pois sua configuração permite proteger o VE, e os usuários. Além disso, em alguns modelos disponíveis no mercado, o *wallbox* viabiliza o gerenciamento da carga e a medição de potência utilizada (normalmente utilizadas em estações compartilhadas).

O modelo de *wallbox* escolhido para este desenvolvimento é a Estação de Recarga WEMOB WALL, nos modelos WEMOB-W-007-W-R-1T1, WEMOB-W-007-W-R-1T2, e WEMOB-W-012-W-R-1T1 fabricados pela WEG. A escolha deve-se à confiabilidade da WEG, presente no mercado brasileiro desde 1961, e à flexibilidade de instalação, que permite o uso desses modelos tanto em ambientes internos quanto externos, em residências e condomínios. A faixa de tensão de alimentação entre 100 V e 240 V é outro fator relevante, pois abrange os padrões residenciais brasileiros de 127 V e/ou 220 V. Além disso, esses modelos atendem a diferentes demandas de conectividade para veículos elétricos: o modelo 1T1 é equipado com o conector Tipo 1 (americano), enquanto o modelo 1T2 possui o conector Tipo 2 (europeu).

A Figura 32 mostra a estação de recarga escolhida, o modelo indicado é o WEMOB-W-007-W-R-1T2, cujo conector é a principal diferença para o WEMOB-W-007-W-R-1T1.

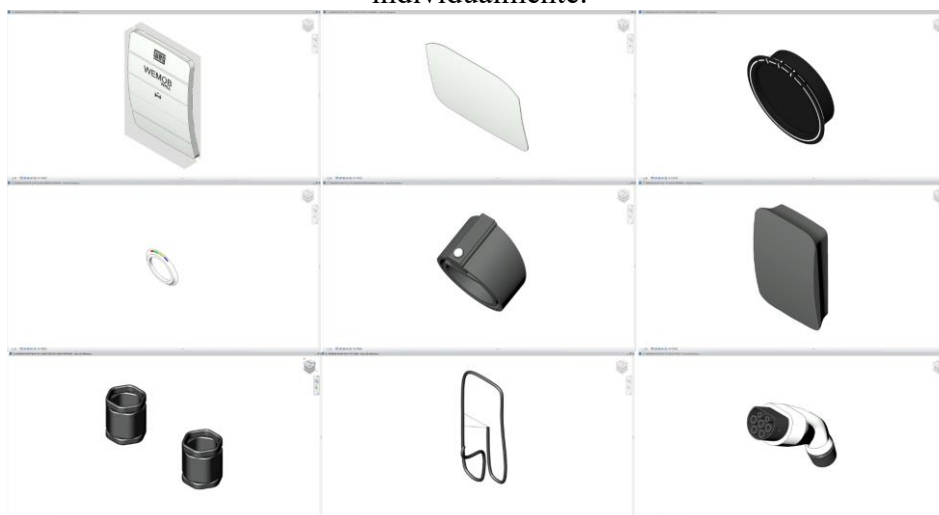
Figura 32 - Estação de Recarga WEMOB WALL, modelo WEMOB-W-007-W-R-1T2.



Fonte: WEG, 2021.

Para a modelagem 3D da família da estação de recarga foi utilizado o conceito de família aninhada, conceito apresentado na seção 4.3.2, esse conceito é aplicado devido a estrutura física do equipamento em que pode ser separado em vários elementos, como *plugue*, cabo, placa frontal, placa traseira, entre outros. Com isso, a família do WEMOB WALL neste projeto foi modelada individualmente em dez famílias para posteriormente ser aninhadas. A Figura 33 apresenta as famílias modeladas individualmente sendo estas respectivamente, a placa frontal branca, placa frontal inferior branca, anel para soquete em preto, anel para junção de placa e soquete curvado branco, suporte para *plugue*, carcaça traseira, conector dos cabos, cabos e *plugs* do tipo 2.

Figura 33 - Placa frontal branca, placa frontal inferior branca, anel para soquete em preto, anel para junção de placa e soquete curvado branco, suporte para *plugue*, carcaça traseira, conector dos cabos, cabos e *plugs* do tipo 2 do WEMOB-W-007-W-R-1T2 modeladas individualmente.

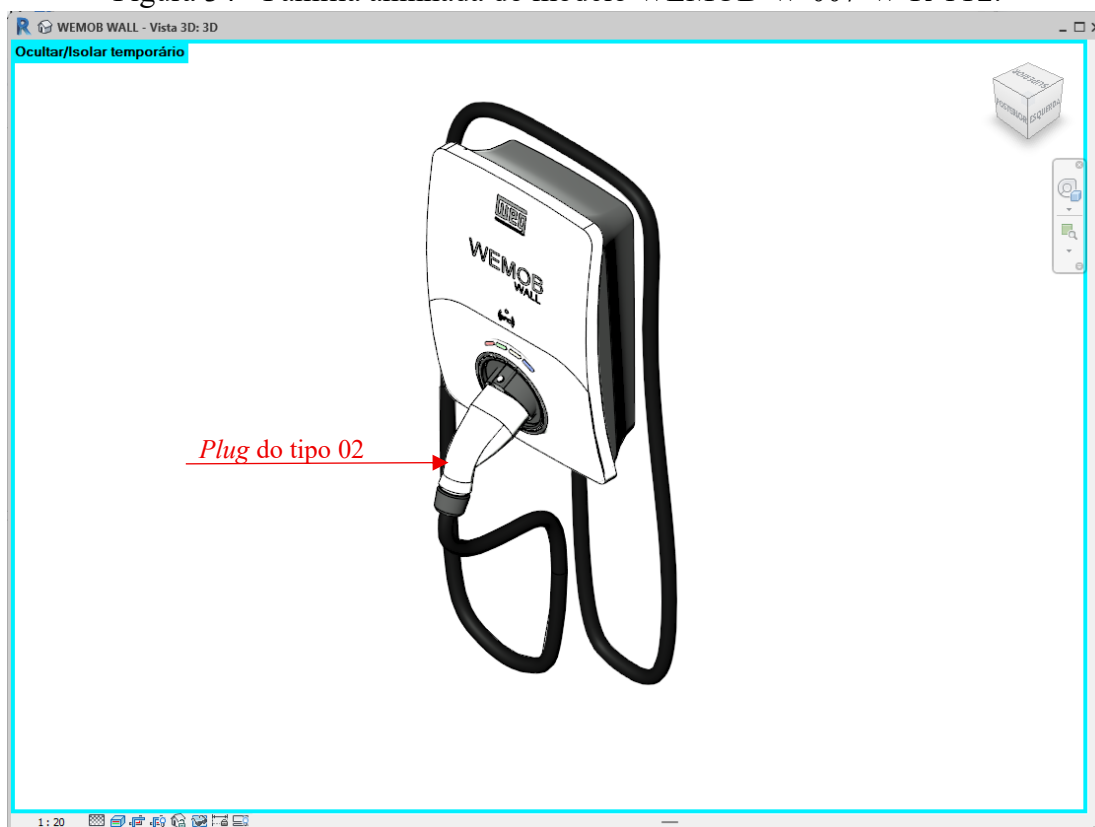


Fonte: Elaborada pelo autor, 2025.

Para a modelagem precisa destas famílias foi necessário consultar as informações disponíveis pelo fabricante, como *datasheets*, guias de instalação, entre outros materiais. Além disso, foi necessário inserir imagens e *screenshots* dos componentes para a área de trabalho de desenho no Revit para pegar dimensões aproximadas de algumas peças, visto que esses materiais não apresentam o detalhamento de cada peça individualmente, mas sim as dimensões gerais da estrutura.

Para o aninhamento das famílias apresentadas pela Figura 33, foi criada uma nova família nomeada como WEMOB WALL, onde reúne o conjunto de famílias, os parâmetros e as configurações apresentadas na seção seguinte. A Figura 34 apresenta o resultado do aninhamento das famílias modeladas individualmente.

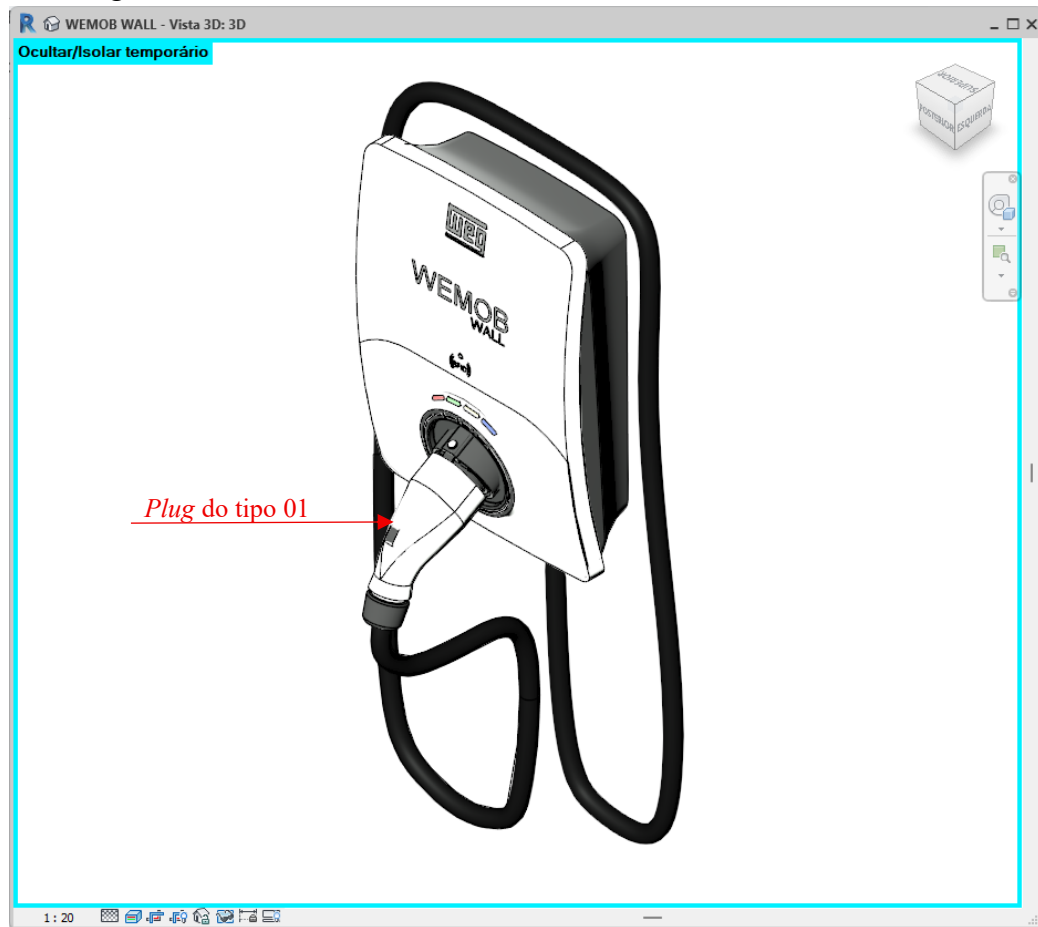
Figura 34 - Família aninhada do modelo WEMOB-W-007-W-R-1T2.



Fonte: Elaborada pelo autor, 2025.

A modelagem do *plugue* tipo 01 também foi realizada para a construção da família aninhada do modelo WEMOB-W-007-W-R-1T1 conforme mostra a Figura 35, a seguir.

Figura 35 - Família aninhada do modelo WEMOB-W-007-W-R-1T1.



Fonte: Elaborada pelo autor, 2025.

6.2. Parametrização do dispositivo *wallbox*

Para a parametrização da família do WEMOB foi consultado as informações técnicas através do Catálogo Estações de Recarga para Veículos Elétricos (WEG, 2024), resumidas conforme mostra a tabela 2.

Tabela 2 - Informações técnicas do WEMOB WALL.

Característica	WEMOB-W-007-W-R-1T2	WEMOB-W-007-W-R-1T1	WEMOB-W-012-W-R-1T1
Potência Máx. de Saída	Até 7,68 kW	Até 7,68 kW	Até 12 kW
Tipo de Conector	Tipo 2	Tipo 1	Tipo 1
Tensão de Entrada	100-240 V CA	100-240 V CA	100-240 V CA
Corrente de Saída	6 a 32 A	6 a 32 A	6 a 50 A
Comprimento do Cabo	5 metros	5 metros	5 metros

Temperatura de Operação	-30 °C a 50 °C	-30 °C a 50 °C	-30 °C a 50 °C
Grau de Proteção	IP65	IP65	IP65
Medição de Energia	Inclusa	Inclusa	Inclusa
Normas Atendidas	IEC 61851-1, IEC 62955, ANATEL	IEC 61851-1, IEC 62955, ANATEL	IEC 61851-1, IEC 62955, ANATEL

Fonte: adaptado de: WEG, 2024.

Segundo o fabricante, a potência de saída dependerá da tensão e da corrente fornecidas pela rede elétrica da instalação. Por exemplo, para uma tensão de 220 V conforme padrão brasileiro, a potência máxima de saída do modelo WEMOB WALL de 32 A será de, aproximadamente, 7 kW.

Para esta família foram criados os parâmetros compartilhados, de tensão, número de fases, corrente verdadeira, potência calculada, potência ativa e tipo de carga. Todos esses parâmetros foram configurados como parâmetros compartilhados de instância, pois os valores inseridos na janela propriedades são utilizados em equações matemáticas e extraídos em tabelas. Além disso, os parâmetros de corrente e potência ativa foram incorporadas equações matemáticas para a automatização de seus valores que seguem conforme os princípios básicos de eletricidade apresentados pelas equações (1) e (2), a seguir.

$$\text{Potência Ativa [W]} = \text{Potência Aparente} * \text{Fator de Potência} \quad (1)$$

$$\text{Corrente [A]} = \text{Potência Aparente} / \text{Tensão} \quad (2)$$

O parâmetro de potência aparente é definido a partir de fórmula condicional que relaciona o número de fases e a tensão conforme orientação do fabricante. A Figura 36 apresenta os parâmetros compartilhados e as interações com as equações inseridas. É importante ressaltar que, após incorporarmos as equações nos parâmetros, estes não poderão ser alterados de forma direta pelo usuário somente a partir dos parâmetros de tensão e número de fases.

Figura 36 - Parâmetros compartilhados e equações incorporadas.

Parâmetro	Valor	Fórmula
Elétrica - Cargas		
Potência Aparente Ponto 1 (padrão)	3520.00 VA	= if(N° de Fases = 1, if(Tensão = 127 V, 4064 VA, 3520 VA), if(N° de Fases = 2, if(Tensão = 220 V, 3520 VA, 0 VA), if(N° de Fases = 3, if(Tensão = 220 V, 5500 VA, 0 VA), 0 VA)))
Tensão (padrão)	220.00 V	=
N° de Fases (padrão)	2	=
Corrente Verdadeira (padrão)	32.00 A	= Potência Aparente / Tensão
Potência Ativa (padrão)	7040.00 W	= Potência Aparente * Fator de Potência
Potência Aparente (padrão)	7040.00 VA	= if(N° de Fases = 1, if(Tensão = 127 V, 4064 VA, 7040 VA), if(N° de Fases = 2, if(Tensão = 220 V, 7040 VA, 0 VA), if(N° de Fases = 3, if(Tensão = 220 V, 11000 VA, 0 VA), 0 VA)))
Fator de Potência	1.000000	=
Tipo de Carga (padrão)	TUEs - Residencial	=

Fonte: Elaborada pelo autor, 2025.

A equação condicional para a potência aparente pode ser entendida como: para tensão de alimentação monofásicas de 127V, a potência é de 4064 VA, para rede monofásica de 220V (tensão de fase) ou bifásicas 220V (tensão de linha) a potência é 7040 VA, e redes trifásicas a potência é 11000VA. Os valores de potência são ligeiramente diferentes dos apresentados na tabela 2, isso ocorre devido aos valores de tensão adotados (127/220V) a fim de nos aproximarmos dos padrões brasileiros residenciais.

Outros parâmetros foram inseridos tal como elevação padrão que estabelece o valor de 1400 mm de altura em relação ao solo para a instalação conforme recomendação do fabricante. O parâmetro de tipo de fator de potência, também foi inserido, sendo considerado como 1 conforme a NBR IEC 61851-1 determina. O parâmetro Conector Tipo 01/02 é um parâmetro criado a partir das propriedades de parâmetros. Na opção “Tipo de parâmetro” é escolhido o modelo “tipo de família: modelo genérico” que é responsável por variar os *plugues* do tipo 01 e 02 conforme a escolha da família do WEMOB. Além disso, no grupo parâmetros de Dados de Identidade, foram preenchidos os seguintes parâmetros: modelo, descrição, fabricante, guia de instalação, código para compra, custo e URL do produto. A Figura 37 apresenta todos os parâmetros, equações e descrições utilizadas na família do WEMOB-W-007-W-R-1T1.

Figura 37 - Parâmetros, equações e descrições do WEMOB-W-007-W-R-1T1.

Tipos de famílias

Digite o nome: WEMOB-W-007-W-R-1T1

Parâmetros de pesquisa

Parâmetro	Valor
Restrições	
Elevação-padrão	1400,0
Construção	
Conector Tipo 01/02<Modelos genéricos	WEMOB-W-007-W-R-1T2-PLUG TIPO 01
Elétrica - Cargas	
Tensão (padrão)	220,00 V
Nº de Fases (padrão)	2
Corrente Verdadeira (padrão)	32,00 A
Potência Ativa (padrão)	7040,00 W
Potência Aparente (padrão)	7040,00 VA
Fator de Potência	1,000000
Tipo de Carga (padrão)	TUEs - Residencial
Dados de identidade	
Modelo	WEMOB-W-007-W-R-1T1
Descrição	Estação de Recarga 7,8kW Residencial - WEMOB-W-007-W-R-1T1
Fabricante	WEG
Guia de Instalação	https://static.weg.net/medias/downloadcenter/h15/hb3/WEG-WEMOB-wall-g2-guia-de-instalacao-10007832612-pt.pdf
Código para compra	16089163
Custo	6858,46
URL	https://www.rayonmateriaiseletricos.com.br/estacao-de-recarga/wemob-weg/wall-residencial/weg-estacao-de-recarga-7-8k
Tipo de imagem	
Nota-chave	
Comentários de tipos	
Código de montagem	

Gerenciar tabelas de pesquisa...

OK Cancelar Aplicar

Como posso gerenciar meus tipos de família?

Fonte: Elaborada pelo autor, 2025.

Para as famílias WEMOB-W-007-W-R-1T2 e WEMOB-W-012-W-R-1T1 não é necessário modelar outra família, visto que as características físicas possuem uma única diferença, o *plugue*, como isso, para criar essas duas variações, basta selecionar a opção “Novo tipo”, e preencher as informações dos parâmetros correspondentes ao modelo desejado. O parâmetro Conector Tipo 01/02 também deve ser alterado de acordo com o *plugue* do modelo criado. As Figuras 38 e 39, apresentam todos os parâmetros, equações e descrições utilizadas na família do WEMOB-W-007-W-R-1T2 e WEMOB-W-012-W-R-1T1, respectivamente, além de mostrar a opção de novo tipo para a criação das variações.

Figura 38 - Parâmetros, equações e descrições do WEMOB-W-007-W-R-1T2.

Tipos de famílias

Digite o nome: WEMOB-W-007-W-R-1T2

Parâmetros de pesquisa

Parâmetro	Valor
Restrições	
Elevação-padrão	1400.0
Construção	
Conector Tipo 01/02<Modelos genéricos	WEMOB-W-007-W-R-1T2-PLUG TIPO 02
Elétrica - Cargas	
Tensão (padrão)	220.00 V
N° de Fases (padrão)	2
Corrente Verdadeira (padrão)	32.00 A
Potência Ativa (padrão)	7040.00 W
Potência Aparente (padrão)	7040.00 VA
Fator de Potência	1.000000
Tipo de Carga (padrão)	TUGs - Residencial
Dados de identidade	
Modelo	WEMOB-W-007-W-R-1T2
Descrição	Estação de Recarga 7,8kW Residencial - WEMOB-W-007-W-R-1T2
Fabricante	WEG
Guia de Instalação	https://static.weg.net/medias/downloadcenter/h15/hb3/WEG-WEMOB-wall-g2-guia-de-instalacao-10007832612-pt.pdf
Código para compra	15744306
Custo	6214.02
URL	https://www.rayonmateriaiseletricos.com.br/estacao-de-recarga/wemob-weg/wall-residencial/weg-estacao-de-recarga-7-8kw
Tipo de imagem	
Nota-chave	
Comentários de tipos	
Código de montagem	

Como posso gerenciar meus tipos de família?

Gerenciar tabelas de pesquisa...

OK Cancelar Aplicar

Fonte: Elaborada pelo autor, 2025.

Figura 39 - Parâmetros, equações e descrições do WEMOB-W-012-W-R-1T1.

Tipos de famílias

Digite o nome: WEMOB-W-012-W-R-1T1

Parâmetros de pesquisa

Parâmetro	Valor
Restrições	
Elevação-padrão	1400.0
Construção	
Conector Tipo 01/02<Modelos genéricos	WEMOB-W-007-W-R-1T2-PLUG TIPO 01
Elétrica - Cargas	
Tensão (padrão)	220.00 V
N° de Fases (padrão)	3
Corrente Verdadeira (padrão)	50.00 A
Potência Ativa (padrão)	11000.00 W
Potência Aparente (padrão)	11000.00 VA
Fator de Potência	1.000000
Tipo de Carga (padrão)	TUGs - Residencial
Dados de identidade	
Modelo	WEMOB-W-012-W-R-1T1
Descrição	Estação de Recarga 12kW Residencial - WEMOB-W-012-W-R-1T1
Fabricante	WEG
Guia de Instalação	https://static.weg.net/medias/downloadcenter/h15/hb3/WEG-WEMOB-wall-g2-guia-de-instalacao-10007832612-pt.pdf
Código para compra	17023354
Custo	7150.61
URL	https://www.rayonmateriaiseletricos.com.br/estacao-de-recarga/wemob-weg/wall-residencial/weg-estacao-de-recarga-12kw
Tipo de imagem	
Nota-chave	
Comentários de tipos	
Código de montagem	

Como posso gerenciar meus tipos de família?

Gerenciar tabelas de pesquisa...

OK Cancelar Aplicar

Fonte: Elaborada pelo autor, 2025.

Por fim, para finalização desta família, é realizado o procedimento apresentado na seção 5.3 de criação do conector elétrico, associação dos parâmetros ao conector, e categorização da família, sendo esta família categorizada como “Dispositivos elétricos”.

6.3. Dispositivos de proteção, seccionamento, comando e medição

A NBR 17019, como anteriormente mencionado é uma norma complementar a NBR 5410 que especifica os dispositivos de proteção, seccionamento e comando necessários para atender as demandas elétricas e assegurar as proteções dos usuários e instalações para estações de carregadores de VEs. Os principais dispositivos destacados para a prevenção de correntes de fuga, surtos de tensão, falhas de isolamento, curtos-circuitos e outros riscos são:

- Dispositivos Diferenciais Residuais (DRs);
- Dispositivos de Proteção contra Sobretensões Transitórias (DPS);
- Dispositivos Supervisores de Isolamento (DSI);
- Proteções contra Sobrecorrentes.

Os Dispositivos Supervisores de Isolamento (DSI) não serão modelados no presente trabalho, este dispositivo tem por característica realizar a detecção da primeira falta e monitorar o estado de isolamento dos condutores, normalmente são utilizados em esquemas de aterramento IT. Para ambientes residenciais onde normalmente os esquemas de aterramento são os TN e TT um dos dispositivos responsáveis por detectar e interromper a primeira falta é o DR, que será apresentado a seguir.

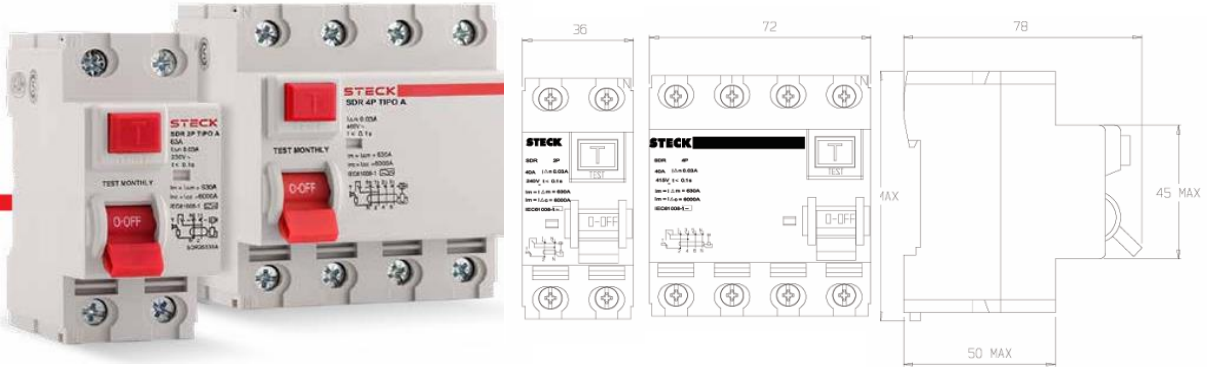
6.3.1. Dispositivos Diferenciais Residuais (DRs)

Os dispositivos diferenciais residuais são dispositivos essenciais para a detecção de correntes de fuga, protegendo as estações de carregamento de VEs e os usuários de choques elétricos e riscos de incêndio. A NBR 17019 exige o uso de DRs tipo A, responsáveis por detectar correntes residuais alternadas senoidais (AC) e contínuas pulsantes (DC) para os modos de carregamento 1 e 2. No modo de carregamento 3 é permitido a utilização do DR tipo B, e os tipos A e F também são permitidos desde que seja em conjunto com um detector de corrente residual contínua. Outra característica importante no dimensionamento do DR é a corrente residual máxima de 30 mA para os três modos de carregamento.

Para modelagem deste dispositivo é o escolhido o modelo IDR (Interruptor Diferencial Residual) classe A do fabricante STECK, a escolha se dá pelo tempo de mercado

do fabricante, a versatilidade dos modelos, com grandes variações de corrente (25A, 40A e 63A), números de polos (dois ou quatro polos), além de ser designado que sua principal aplicação é na proteção de circuitos que alimentam carregadores veiculares, segundo o fabricante. A Figura 40 nos mostra o modelo escolhido, e apresenta as versões de dois e quatro polos, e suas dimensões físicas.

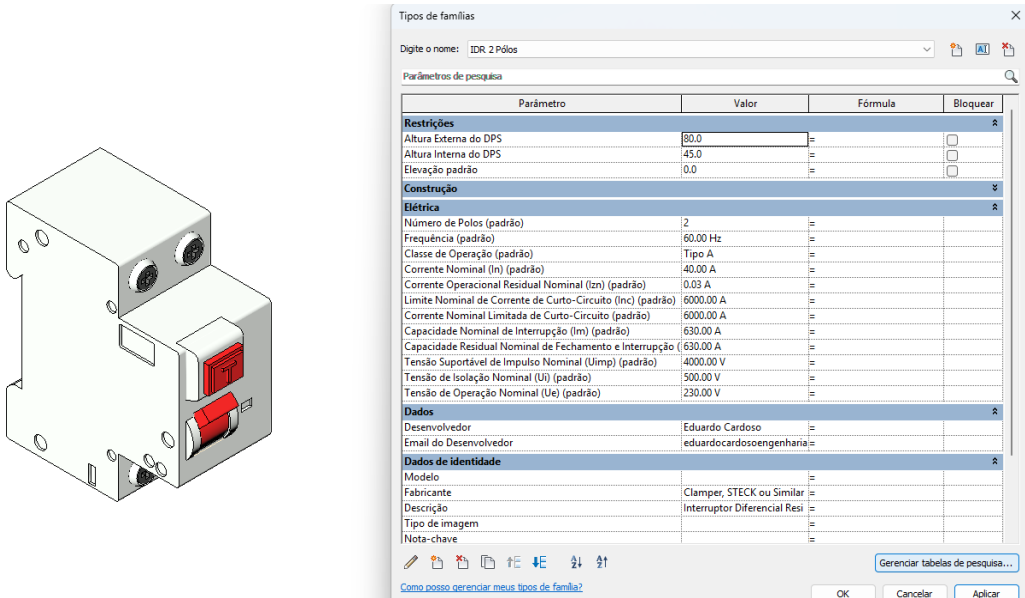
Figura 40 - Interruptor diferencial residual, classe A, STECK.



Fonte: STECK.

A Figura 41 apresenta a modelagem tridimensional do IDR, além de apresentar os parâmetros incluídos nesta família. Os parâmetros pertencentes ao grupo de parâmetros “Elétrica”, foram configurados como parâmetros compartilhados de instâncias, para trazer maior flexibilidade de configurações para o projetista, visto que este IDR possui características físicas muito semelhantes às de outros fabricantes.

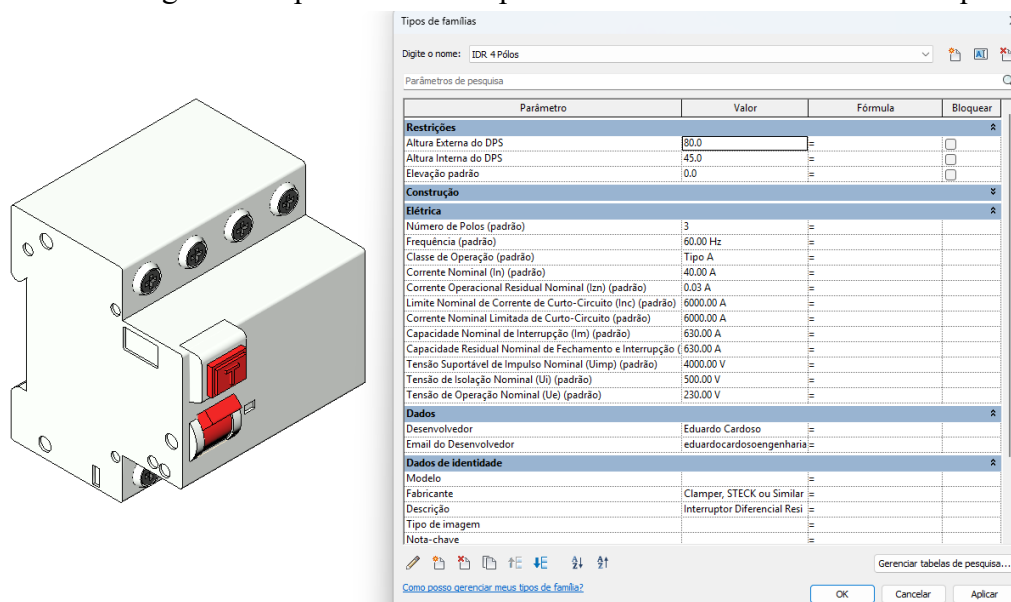
Figura 41 - Modelagem 3D e parâmetros compartilhados de instância do IDR de dois polos.



Fonte: Elaborada pelo autor, 2025.

O modelo de quatro polos também foi modelado e configurado com os mesmos parâmetros compartilhados de instância do modelo de dois polos. A Figura 42 apresenta a modelagem e parametrização do IDR de quatro polos.

Figura 42 - Modelagem 3D e parâmetros compartilhados de instância do IDR de quatro polos.



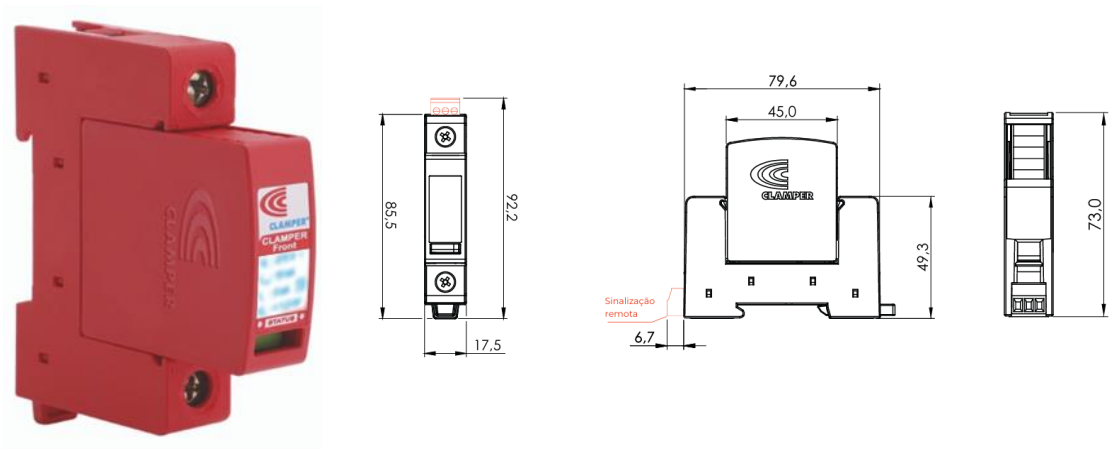
Fonte: Elaborada pelo autor, 2025.

6.3.2. Dispositivos de Proteção contra Sobretensões (DPS)

A NBR 17019 estabelece o uso obrigatório do dispositivo de proteção contra sobretensões transitórias (DPS) com a finalidade de proteger as estações de carregamento de VEs contra picos de tensão causados por descargas elétricas ou comutação de cargas, sendo obrigatório em locais de acesso público para garantir a segurança e longevidade dos equipamentos.

O modelo escolhido é o DPS *front V*, monopolar, classe II de acordo com a IEC 61643-11, do fabricante CLAMPER. A classe II é destinada a proteção contra surtos elétricos ocasionados por descargas atmosféricas indiretas, ou seja, que ocorrem próximo a edificação ou linhas de transmissão de energia. A Figura 43 apresenta o modelo escolhido e as dimensões consultadas no catálogo do fabricante.

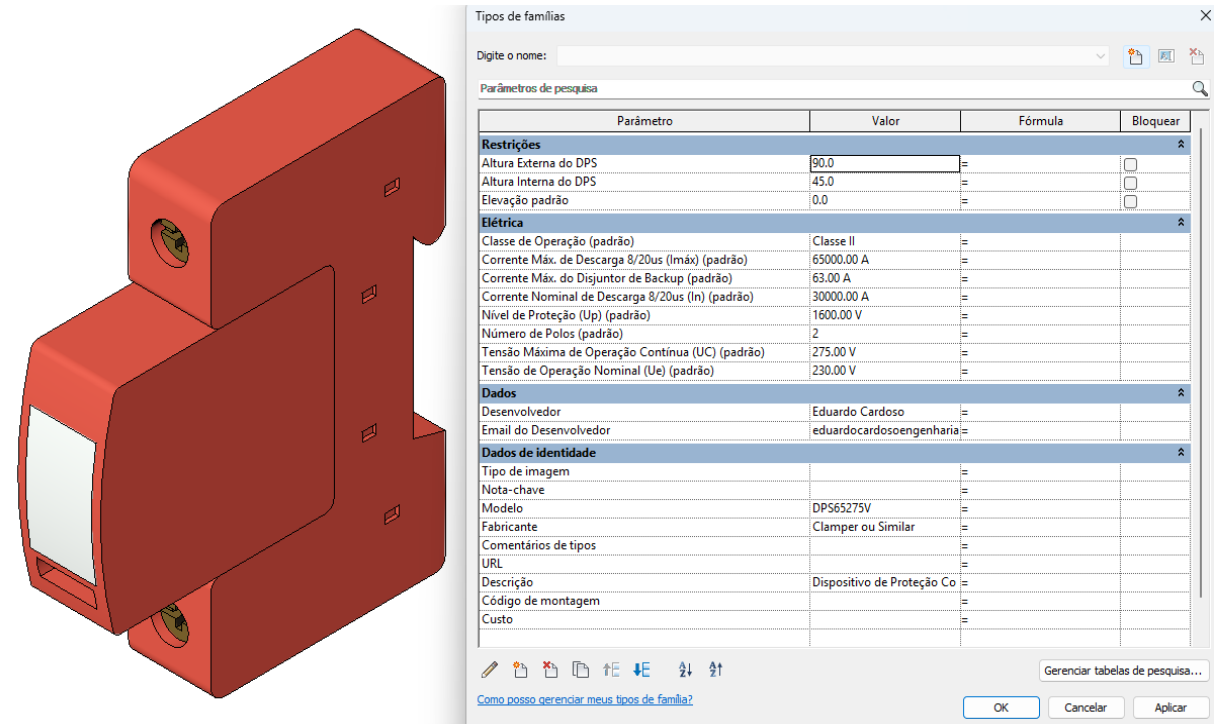
Figura 43 - Dispositivo de proteção contra sobretensões transitórias (DPS), fabricante CLAMPER.



Fonte: CLAMPER.

A partir da consulta das dimensões e das características técnicas no catálogo do fabricante, é possível realizar a modelagem e parametrização do DPS, conforme mostra a Figura 44. Os parâmetros incorporados e agrupados em “Elétrica”, são parâmetros compartilhados de instância, para que possam ser alterados conforme a necessidade do projetista.

Figura 44 - Modelagem 3D e parâmetros compartilhados para o DPS.

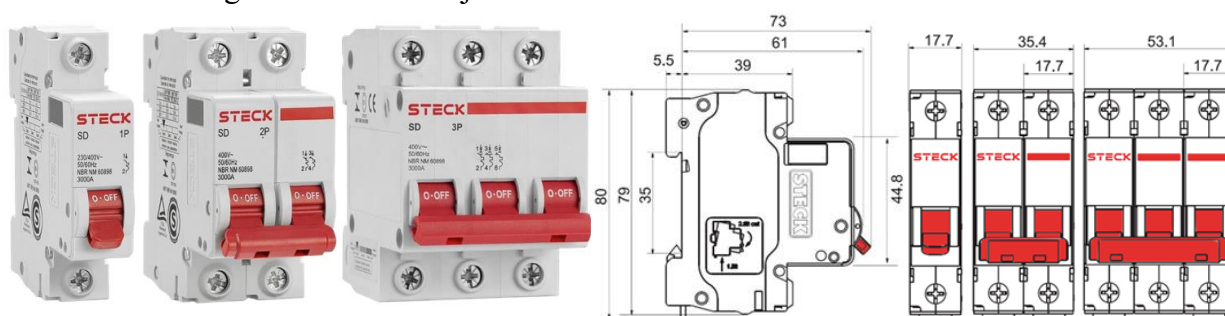


Fonte: Elaborada pelo autor, 2025.

6.3.3. Dispositivos de Proteção contra Sobrecorrentes

Os principais dispositivos de proteção contra sobrecorrentes são os fusíveis e os disjuntores termomagnéticos (DTM), responsáveis por realizar de forma segura a desenergização e proteção contra sobrecargas e curtos-circuitos, garantindo o funcionamento adequado de cada ponto de recarga. Para este projeto, utilizaremos os disjuntores termomagnéticos devido a sua capacidade de seccionamento e proteção. O modelo escolhido é o Mini Disjuntor Termomagnéticos DIN, com variação de corrente de 2 a 70 A, sendo também modelo com curva de disparo termomagnética do tipo B ou C, do fabricante STECK, apresentado pela Figura 45, além disso, é apresentada as dimensões consultadas no catálogo do fabricante.

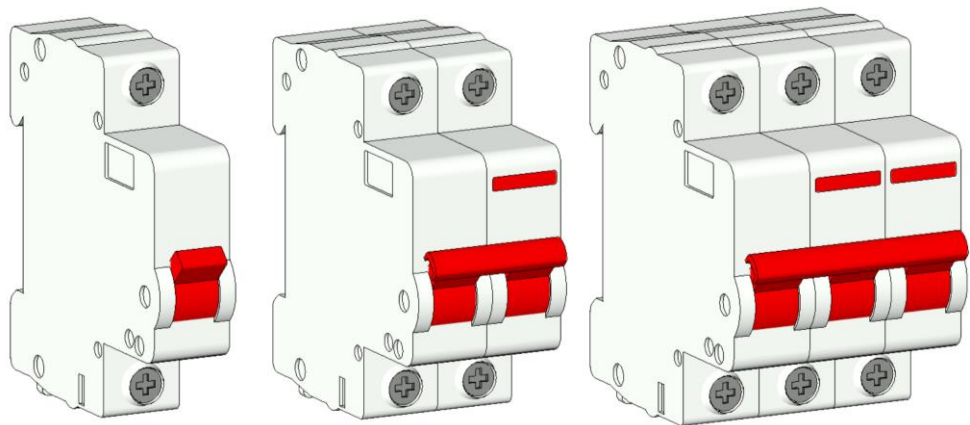
Figura 45 - Mini Disjuntores de 2 a 70A do fabricante STECK.



Fonte: STECK.

A Figura 46 mostra a modelagem dos disjuntores termomagnéticos monopolar, bipolar e tripolar, enquanto a Figura 47 apresenta os parâmetros incorporados a família modelada de acordo com as informações técnicas consultadas no catálogo do fabricante. Esses parâmetros são válidos para os três modelos de disjuntores.

Figura 46 - Modelagem 3D dos minis disjuntores do fabricante STECK.



Fonte: Elaborada pelo autor, 2025.

Figura 47 - Parâmetros incorporados dos minis disjuntores do fabricante STECK.

Tipos de famílias

Digite o nome: Monopolar

Parâmetros de pesquisa

Parâmetro	Valor	Fórmula
Restrições		
Elevação padrão	0.0	=
Construção		
Elétrica		
Classe de Operação (padrão)	Tipo C - (5 a 10 X In)	=
Corrente Nominal (In) (padrão)	0.00 A	=
Frequência (padrão)	60.00 Hz	=
Número de Polos (padrão)	2	=
Tensão Máx. de Operação (U _{bmáx}) (padrão)	400.00 V	=
Tensão Suportável de Impulso Nominal (U _{imp}) (padrão)	4000.00 V	=
Tensão de Isolação Nominal (U _i) (padrão)	500.00 V	=
Tensão de Operação Nominal (U _e) (padrão)	400.00 V	=
Dados		
Densenvolvedor	Eduardo Cardoso	=
Email do Desenvolvedor	eduardocardosoengenharia@gmail.com	=
Dados de identidade		
Modelo	Minidisjuntores Termomagnéticos Monopolar DIN	=
Fabricante	Clamper, STECK ou Similar	=
Descrição	MINIDISJUNTORES TERMOMAGNÉTICOS - 2A ATÉ 70A	=

Gerenciar tabelas de pesquisa...

OK Cancelar Aplicar

Fonte: Elaborada pelo autor, 2025.

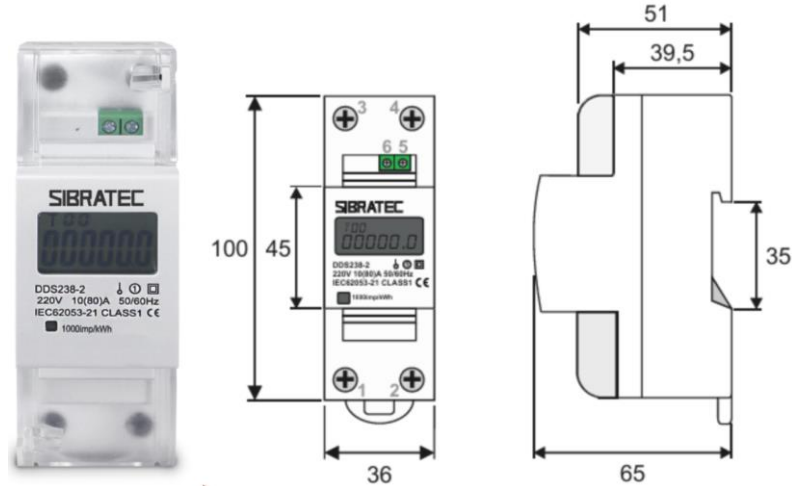
6.3.4. Dispositivos de Medição

Os dispositivos de medição são comumente utilizados em estações residenciais de carregamento de VEs, principalmente em estações compartilhadas, onde deseja-se realizar a medição da potência elétrica consumida por cada carregador ou veículos, ou até mesmo em residências comuns onde se deseja separar a medição da potência elétrica da residência das estações de carregamento de VEs.

Para esta finalidade, escolhemos o modelo de medidor de energia elétrica - DDS238-2, da Sibratec, com capacidade de medição de até 80A e faixa de operação de 127-

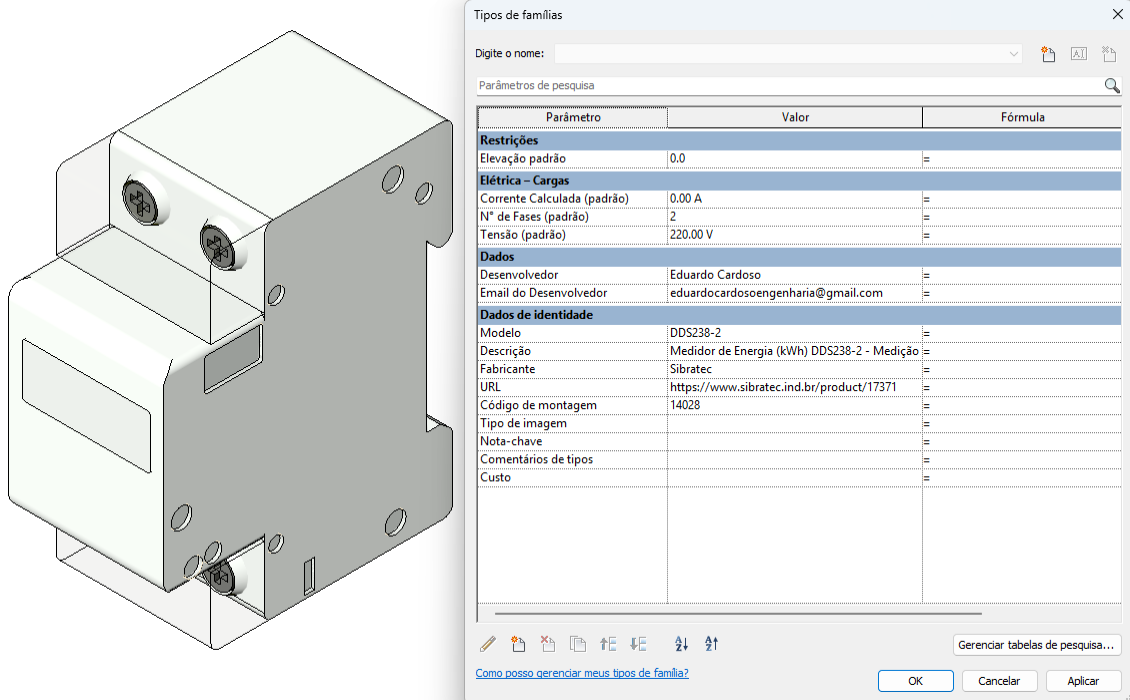
220V. O modelo em questão e suas dimensões é apresentado pela Figura 48, e sua modelagem e parametrização é apresentado na Figura 49.

Figura 48 - Medidor de energia elétrica DDS238-2 e suas dimensões, Sibratec.



Fonte: Sibratec.

Figura 49 - Modelagem e parametrização do medidor de energia elétrica DDS238-2.



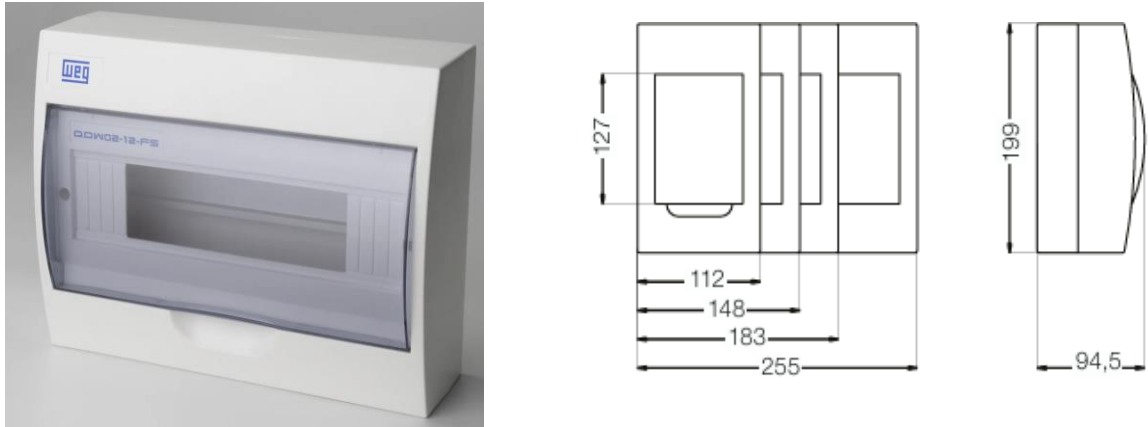
Fonte: Elaborada pelo autor, 2025.

6.4. Quadros de distribuição de energia

Os quadros de distribuição de energia elétrica são responsáveis por reunir os dispositivos de proteção, seccionamento, comando e medição dentro de uma instalação elétrica. Para as estações residenciais de carregamento de VE foi escolhido o quadro de distribuição de

sobrepôr de 18 DIN, do fabricante WEG. A Figura 50 apresenta o modelo escolhido e as dimensões de outras variações, sendo este modelo de 18 DIN suficiente para acoplar os dispositivos de proteção, seccionamento, comando e medição modelados anteriormente.

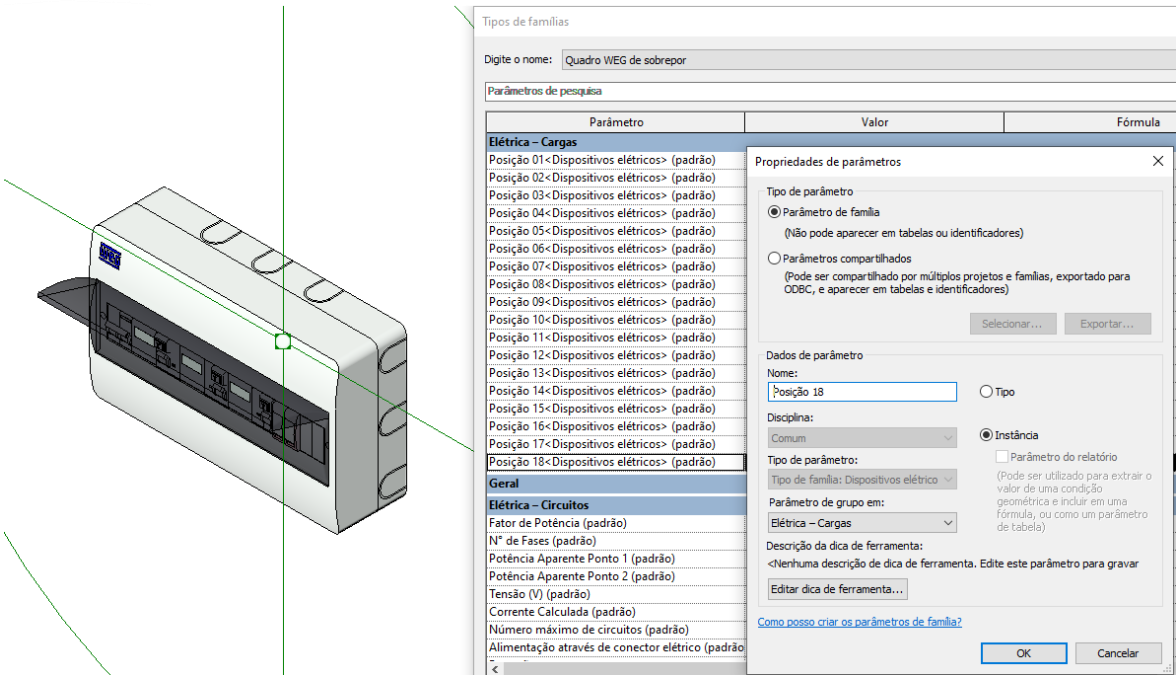
Figura 50 - Quadro de sobrepôr 18 DIN, fabricante WEG.



Fonte: Elétrica Luz; WEG, 2024.

A modelagem e parametrização do quadro de sobrepôr é mostrada na Figura 51. Os conceitos de conector de conduíte, conector elétrico e associação de parâmetros apresentados nas seções 5.1 e 5.3 foram necessárias para esta modelagem. Além disso, foram criados os parâmetros denominados como “Posição 01” a “Posição 18”, destinados a acoplar os dispositivos de proteção, seccionamento, comando e medição modelados.

Figura 51 - Modelagem e parametrização do quadro de sobrepôr para 12 DIN.



Fonte: Elaborada pelo autor, 2025.

6.5. Modelagem das tomadas residenciais e industriais

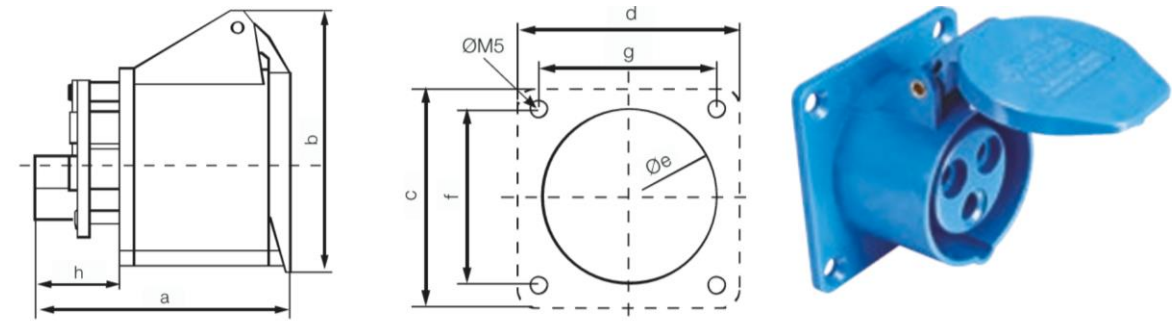
As tomadas residenciais e industriais são elementos que garantem não apenas a conexão das estações de carregamento de VEs à rede elétrica, como também a conexão direta dos VEs sistema elétrico, dependendo do modo de carregamento utilizado. Essas tomadas garantem a segurança, e compatibilidade com os requisitos elétricos e normativos de cada aplicação.

Para a modelagem das tomadas industriais o modelo escolhido é o TEWD-32P3H6E57 e TSWD-32P3H6E57, que são, respectivamente, tomadas de embutir e de sobrepor, do fabricante WEG. Estes modelos são os mais alinhados com as características técnicas das estações de carregamento de VE WEMOB WALL modeladas anteriormente. Estes modelos possuem as características de:

- Tensão nominal de 200-250V
- Três números de polos (2P +T)
- Corrente nominal de 32A
- Posição do pino terra à seis horas

As Figuras 52 e 53 apresentam as dimensões das tomadas de embutir e sobrepor, respectivamente, os modelos TEWD-32P3H6E57 e TSWD-32P3H6E57.

Figura 52 - Dimensões da tomada de embutir TEWD-32P3H6E57.

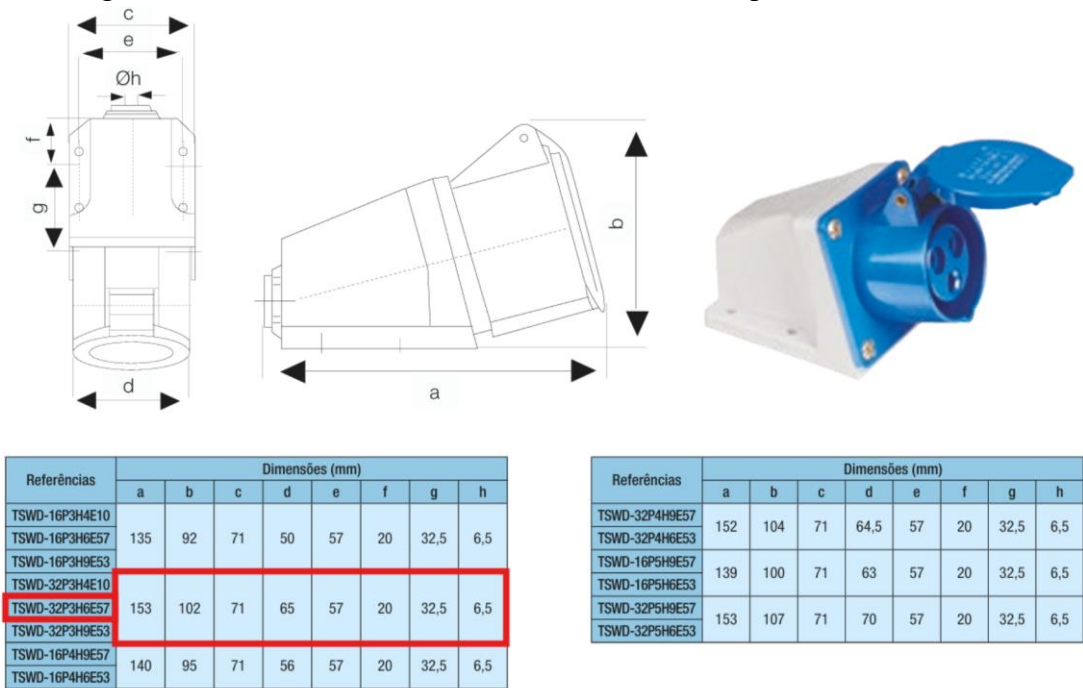


Referências	Dimensões (mm)							
	a	b	c	d	e	f	g	h
TEWD-16P3H4E10								
TEWD-16P3H6E57	74	70	70	70	56	56	56	24
TEWD-16P3H9E53								
TEWD-32P3H4E10								
TEWD-32P3H6E57	91	88	70	70	56	56	56	29
TEWD-32P3H9E53								
TEWD-16P4H9E57	76	80	70	70	56	56	56	25
TEWD-16P4H6E53								

Referências	Dimensões (mm)							
	a	b	c	d	e	f	g	h
TEWD-32P4H9E57	90	87	70	70	56	56	56	30
TEWD-32P4H6E53								
TEWD-16P5H9E57	76	86	70	70	56	56	56	26
TEWD-16P5H6E53								
TEWD-32P5H9E57	93	95	70	70	56	56	56	28
TEWD-32P5H6E53								

Fonte: WEG, 2024.

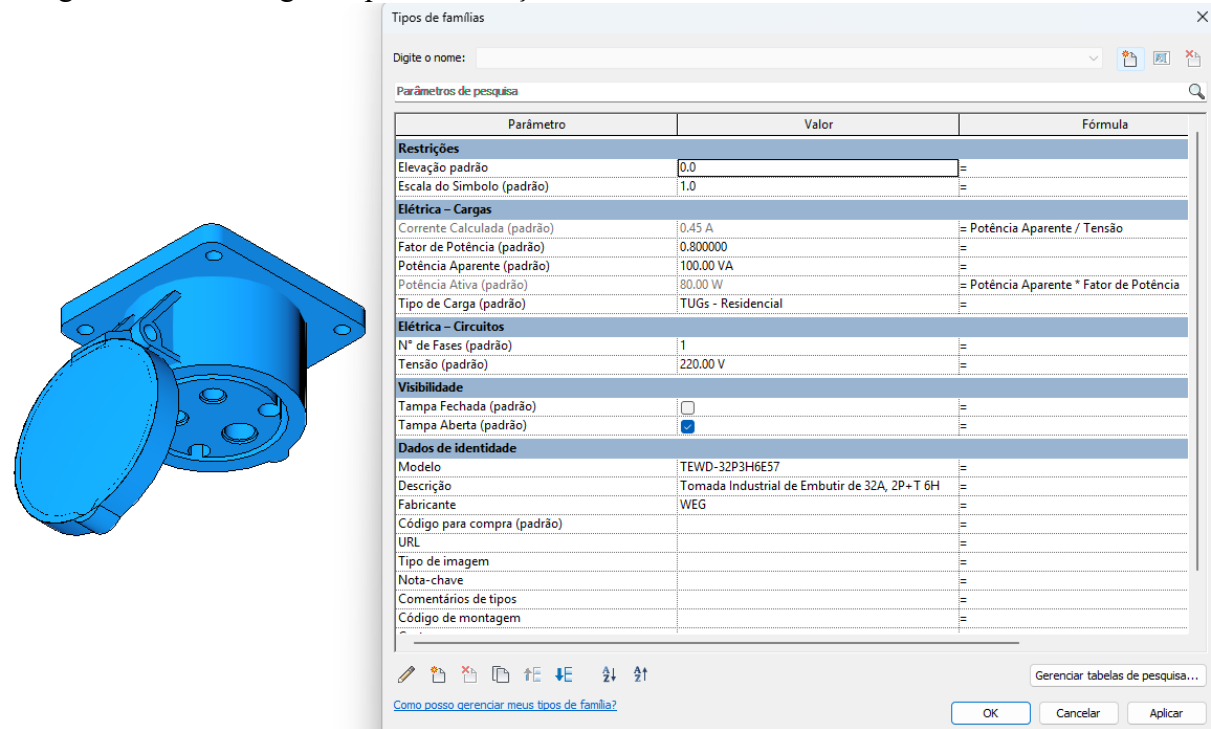
Figura 53 - Dimensões da tomada industrial de sobrepor TSWD-32P3H6E57.



Fonte: WEG, 2024.

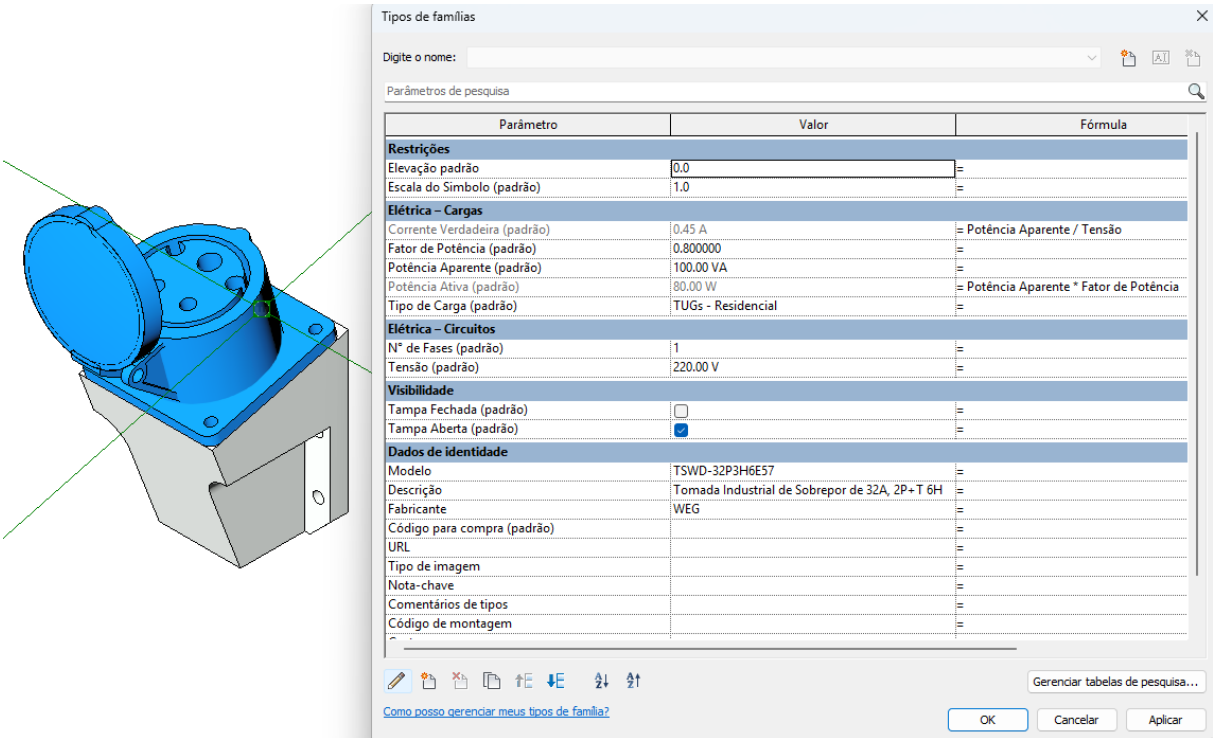
As Figuras 54 e 55 apresentam a modelagem e os parâmetros incorporados das tomadas de embutir e sobrepor, respectivamente, os modelos TEWD-32P3H6E57 e TSWD-32P3H6E57.

Figura 54 - Modelagem e parametrização da tomada ind. de embutir TEWD-32P3H6E57.



Fonte: Elaborada pelo autor, 2025.

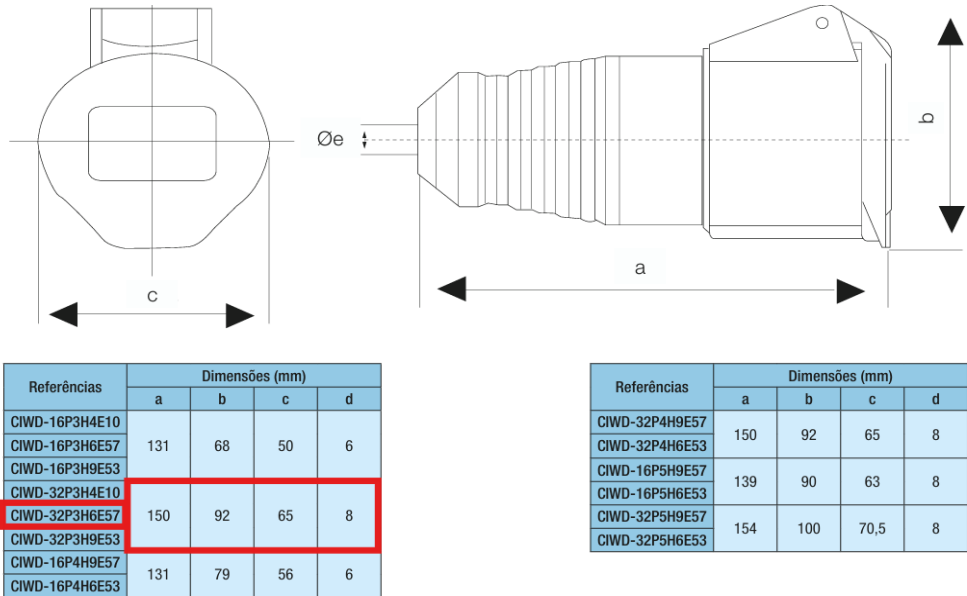
Figura 55 - Modelagem e parametrização da tomada ind. de sobrepor TSWD-32P3H6E57.



Fonte: Elaborada pelo autor, 2025.

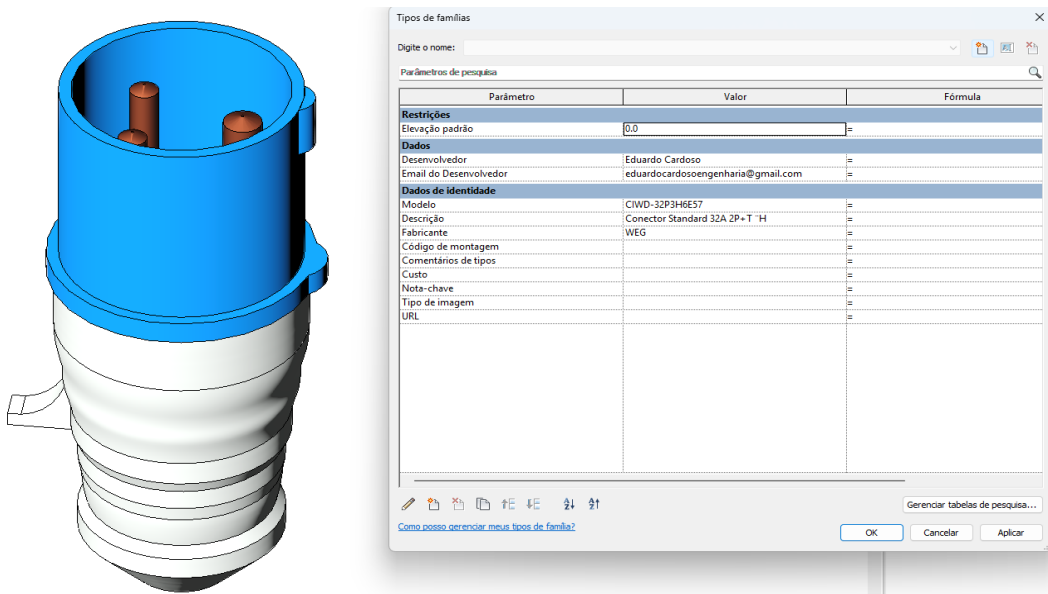
Em complemento, foi modelada a família do conector para as tomadas de embutir e sobrepor, o modelo escolhido é o PIWD-32P3H6E57, do fabricante WEG, sendo este, um conector de 32A, 250V, 2P + T com a posição do pino terra a seis horas. A Figura 56 apresenta as dimensões do conector de tomada industrial, e a Figura 57 a sua modelagem. Note que as informações dos parâmetros preenchidos são apenas aquelas apresentadas na lista de materiais do *template*, visto que não é necessário atribuí-lo a nenhum parâmetro específico de elétrica a esse dispositivo.

Figura 56 - Dimensões do conector de tomada industrial, modelo PIWD-32P3H6E57 da WEG.



Fonte: WEG, 2024.

Figura 57 - Modelagem e parametrização do conector de tomada industrial PIWD-32P3H6E57.

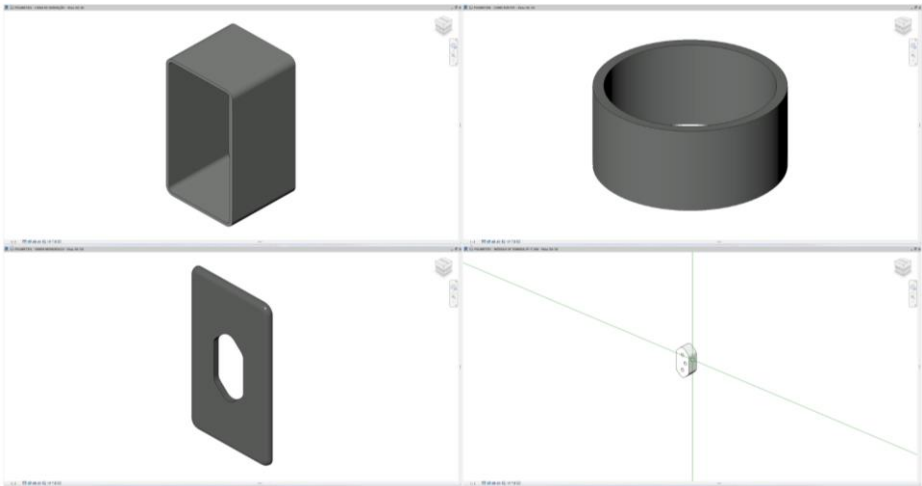


Fonte: Elaborada pelo autor, 2025.

Para a tomada residencial comum, utilizaremos a tomada em condutele modelada como exemplo na seção 5.1, modificando os parâmetros para torná-la em uma tomada 2P+T de 20A do fabricante Wetzel. Além disso, o conjunto foi separado visto que o fabricante anuncia para venda cada item separado e não o conjunto. A Figura 58 apresenta cada família modelada separadamente, sendo estes, caixa de derivação em PVC, conector de Ø1”, tampa para

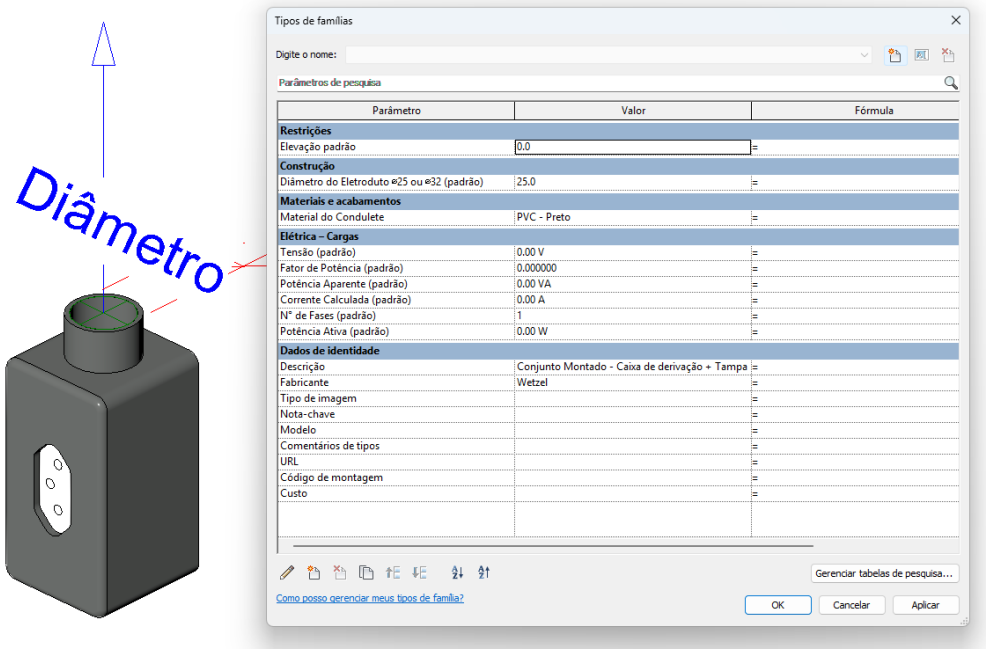
monobloco para uma tomada hexagonal vertical, e o módulo de tomada 2P+T 250V 20A. A Figura 59 apresenta estas famílias aninhadas e os parâmetros associados para o conjunto.

Figura 58 - Modelagem das famílias individuais, caixa, conector, tampa e módulo, Wetzel.



Fonte: Elaborada pelo autor, 2025.

Figura 59 - Famílias aninhadas e parametrização para o conjunto de tomadas.



Fonte: Elaborada pelo autor, 2025.

6.6. Criação das famílias de simbologia

Para a representação das famílias modeladas nas seções 6.1 a 6.5 em planta baixa (2D), é necessária a criação das famílias de simbologias para representar esses elementos e facilitar a identificação destes no processo de desenvolvimento e até mesmo na execução do

projeto. Para que isso seja possível utilizamos o *template* de família de anotações genéricas do próprio Revit, e os procedimento apresentado na seção 5.4 destinado a criar famílias para simbologias, identificadores, anotações, entre outras indicações ou informações que devem constar em prancha para leitura do projeto. As famílias modeladas anteriormente que receberam simbologias são:

- Estação de Recarga WEMOB WALL - WEG
- Quadro de sobrepor 12 DIN - WEG
- Tomada de industrial de embutir TEWD-32P3H6E57 - WEG
- Tomada de industrial de sobrepor TSWD-32P3H6E57 - WEG
- Conjunto para tomada 2P+T de 20A - Wetzel (Baixa, Média e Alta)

A Figura 60 apresenta a representação dos símbolos para as famílias modeladas citadas anteriormente. Para o conjunto de tomada 2P+T foram criadas as variações para as alturas de tomadas baixas, médias e altas.

Figura 60 - Simbologia para estação de recarga, quadro de sobrepor, tomada industrial de embutir, tomada industrial de sobrepor, e conjunto de tomada (baixa, média, alta).

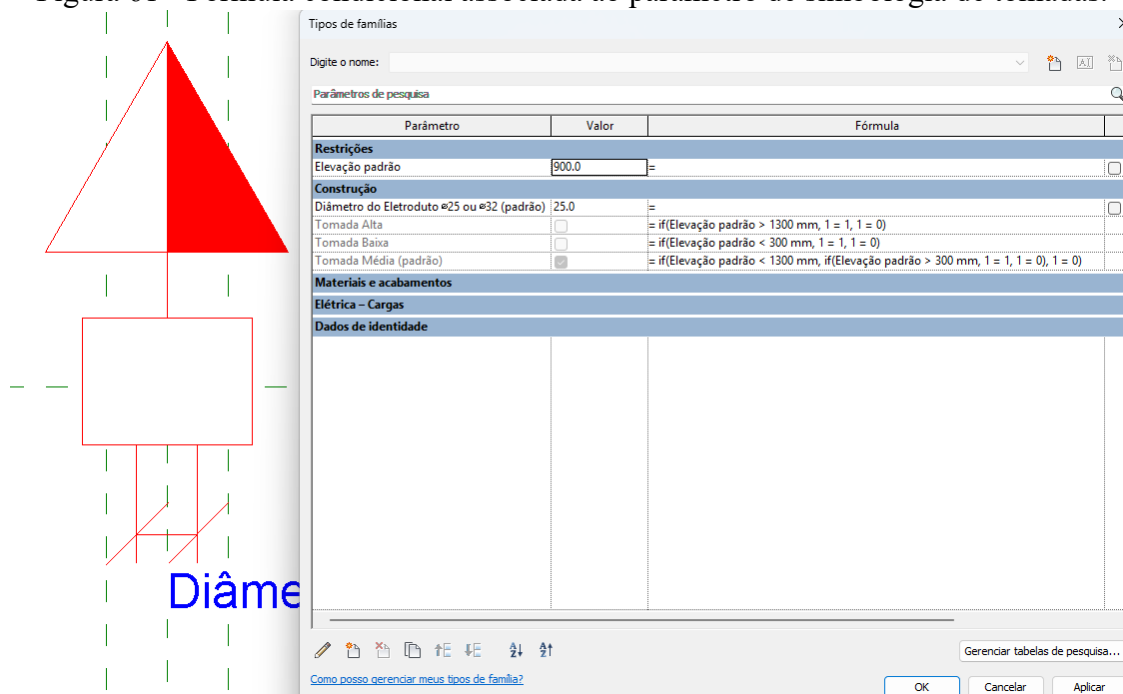


Fonte: Elaborada pelo autor, 2025.

Posteriormente, aninhamos cada família de simbologia com as respectivas famílias modeladas e realizamos a associação de parâmetros como descrição e modelo para a família do WEMOB, nome do painel para a família do quadro de sobrepor, elevação padrão para as tomadas industriais para alteração da indicação “H=0,3m”, e a fórmula condicional para

alteração da simbologia das tomadas baixa, média e alta de acordo a altura da elevação padrão, sendo, para elevação padrão menor ou igual a 300 mm - simbologia baixa, elevação padrão de maior que 300 mm e menor ou igual a 1300 mm - simbologia média, e elevação padrão maior do que 1300 mm - simbologia alta. A Figura 61 apresenta a fórmula condicional do parâmetro associado à família de simbologia para as tomadas de sobrepor relacionando a elevação padrão à simbologia utilizada: baixa, média ou alta. Além disso, é possível notar o êxito do funcionamento, sendo que para a elevação padrão de 900mm a simbologia utilizada é a de tomada média.

Figura 61 - Fórmula condicional associada ao parâmetro de simbologia de tomadas.



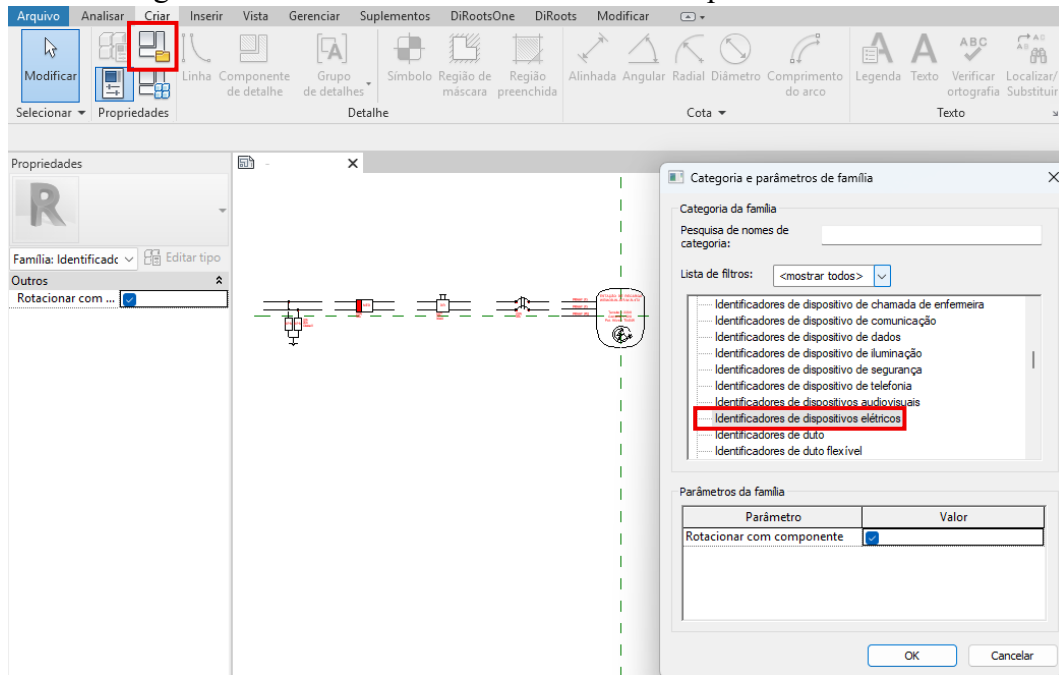
Fonte: Elaborada pelo autor, 2025.

6.7. Criação das famílias de anotação para diagramas unifilares

Para a criação das famílias de anotação para os diagramas multifilares, seguimos o procedimento apresentado na seção 5.4, no entanto, focando no desenvolvimento dos diagramas, além disso, os principais parâmetros elétricos das famílias modeladas nas seções 6.1 a 6.5 são associados aos diagramas para apresentar clareza na leitura dos projetos.

Para as famílias dos diagramas é necessário editar o tipo de família, definindo-as como famílias de identificadores de dispositivos elétricos conforme mostra a Figura 62.

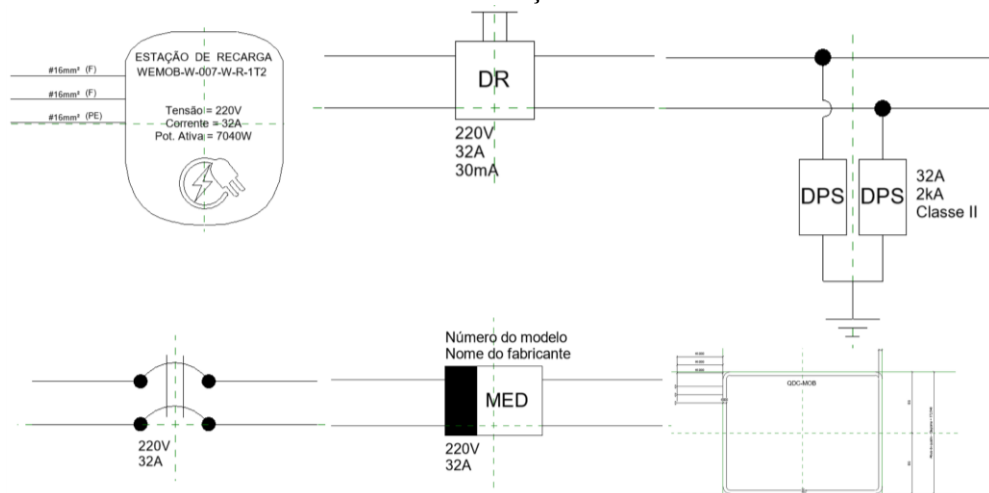
Figura 62 - Famílias de identificadores de dispositivos elétricos.



Fonte: Elaborada pelo autor, 2025.

As famílias que receberam identificadores são: Estação de recarga (WEMOB), dispositivo de corrente residual (DR), dispositivo de proteção contra sobretensões (DPS), disjuntor termomagnético (DTM), medidor de energia e quadro de distribuição de energia. A Figura 63 apresenta as respectivas famílias dos identificadores para a construção de diagramas multifilares.

Figura 63 - Identificadores para WEMOB, DR, DPS, DTM, medidor de energia e quadro de distribuição.



Fonte: Elaborada pelo autor, 2025.

6.8. Criação das famílias de anotação para folhas e carimbos

Para as famílias de folhas e carimbo utilizamos o *template* de famílias de blocos de margens e carimbo cuja utilização é similar àquela apresentada na seção 5.4. Neste caso, focamos no desenvolvimento das folhas e carimbos para a montagem das pranchas. Para a inclusão no *template*, foram criadas as famílias de folhas com os tamanhos A0, A1, A2, A3, e A4, dimensões conforme o padrão da ABNT NBR 16752:2020. As dimensões são apresentadas na tabela 3, e seguem o formato da série ISO-A.

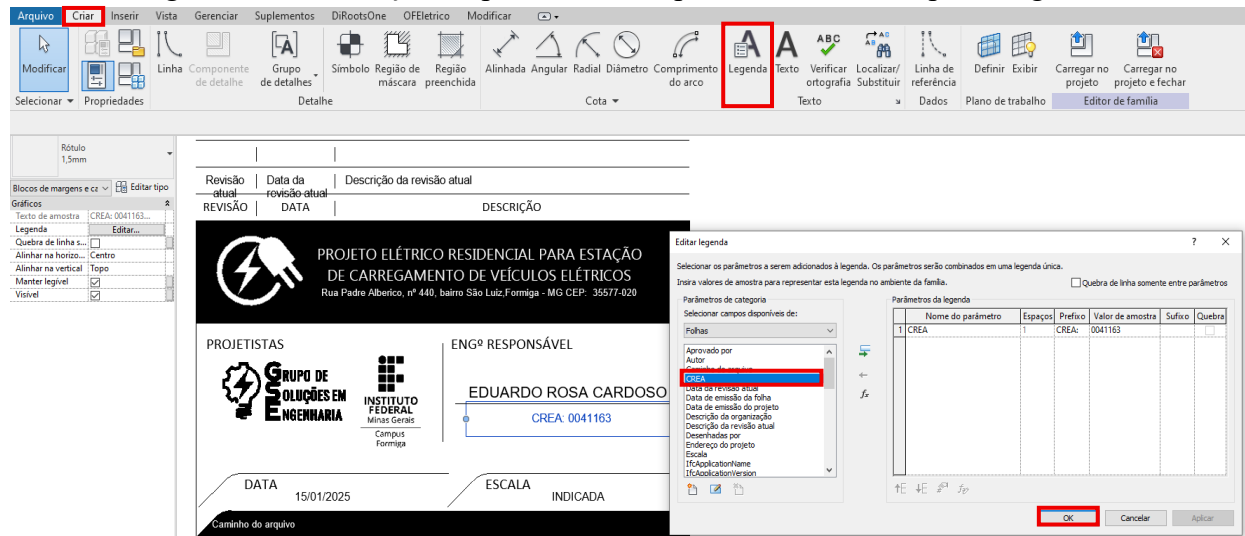
Tabela 3 - Formatos das folhas padrão ISO-A da NBR 16752:2020.

Designação	Dimensões (mm)
A0	841 × 1189
A1	594 × 841
A2	420 × 594
A3	297 × 420
A4	210 × 297

Fonte: ABNT NBR 16752:2020.

Para a família de carimbo, também foi utilizado *template* de famílias de blocos de margens e carimbo que possui parâmetros já criados para serem associados com determinadas legendas. Utilizamos os parâmetros já existentes, como: caminho do arquivo, escala, data de emissão do projeto, data da revisão atual, revisão atual emitida, revisão atual, endereço do projeto, e projeto por, para a associação com os campos de legendas para preenchimento. Para o preenchimento do parâmetro “CREA” foi necessário a criação do parâmetro compartilhado para a associação. A Figura 64 apresenta a associação do parâmetro compartilhado “CREA” com o campo de legenda para preenchimento.

Figura 64 - Associação do parâmetro compartilhado com campo de legenda.

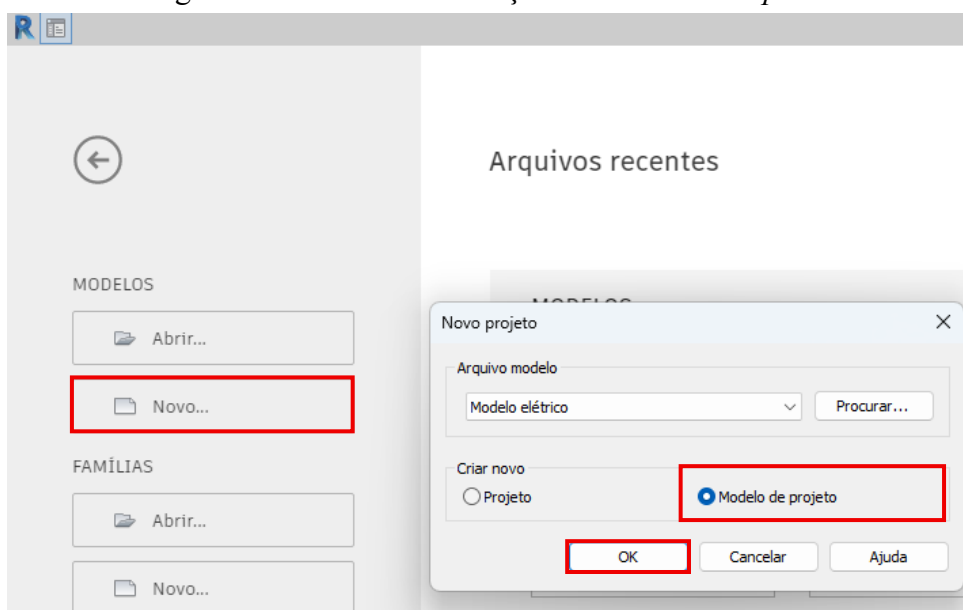


Fonte: Elaborada pelo autor, 2025.

7. CONSTRUÇÃO E CONFIGURAÇÕES DO *TEMPLATE* PARA AS ESTAÇÕES RESIDENCIAIS DE CARREGAMENTO DE VEÍCULOS ELÉTRICOS

Como anteriormente apresentado, o *template* é o arquivo de modelo de projeto que receberá todas as famílias modeladas e configurações para que o projetista possa desenvolver o projeto da estação residencial de carregamento de VE de forma simplória. A Figura 65, apresenta o processo para criação de novo modelo de projeto (*template*).

Figura 65 - Processo de criação de um novo *template*.



Fonte: Elaborada pelo autor, 2025.

7.1. Configuração dos eletrodutos

Para as famílias eletrodutos (conduítes, no Revit) não é permitida a criação externa para a inserção no *template*. O Revit fornece modelos editáveis separados em conduítes com ou sem conexões, metálicos ou não. Para o nosso *template*, utilizamos o modelo de conduíte não metálico com conexões para descrever os eletrodutos de PVC Rígido Roscável, para as instalações aparentes, e o modelo de conduíte não metálico sem conexões para descrever os eletrodutos de PVC Corrugado Amarelo e Laranja Reforçado, para instalações embutidas em alvenarias, pisos e enterrados.

Para as configurações dos diâmetros internos e externos dos eletrodutos, escolhemos os padrões seguidos pela fabricante Tigre que segue as normas NBR 15465 - Sistemas de Eletrodutos Plásticos para Instalações Elétricas de Baixa Tensão - Requisitos de

Desempenho e a NBR 5410 - Instalações Elétricas de Baixa Tensão. A tabela 4 e 5 apresentam os diâmetros internos e externos para os eletrodutos de PVC Corrugado Amarelo e Laranja Reforçado, e do PVC Rígido Roscável, respectivamente.

Tabela 4 - Dimensões internas e externas para eletrodutos de PVC Corrugado Amarelo e Laranja Reforçado.

Polegadas	Dimensões Internas	Dimensões Externas
Ø1/2"	15,4	20
Ø3/4"	19	25
Ø1"	25	32

Fonte: Tigre.

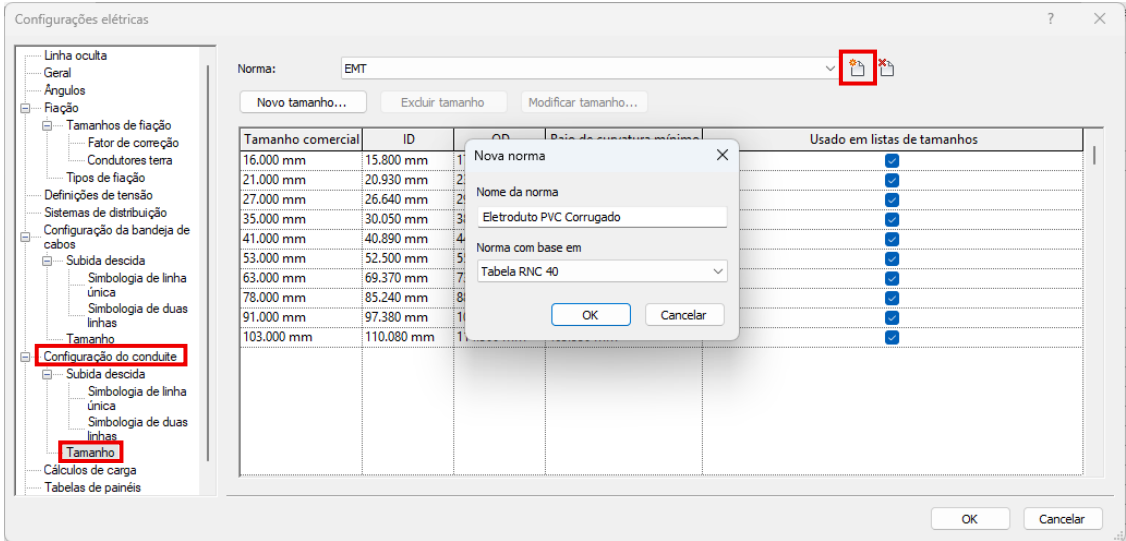
Tabela 5 - Dimensões internas e externas para eletrodutos de PVC Rígido Roscável.

Polegadas	Dimensões Internas	Dimensões Externas
Ø1/2"	16,4	20,8
Ø3/4"	21,3	25,9
Ø1"	27,5	32,9
Ø1.1/4"	36,1	41,9
Ø1.1/2"	41,4	47,4
Ø2"	52,8	59,0
Ø2.1/2"	67,1	74,7
Ø3"	79,6	87,6
Ø4"	103,1	113,1

Fonte: Kanaflex.

Para a configuração dos eletrodutos conforme o apresentado pelas tabelas 4 e 5 é necessário ir em “Configurações elétricas”, disponível no campo destinado como “Elétrica” na aba “Sistemas”, ou simplesmente através do atalho de teclado “ES”. Através do campo “Tamanho” em “Configuração do conduíte”, é permitido a criação de uma nova norma e inserir as dimensões dos eletrodutos. A Figura 66 apresenta o processo de criação de uma nova norma para os eletrodutos de PVC corrugado amarelo e laranja reforçado.

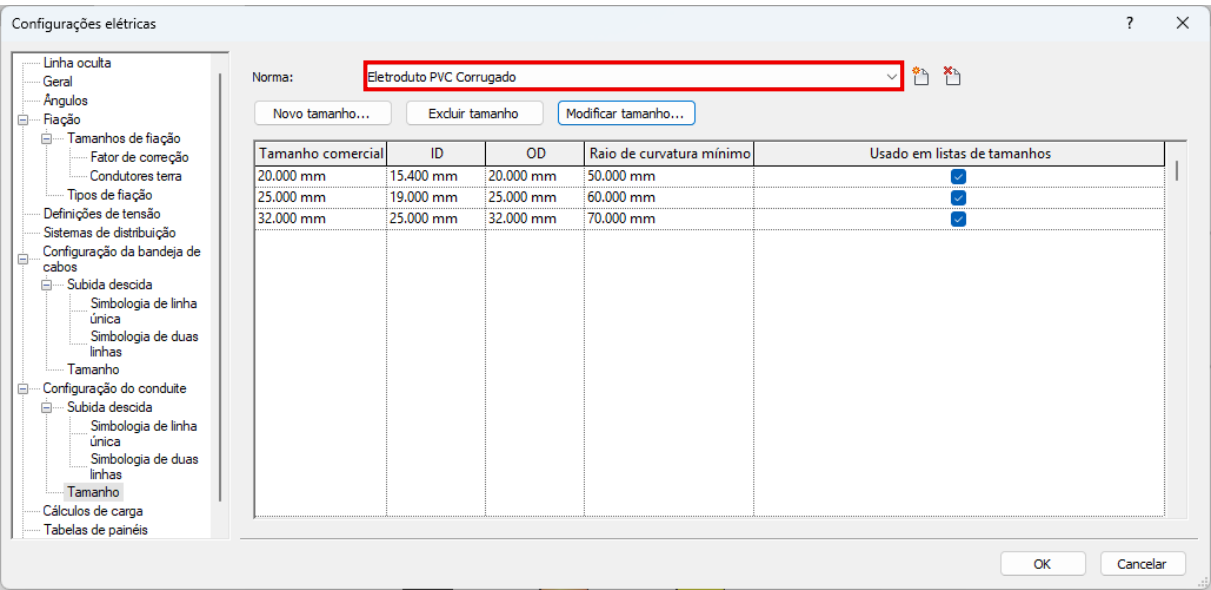
Figura 66 - Criação de nova norma para Eletroduto de PVC Corrugado.



Fonte: Elaborada pelo autor, 2025.

Após a criação da nova norma (Eletroduto PVC Corrugado) com base na tabela RNC 40, selecionamos o primeiro tamanho comercial de 16mm e selecionamos a ferramenta de “Modificar tamanho” para adequar os tamanhos internos, externos e comercial conforme o apresentado pela tabela 4. Além disso, os tamanhos excedentes aos tamanhos de 20mm, 25mm, e 32mm foram excluídos da norma. A Figura 67 apresenta o resultado final das configurações das dimensões dos eletrodutos para a norma de eletroduto de PVC corrugado.

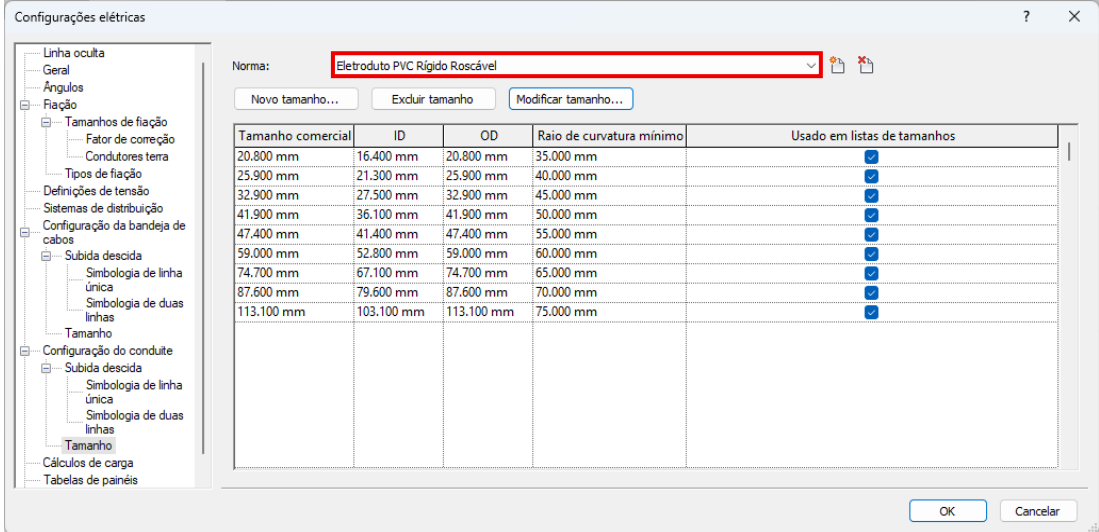
Figura 67 - Configuração da norma para Eletroduto PVC Corrugado.



Fonte: Elaborada pelo autor, 2025.

O processo de criação de uma nova norma e a configuração das dimensões internas, externas e comercial foram repetidas para os eletrodutos de PVC rígido Roscável alinhado com os valores apresentados na tabela 5. A Figura 68 apresenta o resultado final das configurações das dimensões dos eletrodutos para a norma de eletroduto de PVC rígido Roscável.

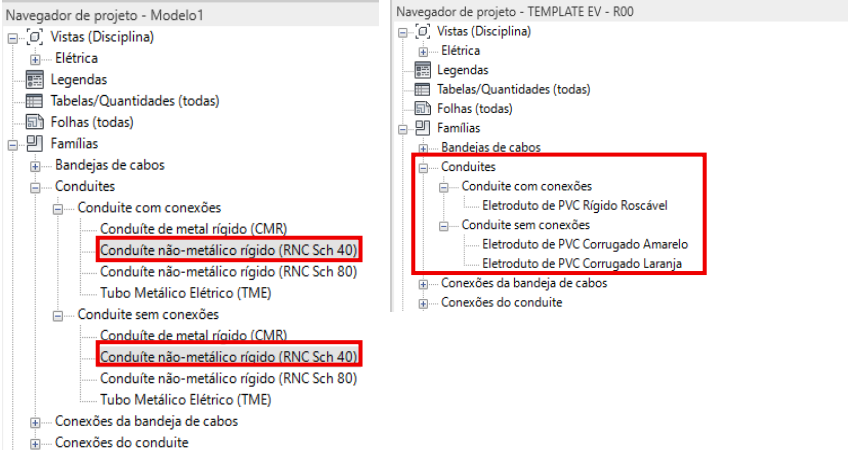
Figura 68 - Configuração da norma para Eletroduto PVC Rígido Roscável.



Fonte: Elaborada pelo autor, 2025.

Para editar os modelos de famílias de conduítes, é necessário realizar uma busca das famílias de conduítes no campo “Famílias” através do navegador de projeto. A Figura 69 apresenta as famílias de conduítes padrão utilizadas, e a alteração dos nomes das famílias para os modelos escolhidos (PVC Corrugado e Rígidos). Para as famílias de conduítes de PVC Corrugado Laranja e Amarelo é necessária a duplicata da família de conduíte não metálico sem conexões. Além disso, as famílias de conduítes não utilizadas foram apagadas.

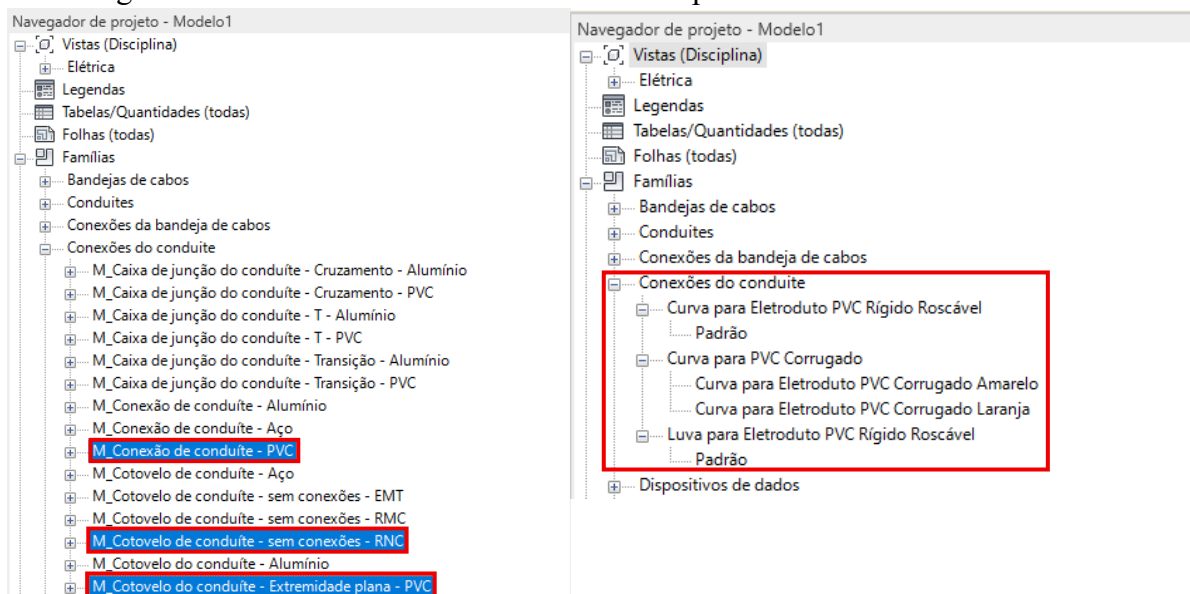
Figura 69 - Famílias de conduítes padrão utilizadas e modificadas.



Fonte: Elaborada pelo autor, 2025.

Para as conexões dos conduítes, realiza-se mesmo processo. Embora os eletrodutos de PVC corrugado não possuam curvas pré-formadas, é necessário editar suas conexões para permitir a execução de curvas durante o desenvolvimento do projeto. A Figura 70 apresenta as famílias de conexões utilizadas e renomeadas.

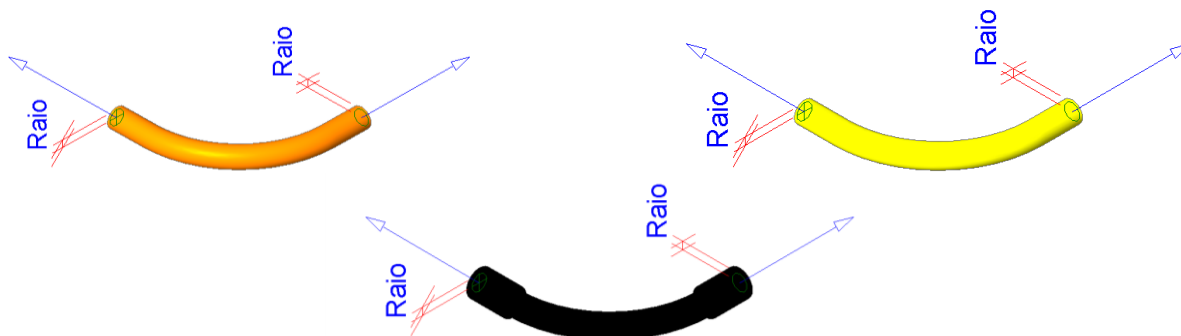
Figura 70 - Famílias de conexões de conduítes padrão utilizadas e modificadas.



Fonte: Elaborada pelo autor, 2025.

Nas famílias de conexões de conduítes é permitida a edição da família e até mesmo o aninhamento de famílias. Para as famílias de curva de eletrodutos corrugados foram ajustados os materiais utilizados (laranja e amarelo), e para a família de curva de eletroduto de rígido Roscável foi aninhada a luva em suas extremidades. A Figura 71 apresenta as três famílias editadas e a família de PVC Rígido aninhadas.

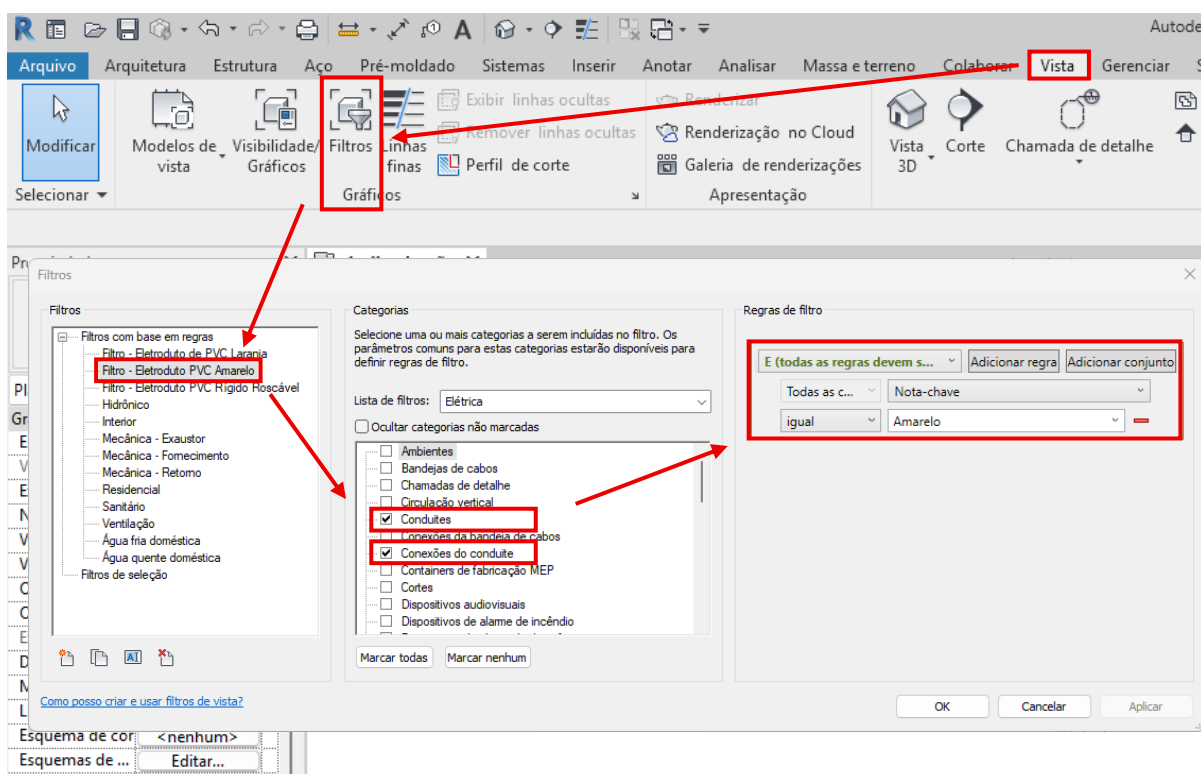
Figura 71 - Famílias de conexões de conduítes corrugados e rígidos editadas.



Fonte: Elaborada pelo autor, 2025.

Não é possível editar as famílias de eletrodutos, o que impede a modificação direta da coloração de seus materiais. Contudo, existe uma solução alternativa: a aplicação de filtros específicos para os eletrodutos, permitindo contornar essa limitação. Para a criação dos filtros basta acessar a opção “Filtros” na aba “Vista” e selecionar a opção “Novo”, em “Categorias”, selecionar as categorias de conduítes e conexões de conduítes, para as regras de filtros, podemos selecionar a opção “Nota-chave”, e colocar igual a “Amarelo”, conforme mostra a Figura 72.

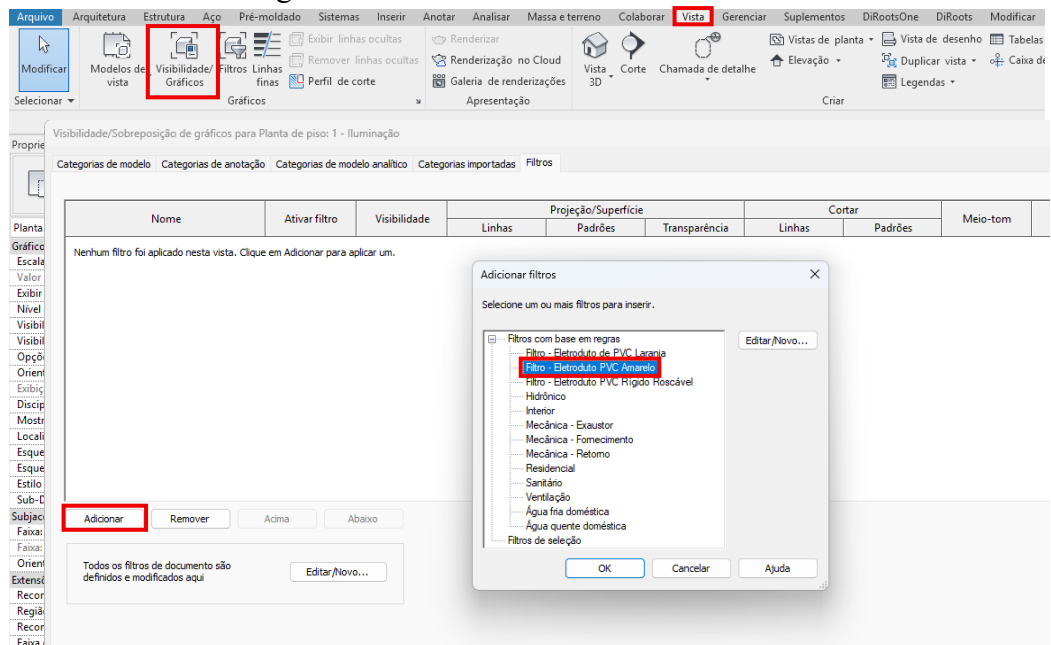
Figura 72 - Criação de filtros para os eletrodutos.



Fonte: Elaborada pelo autor, 2025.

O processo é repetido para a criação do filtro para o eletroduto de PVC corrugado laranja e do eletroduto de PVC rígido Roscável, sendo as notas chaves destes, descritas como laranja e preto respectivamente. Para ajustar as cores e adicionar o filtro no *template*, selecionamos a ferramenta “Visibilidade/Gráficos” na aba “Vista” e em “Filtros”, selecionamos o filtro criado através da opção “Adicionar”, conforme mostra a Figura 73.

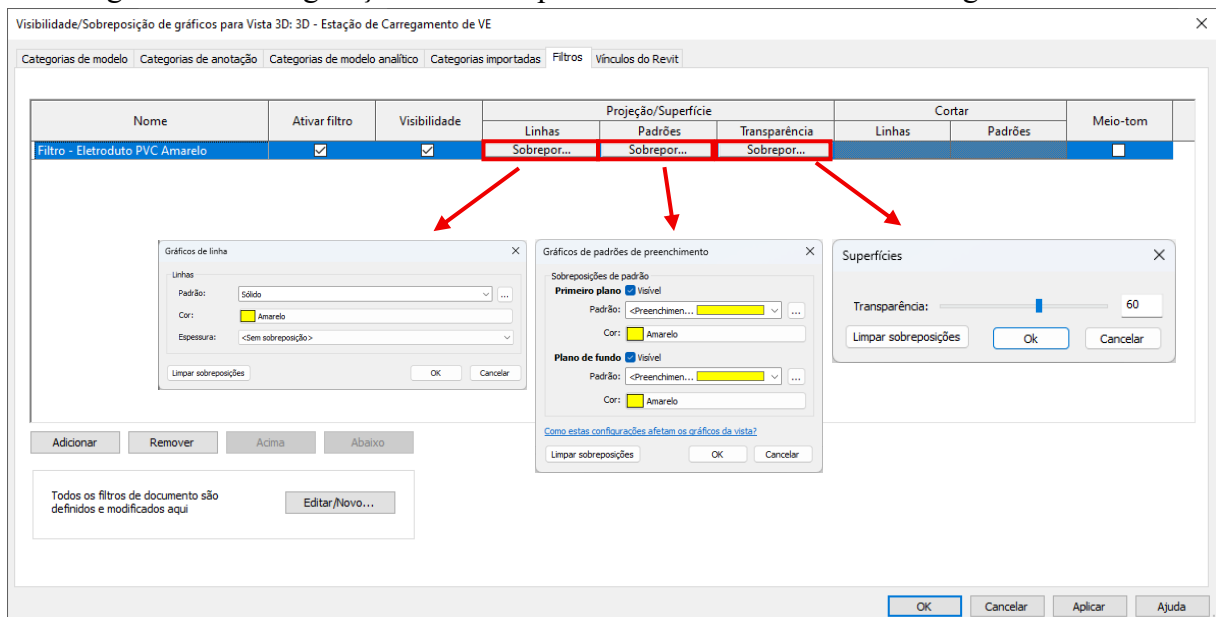
Figura 73 - Adicionado filtro a visibilidade.



Fonte: Elaborada pelo autor, 2025.

Após adicionar o filtro, conseguimos ajustar a cor e o tipo de linha utilizada, os padrões de cores, e ajustar o nível de transparência da sobreposição através da coluna “Projeção/Superfície”. A Figura 74 apresenta as configurações definidas para os padrões de cores para os eletrodutos de PVC corrugado amarelo. Para os eletrodutos de PVC corrugado laranja e os eletrodutos de PVC Rígido Roscável o processo é repetido com os padrões de cores laranja e preto para os respectivos eletrodutos.

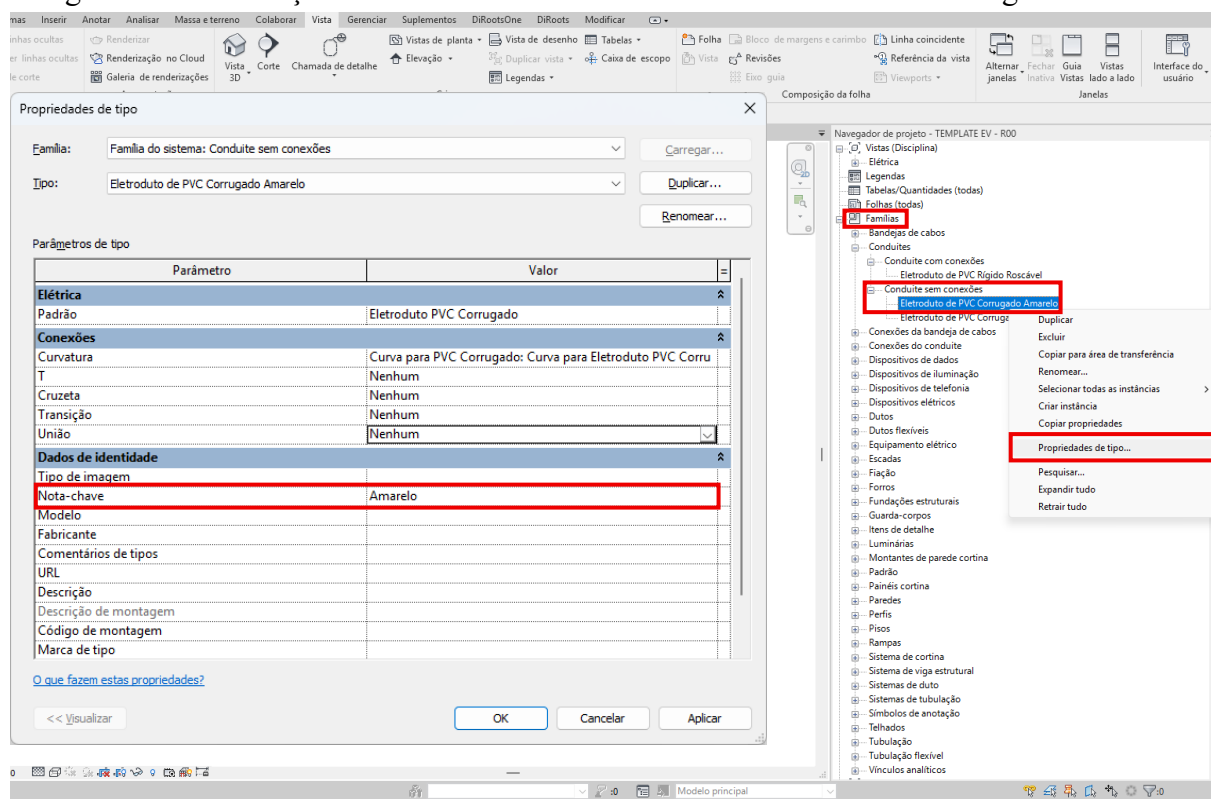
Figura 74 - Configurações do filtro para os eletrodutos de PVC corrugado amarelo.



Fonte: Elaborada pelo autor, 2025.

Para finalizar as configurações dos eletrodutos, devemos associar as normas de dimensões dos eletrodutos e inserir nos eletrodutos a nota-chave para a aplicação dos filtros. Para realizar esse procedimento, seleciona-se a família do eletroduto no navegador de projetos, e com o botão direito do *mouse* selecionar a opção de “Propriedades de Tipo”. Na janela de propriedade de tipo, no parâmetro “Padrão” selecionamos a opção da norma criada “Eletroduto PVC Corrugado”, e no parâmetro “Nota-chave”, escreve-se “Amarelo” para que o eletroduto seja associado ao filtro. A Figura 75 apresenta a associação do eletroduto com a norma e da nota-chave do filtro para o eletroduto de PVC Corrugado Amarelo.

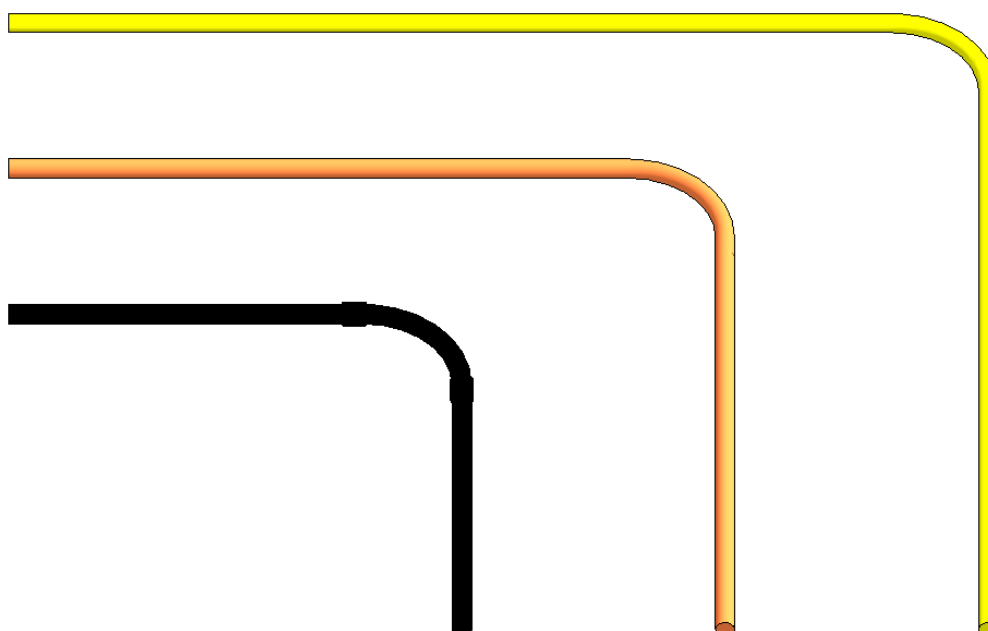
Figura 75 - Associação da norma e nota-chave no eletroduto de PVC Corrugado Amarelo.



Fonte: Elaborada pelo autor, 2025.

O processo é repetido para o eletroduto de PVC Corrugado Laranja Reforçado, incluindo em “Padrão” a norma “Eletroduto PVC Corrugado” e em “Nota-chave” a palavra “Laranja”. E para o eletroduto de PVC Rígido Roscável, incluímos em “Padrão” a norma “Eletroduto PVC Rígido Roscável” e em “Nota-chave” a palavra “Preto”. A Figura 76 apresenta o resultado final para as configurações e aplicação de filtros nos três tipos de eletrodutos.

Figura 76 - Resultado final dos eletrodutos de PVC Rígido Roscável e Corrugado Laranja Reforçado e Corrugado Amarelo.

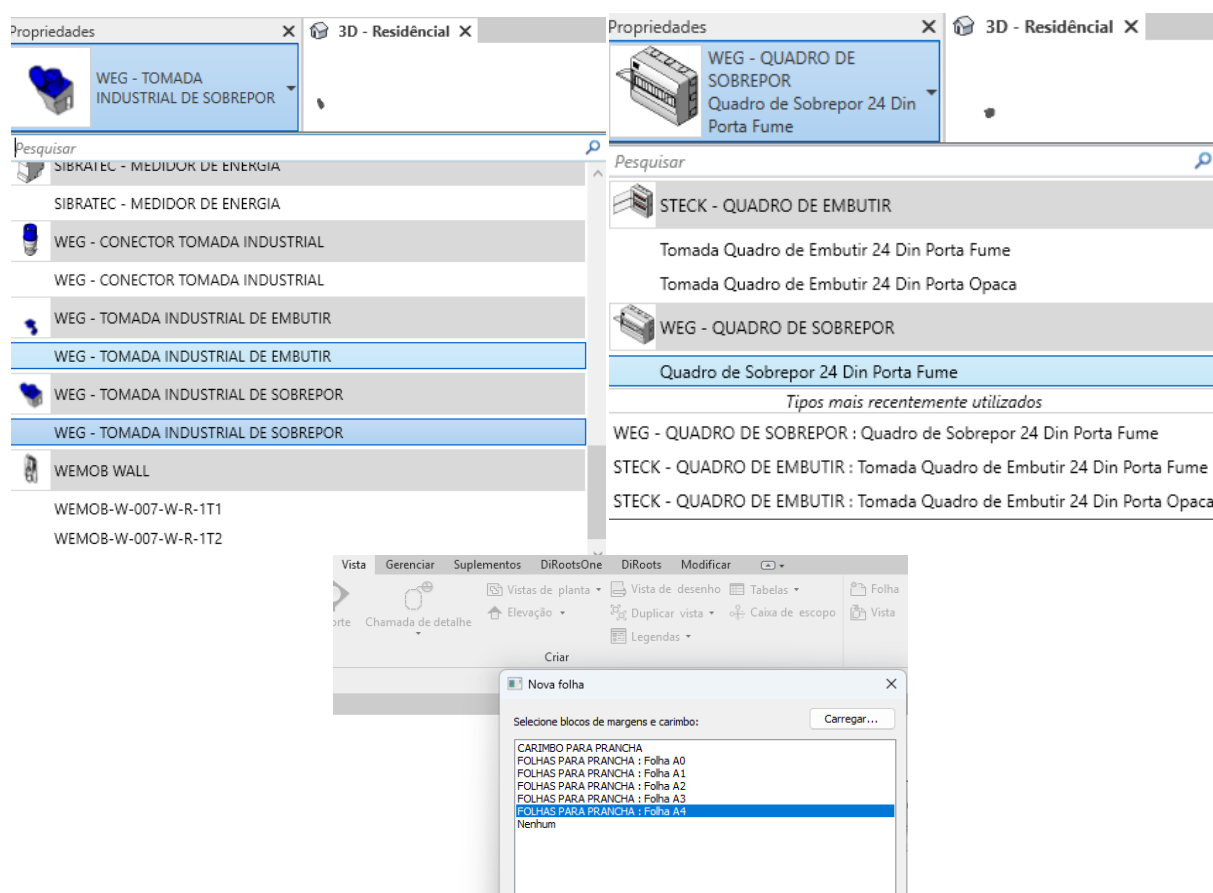


Fonte: Elaborada pelo autor, 2025.

7.2. Importação das famílias

Para dar continuidade à configuração do *template*, realizamos a importação das famílias modeladas. Esse processo é fundamental, pois em alguns casos há associação entre os parâmetros do *template* e os definidos nesses elementos. Para isso, utilizamos a função “Carregar famílias”, localizada na aba “Inserir”. Após o carregamento, o Revit organiza automaticamente os itens de acordo com seus respectivos tipos, conforme configurado durante a modelagem. Através da aba “Sistemas” em “Equipamento elétrico”, temos acesso aos quadros de distribuição de energia modelados, em “Dispositivos elétricos”, temos acesso aos dispositivos de proteção, medição, seccionamento, tomadas de sobrepor e embutir, conector, e a família do WEMOB WALL. Além disso, as famílias de anotação para o desenvolvimento de diagramas são encontradas através da aba “Anotar” em “Identificador por categoria”, e para as famílias de folhas e carimbos são encontradas no processo de desenvolvimento das pranchas através da ferramenta “Folha” na aba “Vista”. A Figura 77 apresenta algumas das famílias desenvolvidas carregadas.

Figura 77 - Algumas das famílias de dispositivos e equipamentos elétricos e família de folhas carregadas no *template*.

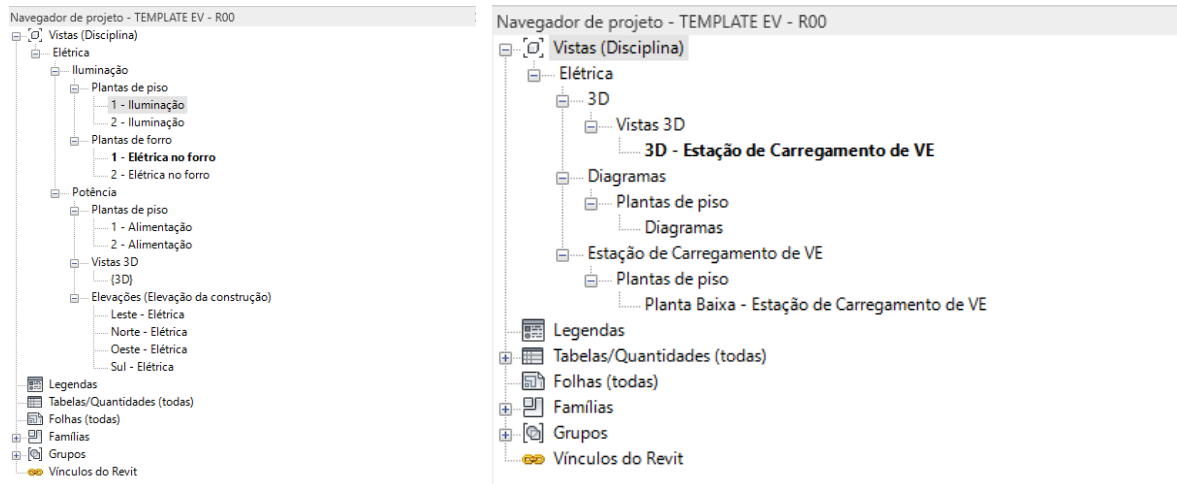


Fonte: Elaborada pelo autor, 2025.

7.3. Configurações dos modelos de vistas e plantas de piso

Ao iniciar a criação de um *template* no Revit, por padrão as plantas de piso são separadas em duas disciplinas principais, de iluminação e potência, essas disciplinas são divididas em plantas de piso, plantas de forro, Vistas 3D, e Elevações. Neste *template*, reestruturamos essas divisões, sendo, a disciplina de iluminação renomeada para “Estação de Carregamento de VE”, e a disciplina de potência renomeada para “Diagramas”. Além disso, foi incluída a vista “3D - Estação de Carregamento de VE”, e as plantas de forro e elevações foram excluídas. Ressalta-se que as vistas e plantas de piso podem ser facilmente ajustadas de acordo com o desejo do projetista, e as vistas configuradas no *template* são apenas base para construção de um projeto de estação residencial de carregamento de VE. A Figura 78 apresenta a configuração padrão do Revit e a configuração proposta.

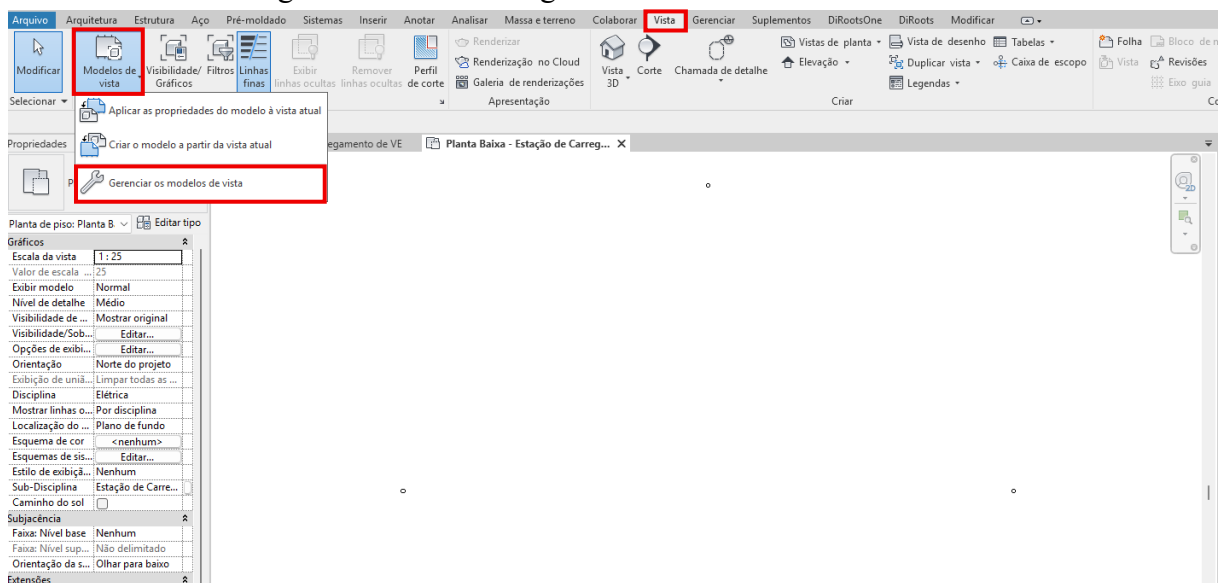
Figura 78 - Adequação das vistas e plantas de piso padrão para o formato do *template*.



Fonte: Elaborada pelo autor, 2025.

Os modelos de vistas são modelos configuráveis em que é possível definir características visuais das plantas de piso, plantas de forro, e vistas 3D. Essas configurações permitem ajustar a escala da vista, o nível de detalhe das famílias modeladas, o estilo visual dos elementos (sombreado, realista, modelo de linhas), a faixa da vista, entres outras configurações. Para ajustar os modelos de vistas, selecionamos a ferramenta “Modelos de vista” na aba “Vista”. Por padrão, o Revit possui outros modelos de vistas de outras disciplinas, que incluem arquitetura, hidráulica e mecânica. A Figura 79 apresenta o acesso ao gerenciador de modelos de vistas e os modelos padrões do Revit.

Figura 79 - Acesso ao gerenciador de modelos de vistas.



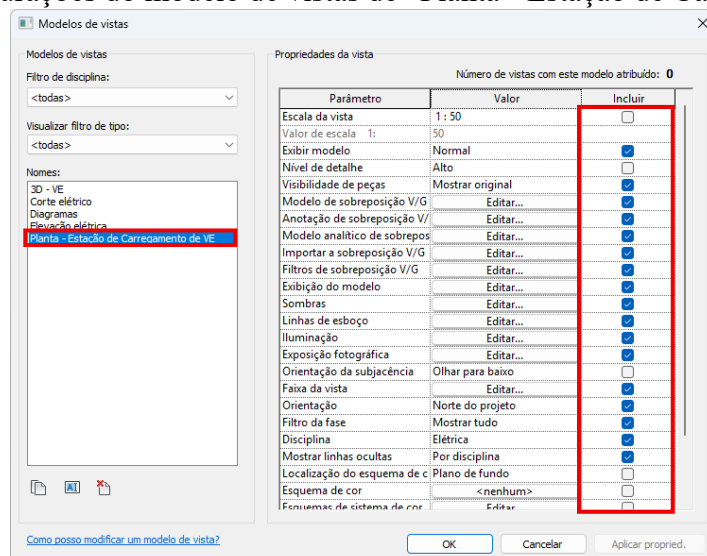
Fonte: Elaborada pelo autor, 2025.

Os modelos de vistas pertencentes a outras disciplinas foram excluídos, restando somente os modelos de vistas de elétrica. Para o modelo de vista “Planta Elétrica” foram criadas 3 cópias e renomeamos para “Planta - Estação de Carregamento de VE”, “Diagramas”, e “Vista 3D”. As seguintes alterações foram utilizadas em cada modelo de vista:

- Planta baixa - Estação de Carregamento de VE: Nível de detalhe alto e desabilitado, escala 1:50 e desabilitada, exibição de modelo sombreado e desabilitado, faixa da vista ajustada para ilimitada em todas as faixas e desabilitada, em filtros de sobreposição V/G foram adicionados os filtros para os eletrodutos anteriormente configurados, e por fim, a subdisciplina foi escrita “Estação de Carregamento de VE”.
- Vista 3D VE: Nível de detalhe alto e desabilitado, exibição de modelo realista e desabilitado, faixa da vista ajustada para ilimitada em todas as faixas e desabilitada, em anotação de sobreposição de V/G foram desabilitadas todas as anotações, e por fim, a subdisciplina foi escrita “3D”.
- Diagramas: Nível de detalhe baixo e habilitado, escala 1:50 e habilitada, exibição de modelo estrutura de arame e habilitado, faixa da vista ajustada para ilimitada em todas as faixas e foi habilitada. As opções de modelo de sobreposição V/G, filtros de sobreposição V/G, modelo analítico de sobreposição V/G foram todas desabilitadas e por fim, a subdisciplina foi escrita “Diagramas”.

As demais opções dos modelos de vistas não citadas anteriormente foram mantidas conforme o modelo padrão do Revit. A Figura 80 apresenta o resultado das modificações dos modelos de vistas.

Figura 80 - Configurações do modelo de vistas de “Planta - Estação de Carregamento de VE”.



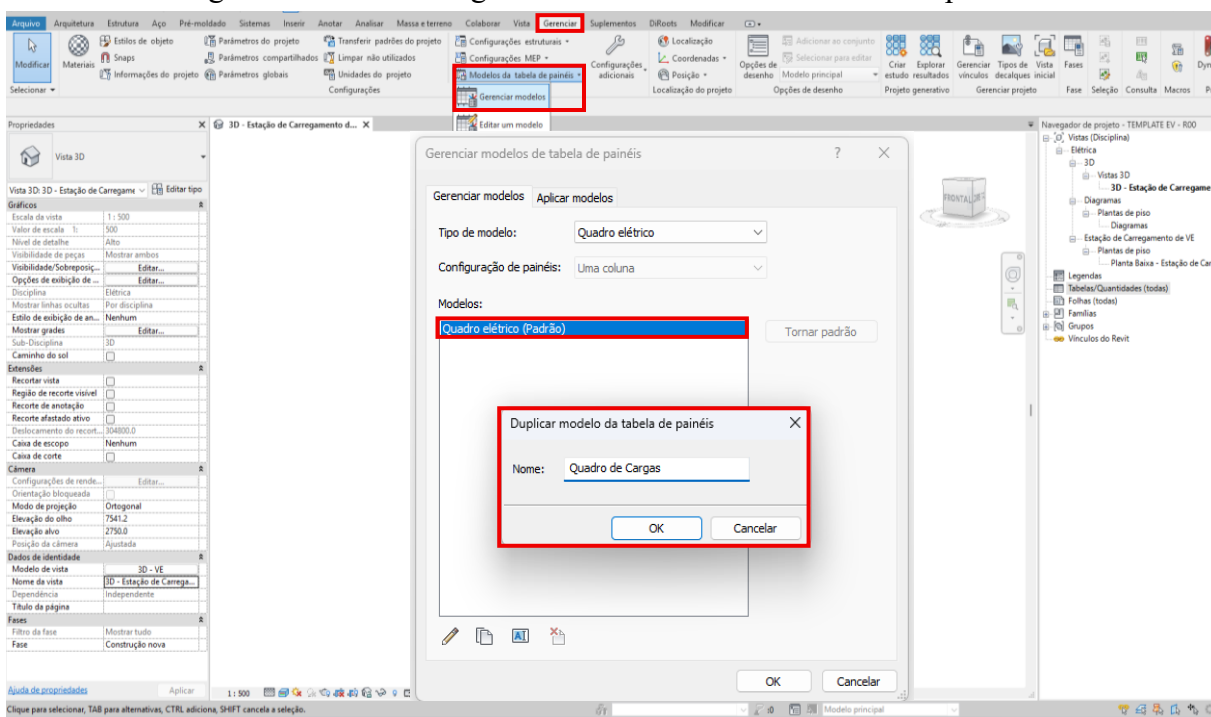
Fonte: Elaborada pelo autor, 2025.

7.4. Configuração da tabela de painéis elétricos

Conforme apresentado na seção 4.2, o Revit possui ferramentas para construção da tabela das cargas vinculadas a um quadro de distribuição de energia, e com isso é possível obter resultados automáticos para extração de informações como, corrente do circuito, dimensionamento dos disjuntores, bitolas de cabos dos circuitos, balanceamento de cargas, entre outras informações de projeto. Nesta seção apresenta-se o processo para configurar essas tabelas para a extração das informações.

Na aba “Gerenciar”, acessamos o gerenciador de modelos de tabelas de painéis, através da ferramenta “Gerenciar modelo” em “Modelos de tabela de painéis”. No tipo de modelo, selecionamos o modelo “Quadro elétrico”, duplicamos o modelo existente (“Quadro elétrico”) e renomeamos para “Quadro de Cargas” conforme mostra a Figura 81.

Figura 81 - Acesso ao gerenciador de modelos de tabela de painéis.



Fonte: Elaborada pelo autor, 2025.

Em “Definir opções do modelo”, configuramos a largura total da tabela em 500mm e o número máximo de ranhuras exibidas como “Variável com base no número máximo de circuitos”, e desabilitamos a opção rodapé, através da “Configuração Geral”, conforme mostra a Figura 82.

A seguir, são instruídas as ações realizadas na tabela de cargas padrão para obter o resultado final da tabela de cargas automatizada.

- Excluimos as linhas 1 a 6, 27 e 29.
- Mesclamos todas as colunas da nova primeira linha e inserir o texto “Quadro de Cargas”.
- Na segunda linha adicionamos o parâmetro “Nome do painel”.
- Na terceira linha adicionamos os seguintes parâmetros e valor calculado em sequência: Número do circuito, Nome da carga, Carga real, Fator de potência, Carga Aparente*, Tensão, Corrente Verdadeira, FCA**, FCT**, Ib Corrente Corrigida*, Proteção do circuito, Tipo de fiação, Tamanho da fiação, Seção do Condutor Adotado**, Comprimento, Comprimento Adotado**, Queda de Tensão*, A***, B***, C***.
- Renomeamos as colunas da terceira linha apresentadas no item anterior para, respectivamente: Circuito, Descrição do circuito, Potência Ativa (W), FP, Potência Aparente (VA), Tensão, In: Corrente Nominal, FCA, FCT, Ib: Corrente Corrigida, Proteção do Circuito (A), Tipo de Instalação, Condutor pré-dimensionamento (Capacidade de Condução de Corrente), Seção do Condutor Adotado (mm²), Comprimento Aproximado (m), Comprimento Considerado (m), Queda de Tensão (%), R, S, T.
- Na linha 23, renomeamos o parâmetro “Carga total conectada” por “Potência por fase conectada”, e nas colunas R, S, e T da linha 24 adicionamos os parâmetros “Carga aparente na fase A”, “Carga aparente na fase B” e “Carga aparente na fase C”, respectivamente.
- Na linha 24, renomeamos o parâmetro “Total de amperes” para “Corrente por fase em amperes”, nas colunas R, S, e T da linha 25 adicionamos os parâmetros “Corrente da fase A”, “Corrente da fase B” e “Corrente da fase C”, respectivamente.
- Os parâmetros “Carga total conectada”, “Total de demanda estimada”, “Total conectada”, e “Total de demanda estimada” foram renomeados respectivamente para “Potência Total”, “Potência Total Demandada”, “Corrente Total”, e “Corrente Total Demandada”.
- Na linha 33, penúltima coluna, adicionamos o texto “Sistema de Distribuição” e na coluna subsequente adicionamos o parâmetro respectivo.
- Na linha 33, penúltima coluna, adicionamos o texto “Alimentado Por” e na coluna subsequente adicionamos o parâmetro “Fornecimento de”.

* Os parâmetros “Carga Aparente”, “Ib Corrente Corrigida” e “Queda de Tensão” são valores calculados, diretamente estes parâmetros não são fornecidos pelo Revit, e para contornar essa situação criamos através da ferramenta de “Valor calculado” as equações apresentadas a seguir para os respectivos parâmetros:

$$Carga\ Aparente = Carga\ aparente / 1W \quad (3)$$

$$Ib\ Corrente\ Corrigida = Corrente\ aparente / FCT/FCA \quad (4)$$

$$Queda\ de\ Tensão\ (\%) = \frac{(100 * (\frac{1}{56}) * \sqrt{3} * Comprimento\ Considerado) * (Corrente\ aparente / FCT/FCA/1A)}{([Seção\ do\ Condutor\ Adotado\ (mm^2) * Tensão / 1V])} \quad (5)$$

** Os parâmetros “FCA”, “FCT”, “Seção do Condutor Adotado (mm²)” e “Comprimento Adotado” são parâmetros de projeto e a criação destes e outros são apresentados na seção 7.6.

*** As últimas 3 colunas de carga aparente nas fases A, B e C são parâmetros atribuídos de forma automática, configuração já mencionada anteriormente.

Além das configurações apresentadas nos tópicos acima, foram realizadas algumas alterações nos tamanhos das células, ajuste nas fontes de texto para facilitar e organizar a visualização da tabela. O resultado final das configurações é apresentado pela Figura 84.

Figura 84 - Tabela de cargas com configurações finalizadas.

Circuito	Descrição do circuito	Potência Atrav (W)	FP	Potência Aparente (VA)	Tensão	Ib Corrente Nominal	FCA	FCT	Ib Corrente Corrigida	Proteção do circuito (A)	Tipo de Instalação	Condutor pré-dimensionamento (Capacidade de condução de corrente)	Seção do Condutor Adotado (mm²)	Comprimento Aproximado (m)	Comprimento Considerado (m)	Queda de Tensão (%)	R	S	T
1	Nome da carga	Carga real	Fator de	Carga Aparente	Tensão	Corrente	FCA	FCT	Ib Corrente Co	Proteção do ci	«Tipo de fiação»	«Tamanho da fiação»	«Seção do Condutor Ad	«Comprimento»	«Comprimento	«Queda de	«Val»	«Val»	«Val»
2	Nome da carga	Carga real	Fator de	Carga Aparente	Tensão	Corrente	FCA	FCT	Ib Corrente Co	Proteção do ci	«Tipo de fiação»	«Tamanho da fiação»	«Seção do Condutor Ad	«Comprimento»	«Comprimento	«Queda de	«Val»	«Val»	«Val»
3	Nome da carga	Carga real	Fator de	Carga Aparente	Tensão	Corrente	FCA	FCT	Ib Corrente Co	Proteção do ci	«Tipo de fiação»	«Tamanho da fiação»	«Seção do Condutor Ad	«Comprimento»	«Comprimento	«Queda de	«Val»	«Val»	«Val»
4	Nome da carga	Carga real	Fator de	Carga Aparente	Tensão	Corrente	FCA	FCT	Ib Corrente Co	Proteção do ci	«Tipo de fiação»	«Tamanho da fiação»	«Seção do Condutor Ad	«Comprimento»	«Comprimento	«Queda de	«Val»	«Val»	«Val»
5	Nome da carga	Carga real	Fator de	Carga Aparente	Tensão	Corrente	FCA	FCT	Ib Corrente Co	Proteção do ci	«Tipo de fiação»	«Tamanho da fiação»	«Seção do Condutor Ad	«Comprimento»	«Comprimento	«Queda de	«Val»	«Val»	«Val»
6	Nome da carga	Carga real	Fator de	Carga Aparente	Tensão	Corrente	FCA	FCT	Ib Corrente Co	Proteção do ci	«Tipo de fiação»	«Tamanho da fiação»	«Seção do Condutor Ad	«Comprimento»	«Comprimento	«Queda de	«Val»	«Val»	«Val»
7	Nome da carga	Carga real	Fator de	Carga Aparente	Tensão	Corrente	FCA	FCT	Ib Corrente Co	Proteção do ci	«Tipo de fiação»	«Tamanho da fiação»	«Seção do Condutor Ad	«Comprimento»	«Comprimento	«Queda de	«Val»	«Val»	«Val»
8	Nome da carga	Carga real	Fator de	Carga Aparente	Tensão	Corrente	FCA	FCT	Ib Corrente Co	Proteção do ci	«Tipo de fiação»	«Tamanho da fiação»	«Seção do Condutor Ad	«Comprimento»	«Comprimento	«Queda de	«Val»	«Val»	«Val»
9	Nome da carga	Carga real	Fator de	Carga Aparente	Tensão	Corrente	FCA	FCT	Ib Corrente Co	Proteção do ci	«Tipo de fiação»	«Tamanho da fiação»	«Seção do Condutor Ad	«Comprimento»	«Comprimento	«Queda de	«Val»	«Val»	«Val»
10	Nome da carga	Carga real	Fator de	Carga Aparente	Tensão	Corrente	FCA	FCT	Ib Corrente Co	Proteção do ci	«Tipo de fiação»	«Tamanho da fiação»	«Seção do Condutor Ad	«Comprimento»	«Comprimento	«Queda de	«Val»	«Val»	«Val»
11	Nome da carga	Carga real	Fator de	Carga Aparente	Tensão	Corrente	FCA	FCT	Ib Corrente Co	Proteção do ci	«Tipo de fiação»	«Tamanho da fiação»	«Seção do Condutor Ad	«Comprimento»	«Comprimento	«Queda de	«Val»	«Val»	«Val»
12	Nome da carga	Carga real	Fator de	Carga Aparente	Tensão	Corrente	FCA	FCT	Ib Corrente Co	Proteção do ci	«Tipo de fiação»	«Tamanho da fiação»	«Seção do Condutor Ad	«Comprimento»	«Comprimento	«Queda de	«Val»	«Val»	«Val»
13	Nome da carga	Carga real	Fator de	Carga Aparente	Tensão	Corrente	FCA	FCT	Ib Corrente Co	Proteção do ci	«Tipo de fiação»	«Tamanho da fiação»	«Seção do Condutor Ad	«Comprimento»	«Comprimento	«Queda de	«Val»	«Val»	«Val»
14	Nome da carga	Carga real	Fator de	Carga Aparente	Tensão	Corrente	FCA	FCT	Ib Corrente Co	Proteção do ci	«Tipo de fiação»	«Tamanho da fiação»	«Seção do Condutor Ad	«Comprimento»	«Comprimento	«Queda de	«Val»	«Val»	«Val»
15	Nome da carga	Carga real	Fator de	Carga Aparente	Tensão	Corrente	FCA	FCT	Ib Corrente Co	Proteção do ci	«Tipo de fiação»	«Tamanho da fiação»	«Seção do Condutor Ad	«Comprimento»	«Comprimento	«Queda de	«Val»	«Val»	«Val»
16	Nome da carga	Carga real	Fator de	Carga Aparente	Tensão	Corrente	FCA	FCT	Ib Corrente Co	Proteção do ci	«Tipo de fiação»	«Tamanho da fiação»	«Seção do Condutor Ad	«Comprimento»	«Comprimento	«Queda de	«Val»	«Val»	«Val»
17	Nome da carga	Carga real	Fator de	Carga Aparente	Tensão	Corrente	FCA	FCT	Ib Corrente Co	Proteção do ci	«Tipo de fiação»	«Tamanho da fiação»	«Seção do Condutor Ad	«Comprimento»	«Comprimento	«Queda de	«Val»	«Val»	«Val»
18	Nome da carga	Carga real	Fator de	Carga Aparente	Tensão	Corrente	FCA	FCT	Ib Corrente Co	Proteção do ci	«Tipo de fiação»	«Tamanho da fiação»	«Seção do Condutor Ad	«Comprimento»	«Comprimento	«Queda de	«Val»	«Val»	«Val»
19	Nome da carga	Carga real	Fator de	Carga Aparente	Tensão	Corrente	FCA	FCT	Ib Corrente Co	Proteção do ci	«Tipo de fiação»	«Tamanho da fiação»	«Seção do Condutor Ad	«Comprimento»	«Comprimento	«Queda de	«Val»	«Val»	«Val»
20	Nome da carga	Carga real	Fator de	Carga Aparente	Tensão	Corrente	FCA	FCT	Ib Corrente Co	Proteção do ci	«Tipo de fiação»	«Tamanho da fiação»	«Seção do Condutor Ad	«Comprimento»	«Comprimento	«Queda de	«Val»	«Val»	«Val»
Corrente por fase em amperes:																	«Corrent	«Corrent	«Corrent
Classificação de carga		Carga conectada			Fator de demanda			Demanda estimada			Totais do painel								
«Classificação de carga»		«Carga conectada (VA)»			«Fator de demanda»			«Demanda estimada (VA)»			Potência Total: «Total conectado»								
«Classificação de carga»		«Carga conectada (VA)»			«Fator de demanda»			«Demanda estimada (VA)»			Potência Total Demandada: «Demanda do total estimado»								
«Classificação de carga»		«Carga conectada (VA)»			«Fator de demanda»			«Demanda estimada (VA)»			Corrente Total: «Total de corrente conectada»								
«Classificação de carga»		«Carga conectada (VA)»			«Fator de demanda»			«Demanda estimada (VA)»			Corrente Total Demandada: «Total de demanda de corrente estimada»								
«Classificação de carga»		«Carga conectada (VA)»			«Fator de demanda»			«Demanda estimada (VA)»			Sistema de Distribuição: «Sistema de distribuição»								
«Classificação de carga»		«Carga conectada (VA)»			«Fator de demanda»			«Demanda estimada (VA)»			Alimentado Por: «Fornecimento de»								

Fonte: Elaborada pelo autor, 2025.

7.5. Configurações elétricas do *template*

Para acessar as configurações elétricas, utilizamos a tecla de atalho “ES”. Em “Geral”, na ferramenta de “Estilo de dados elétricos”, escolhemos a opção de “Tensão / Número de polos - Carga”.

Ainda nas configurações elétricas, na ferramenta de “Tamanhos de fiação” configuramos as dimensões (bitola) dos condutores e a capacidade de condução de corrente em conformidade com o tipo de isolamento, temperatura do condutor, tipo do condutor (cobre ou alumínio) e os métodos de referência estabelecidos pela tabela 33 da NBR 5410. Para a nomenclatura da fiação foi criado um padrão no formato:

C-PVC-70-UP-2CC-B1

Onde:

C é o tipo de condutor (C - cobre e A - Alumínio);

PVC é o tipo de isolamento (PVC, EPR ou XLPE);

70 é a temperatura no condutor (70° ou 90°);

UP é o tipo de condutor (UN - Condutor unipolar e BN - Condutor bipolar);

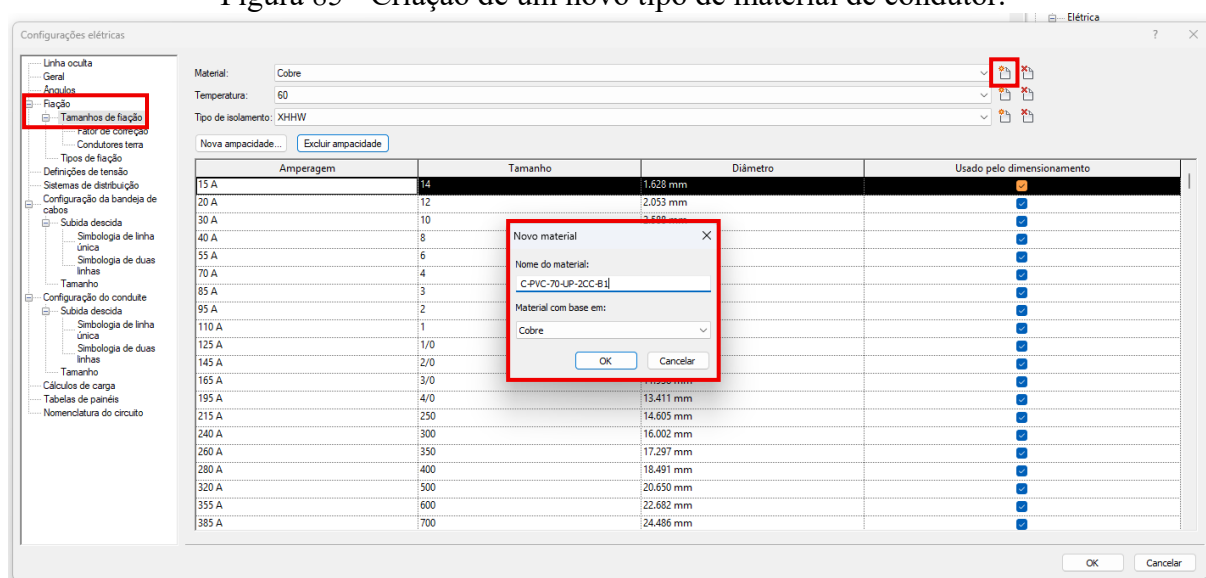
2CC é quantidade de condutores carregados (2 ou 3 condutores carregados);

e B1 é o método de referência indicado pela tabela 33 da NBR 5410 (A1,

A2, B1, B2, C e D).

A Figura 85 apresenta a criação de um novo tipo de material tendo como base o material de cobre para a criação.

Figura 85 - Criação de um novo tipo de material de condutor.



Fonte: Elaborada pelo autor, 2025.

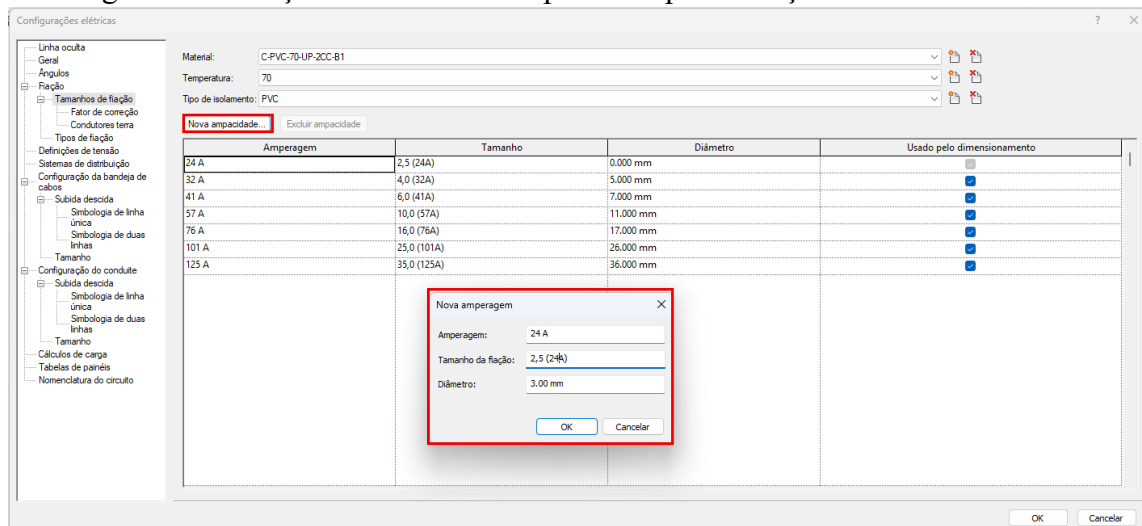
Os valores das ampacidades foram configurados de acordo com os métodos de referência B1, B2 e C, e de acordo com o número de condutores carregados. Os valores foram extraídos através da tabela 36 da NBR 5410 que apresenta a capacidade de condução de corrente para os métodos de referência da instalação.

As seções nominais dos condutores foram configuradas de 2,5mm² à 35mm² para cada método de instalação e para a quantidade de condutores carregados. Seis tipos de fiação foram configurados:

- C-PVC-70-UP-2CC-B1: de 2,5 mm² à 35 mm² para o método de referência B1 com 2 condutores carregados;
- C-PVC-70-UP-3CC-B1: de 2,5 mm² à 35 mm² para o método de referência B1 com 3 condutores carregados;
- C-PVC-70-UP-2CC-B2: de 2,5 mm² à 35 mm² para o método de referência B2 com 2 condutores carregados;
- C-PVC-70-UP-3CC-B2: de 2,5 mm² à 35 mm² para o método de referência B2 com 3 condutores carregados;
- C-PVC-70-UP-2CC-D: de 2,5 mm² à 35 mm² para o método de referência D com 2 condutores carregados;
- C-PVC-70-UP-3CC-D: de 2,5 mm² à 35 mm² para o método de referência D com 3 condutores carregados;

A Figura 86 apresenta o resultado final da fiação C-PVC-70-UP-2CC-B1, e apresenta o processo de criação de uma nova ampacidade. Ressalta-se que todos os tipos de materiais, temperaturas, tipos de isolamento e ampacidades não utilizadas foram apagadas.

Figura 86 - Criação de uma nova ampacidade para a fiação C-PVC-70-UP-2CC-B1.



Fonte: Elaborada pelo autor, 2025.

Nas configurações dos condutores de aterramento, foram ajustados os valores de ampacidade de acordo com estabelecido pela tabela 58 da NBR 5410:2004 que apresenta o dimensionamento dos condutores terra com base nas relações 6, 7 e 8.

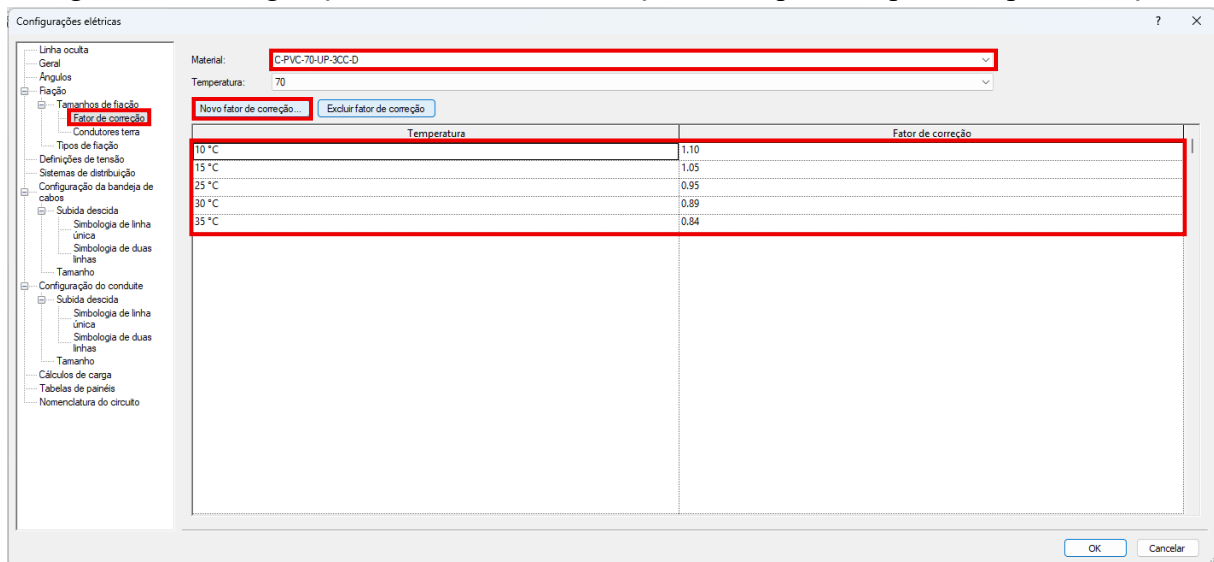
$$S_{fase} \leq 16\text{mm}^2 \rightarrow S_{terra} = S_{fase} \quad (6)$$

$$16\text{mm}^2 \leq S_{fase} \leq 35\text{mm}^2 \rightarrow S_{terra} = 16\text{mm}^2 \quad (7)$$

$$S_{fase} \geq 35\text{mm}^2 \rightarrow S_{terra} = \frac{S_{fase}}{2} \quad (8)$$

Na ferramenta “Fator de correção”, foram inseridos os fatores de correção de temperatura para ambientes diferentes de 30°C para instalações não-subterrâneas, e os fatores de correção de temperatura para linhas subterrâneas (para os tipos fiações C-PVC-70-UP-2CC-D e C-PVC-70-UP-3CC-D). A Figura 87 apresenta a configuração dos fatores de correção de temperatura para o tipo de fiação C-PVC-70-UP-3CC-D em conformidade com a tabela 40 da NBR 5410. Ressalta-se que a faixa de temperatura configurada é de 20°C a 45°C para os tipos de fiação em instalações não-subterrâneas, e de 10°C à 35°C para os tipos de fiação em instalações subterrâneas.

Figura 87 - Configurações dos fatores de correção de temperatura para os tipos de fiação.



Fonte: Elaborada pelo autor, 2025.

Em “Tipos de fiação” foram adicionados os tipos de fiação alinhados com os tamanhos de fiação configurados anteriormente. A nomenclatura utilizada nos tipos de fiação seguiu o padrão definido pelo tamanho da fiação, conforme mostra a Figura 88.

Figura 88 - Configurações gerais das definições das opções de modelo.

Configurações elétricas

Linha oculta

Geral

Ângulos

Fiação

Tamanhos de fiação

Fator de correção

Condutores terra

Tipos de fiação

Definições de tensão

Sistemas de distribuição

Configuração da bandeja de cabos

Subida descida

Simbologia de linha única

Simbologia de duas linhas

Tamanho

Configuração do condute

Subida descida

Simbologia de linha única

Simbologia de duas linhas

Tamanho

Cálculos de carga

Tabelas de painéis

Nomenclatura do circuito

	Nome	Material	Classificação temperatura (°C)	Isolamento	Tamanho máx	Multiplicador Neutro	Requerido Neutro	Tamanho Neutro
1	C-PVC-70-UP-2CC-B1	C-PVC-70-UP-2CC-B1	70	PVC	35,0 (125A)	1,00	☒	Tamanho da fi
2	C-PVC-70-UP-2CC-B2	C-PVC-70-UP-2CC-B2	70	PVC	35,0 (111A)	1,00	☒	Tamanho da fi
3	C-PVC-70-UP-2CC-D	C-PVC-70-UP-2CC-D	70	PVC	35,0(125A)	1,00	☒	Tamanho da fi
4	C-PVC-70-UP-3CC-B1	C-PVC-70-UP-3CC-B1	70	PVC	35,0 (110A)	1,00	☒	Tamanho da fi
5	C-PVC-70-UP-3CC-B2	C-PVC-70-UP-3CC-B2	70	PVC	35,0 (99A)	1,00	☒	Tamanho da fi
6	C-PVC-70-UP-3CC-D	C-PVC-70-UP-3CC-D	70	PVC	35,0(103A)	1,00	☒	Tamanho da fi

Fonte: Elaborada pelo autor, 2025.

Em “Definições de tensão” foram configurados os valores nominais, máximos e mínimos de tensão, os valores nominais (127V, 220V e 380V) correspondem ao padrão de tensão das regiões do Brasil, e os valores mínimos e máximos são definidos a partir do Módulo 08 do PRODIST que estabelece os procedimentos relativos à qualidade do fornecimento de energia elétrica. Além disso, foram configurados em “Sistemas de distribuição” os esquemas de ligação para sistemas monofásicos, bifásicos e trifásicos. A Figura 89 apresenta respectivamente as configurações de definições de tensão e sistemas de distribuição.

Figura 89 - Configurações de definições de tensão e sistemas de distribuição.

Configurações elétricas

Linha oculta

Geral

Ângulos

Fiação

Tamanhos de fiação

Fator de correção

Condutores terra

Tipos de fiação

Definições de tensão

Sistemas de distribuição

Configuração da bandeja de cabos

Subida descida

Simbologia de linha única

Simbologia de duas linhas

Tamanho

Configuração do condute

Subida descida

Simbologia de linha única

Simbologia de duas linhas

Tamanho

Cálculos de carga

Tabelas de painéis

	Nome	Valor	Mínimo	Máximo
1	127V	127.00 V	116.00 V	133.00 V
2	220V	220.00 V	201.00 V	231.00 V
3	380V	380.00 V	348.00 V	396.00 V

Adicionar Excluir

OK Cancelar

Configurações elétricas

Linha oculta

Geral

Ângulos

Fiação

Tamanhos de fiação

Fator de correção

Condutores terra

Tipos de fiação

Definições de tensão

Sistemas de distribuição

Configuração da bandeja de cabos

Subida descida

Simbologia de linha única

Simbologia de duas linhas

Tamanho

Configuração do condute

Subida descida

Simbologia de linha única

Simbologia de duas linhas

Tamanho

Cálculos de carga

	Nome	Fase	Configuração	Fiação	Tensão L-L	Tensão L-G
1	127/220V Bifásico (2F+N+T)	Único	Nenhum	3	220V	127V
2	127/220V Trifásico (3F+N+T)	Três	Ipsilon	4	220V	127V
3	127V Monofásico (F+N+T)	Único	Nenhum	2	Nenhum	127V
4	220/380V Bifásico (2F+N+T)	Único	Nenhum	3	380V	220V
5	220/380V Trifásico (3F+N+T)	Três	Ipsilon	4	380V	220V
6	220V Bifásico (2F+T)	Único	Nenhum	3	220V	Nenhum
7	220V Monofásico (F+N+T)	Único	Nenhum	2	Nenhum	220V

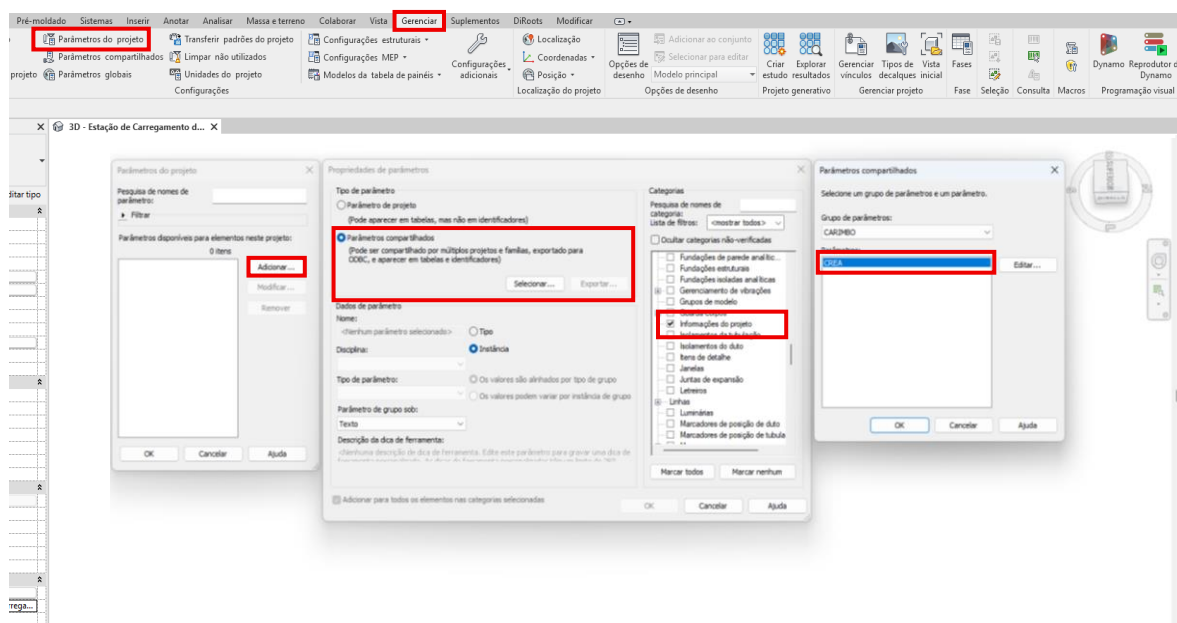
Adicionar Excluir

Fonte: Elaborada pelo autor, 2025.

7.6. Configurações de parâmetros de projeto e parâmetros compartilhados

A criação de alguns parâmetros no *template* exige a interação de algumas famílias e tabelas com o projeto em desenvolvimento. O parâmetro compartilhado “CREA” na família de carimbo criada na seção 6.7 é um dos parâmetros necessários para a associação no *template*. Para a criação deste parâmetro basta acessar a ferramenta “Parâmetros do projeto” através da aba “Gerenciar”. Após selecionar “Adicionar”, deve-se adicionar a categoria em que esse parâmetro é atribuído, neste caso, “Informações de projeto”. Como este parâmetro é um parâmetro compartilhado, marcamos a opção “Parâmetros compartilhados” e em “Selecionar” para abrir a janela de parâmetros compartilhados e, então, seleciona-se o grupo em que o parâmetro “CREA” foi criado na própria família, no caso, “CARIMBO”. A partir disso, seleciona-se o parâmetro “CREA”. A Figura 90 apresenta o processo para a criação do parâmetro de projeto para o parâmetro compartilhado “CREA” para a família de carimbo.

Figura 90 - Criação do parâmetro de projeto para o parâmetro compartilhado da família de carimbo.



Fonte: Elaborada pelo autor, 2025.

Os parâmetros “FCA”, “FCT”, “Seção do Condutor Adotado (mm²)” e “Comprimento Adotado” são parâmetros de projeto utilizados nas configurações da tabela apresentadas na seção 7.4. O processo de criação destes parâmetros é similar ao apresentado anteriormente, no entanto, em “Tipos de parâmetro” selecionamos a opção “Parâmetros de

projeto”. Os dados (com exceção do nome do parâmetro) e categorias destes parâmetros foram configurados da seguinte forma:

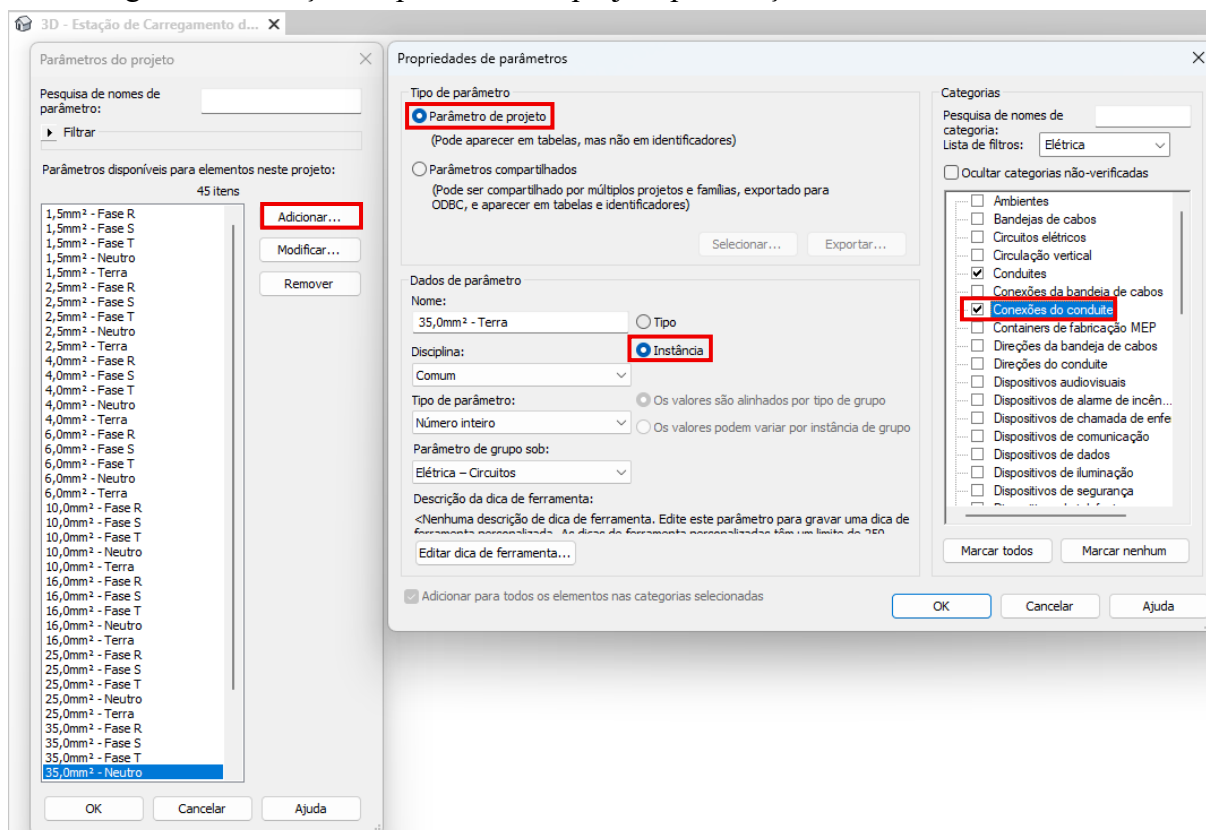
- Disciplina: Comum; Tipo de parâmetro: Número; Parâmetro de grupo sob: Elétrica - Cargas; Categorias: Circuitos elétricos.

Para finalizar, outros parâmetros foram adicionados no *template*, neste caso, os parâmetros de fiação foram atribuídos à categoria de “Conduítes” e “Conexões de conduíte”. O objetivo destes parâmetros é atribuir quais tipos de fiação estão inseridas em determinados trechos de eletrodutos para o levantamento dos materiais. Os dados (com exceção do nome do parâmetro) e categorias destes parâmetros foram configurados da seguinte forma:

- Disciplina: Comum; Tipo de parâmetro: Número; Parâmetro de grupo sob: Elétrica - Cargas.

Os nomes dos parâmetros para fiação variam de acordo com valores comerciais de condutores de 1,5 mm² à 35 mm², e incluem as fases (R, S e T), neutro e terra. A Figura 91 apresenta todos os parâmetros de fiação criados e exemplifica as configurações para criação de uma fiação.

Figura 91 - Criação do parâmetro de projeto para fiação de 1,5 mm² à 35,0 mm².



Fonte: Elaborada pelo autor, 2025.

7.7. Configurações para obtenção de lista de materiais automática

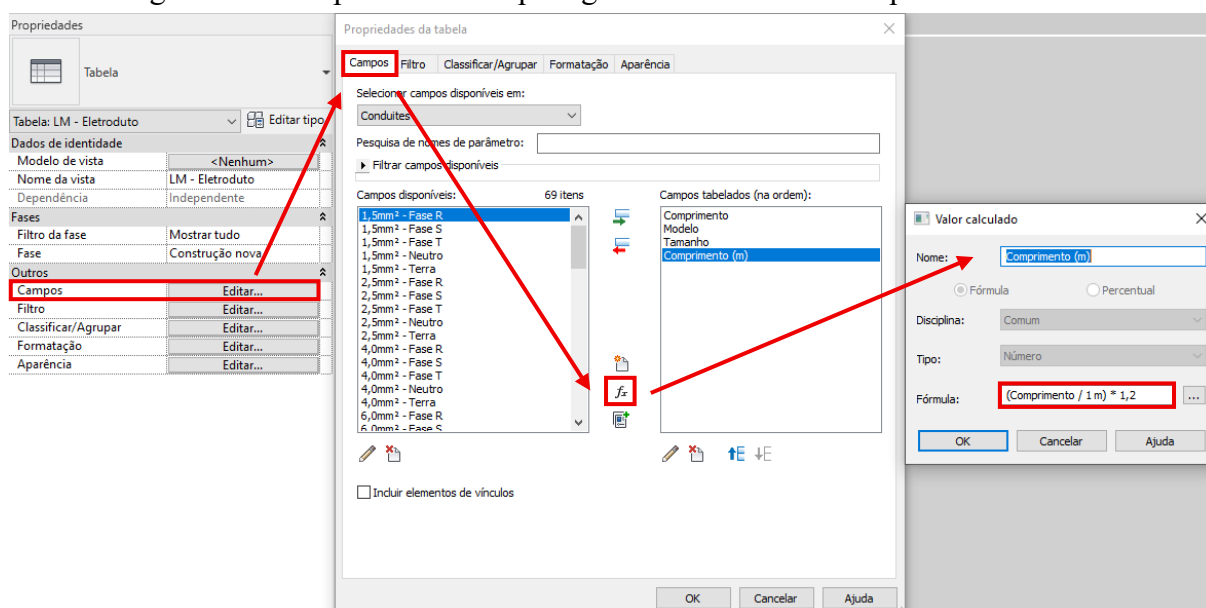
Com o Revit, é possível gerar listas de materiais de forma eficiente, desde que as famílias estejam devidamente estruturadas e configuradas para esse fim. No presente trabalho, com base nas famílias desenvolvidas, foram obtidas listas contendo informações como quantidade, descrição do material, modelo, fabricante, custo unitário, custo acumulado e custo total.

O Revit organiza as listas de materiais por categoria. Para nosso *template*, foram configuradas três listas principais: lista de eletrodutos, lista de fiações e lista de múltiplas categorias.

Para criar a lista de eletrodutos, utiliza-se a ferramenta “Tabelas/Quantidades”, localizada na aba “Vistas”, selecionando a categoria “Conduítes”. Os campos empregados na configuração da tabela incluem “Comprimento”, “Modelo”, “Tamanho” e “Comprimento (m)”. Este último é um parâmetro calculado com base no campo “Comprimento”, multiplicado por um fator de correção. Esse fator, definido pelo projetista, visa ajustar o comprimento modelado com base em uma estimativa da execução real do projeto. Embora um fator igual a 1 representa fidelidade total às dimensões modeladas, essa prática não é considerada segura nem é comum entre projetistas.

A Figura 92 apresenta a lista de materiais para eletrodutos, destacando os campos utilizados, além de apresentar a ferramenta de valor calculado e o parâmetro “Comprimento (m)”.

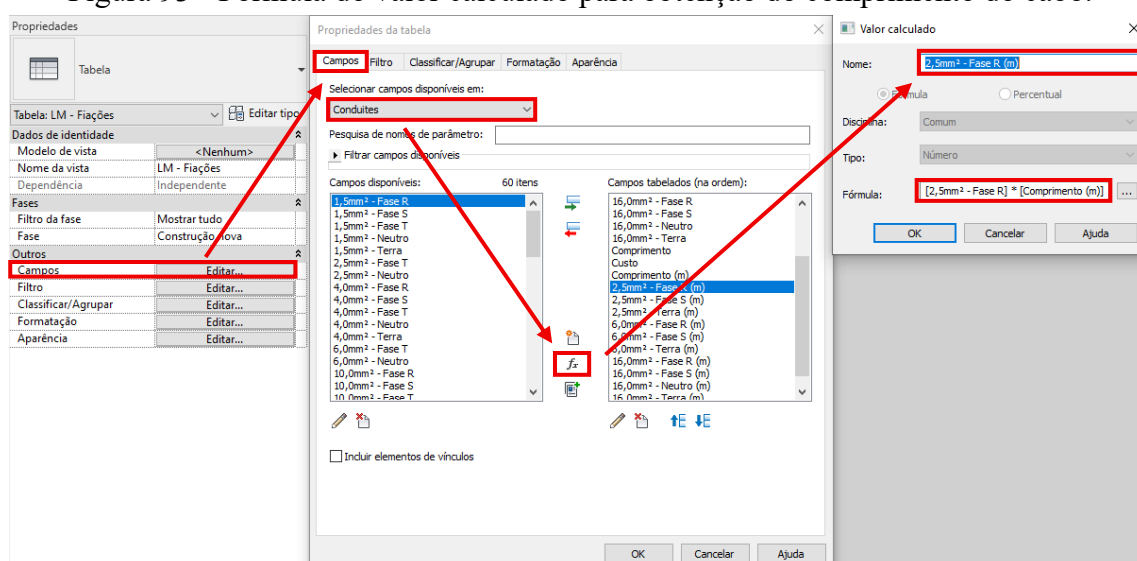
Figura 92 - Campos utilizados para gerar a lista de material para eletrodutos.



Fonte: Elaborada pelo autor, 2025.

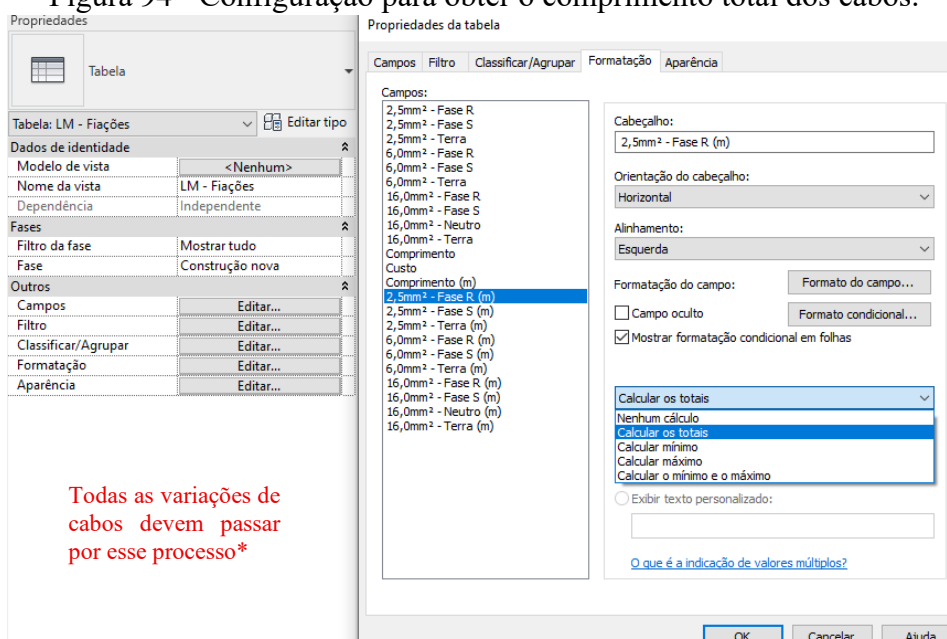
Para a lista de materiais de fiação o processo é semelhante, no entanto, o Revit não fornece diretamente o comprimento dos cabos e é necessário multiplicar o parâmetro da fiação (criado na seção 7.6.) pelo comprimento do conduíte e a partir do somatório deste, obter o comprimento total do cabo. A Figura 93 apresenta um exemplo de valor calculado para uma fiação, processo que deve ser repetido para as demais bitolas de cabos e variações (Fase R, Fase S, Fase T, Neutro e Terra), e a Figura 94 apresenta a configuração para obtenção do comprimento total dos cabos.

Figura 93 - Fórmula do valor calculado para obtenção do comprimento do cabo.



Fonte: Elaborada pelo autor, 2025.

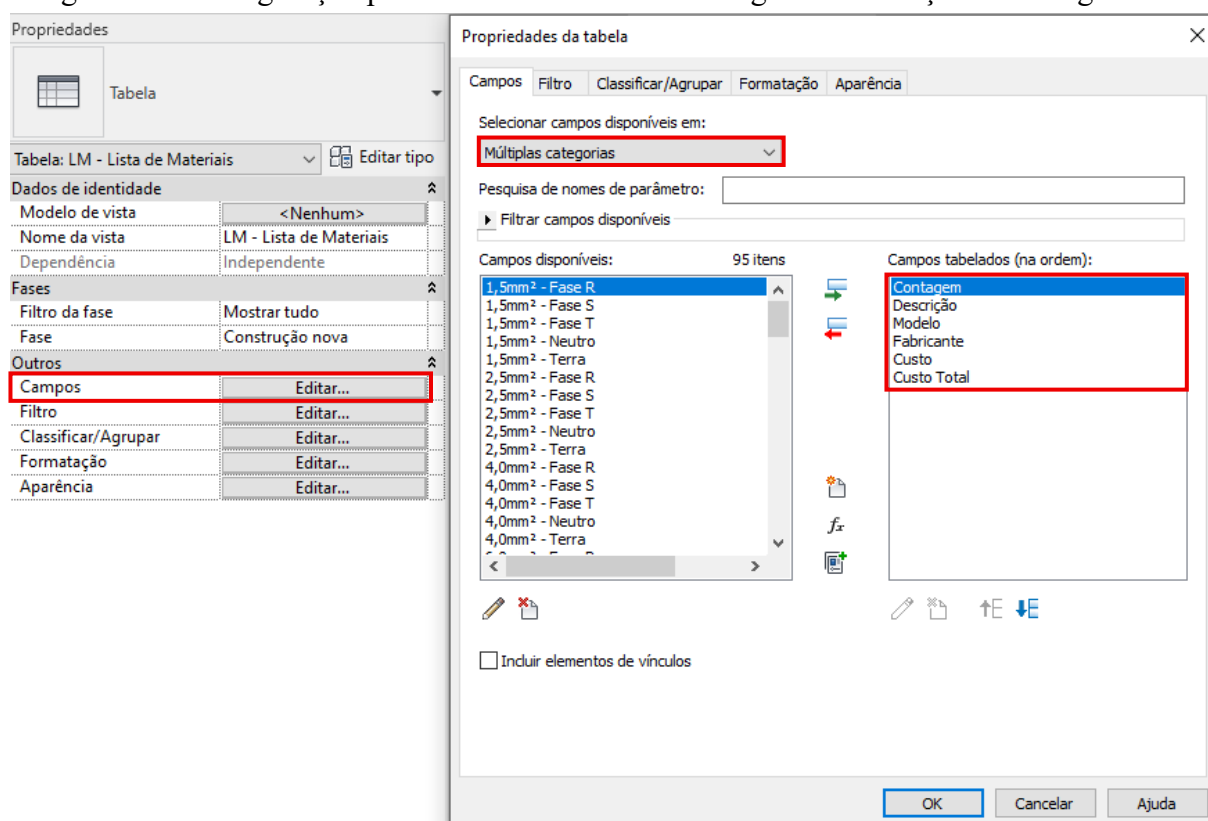
Figura 94 - Configuração para obter o comprimento total dos cabos.



Fonte: Elaborada pelo autor, 2025.

Por fim, para obtermos a lista dos demais componentes utilizados nos projetos, utilizaremos a ferramenta “Tabelas/Quantidades”, localizada na aba “Vistas”, selecionando a categoria “Múltiplas categorias”. Para esta tabela, utiliza-se os campos de “Contagem”, “Descrição”, “Modelo”, “Fabricante”, “Custo”, e “Custo total”, na aba “Filtros” das propriedades da tabela são utilizados os filtros de “Descrição - tem um valor”, para mostrar somente as famílias que contêm alguma descrição. A Figura 95 apresenta os campos utilizados para obter as listas de materiais gerais, como dispositivos de proteção, quadros de distribuição, entre outros elementos.

Figura 95 - Configuração para obter a lista de materiais gerais da estação de carregamento.



Fonte: Elaborada pelo autor, 2025.

8. RESULTADOS

8.1. Submissão do conteúdo introdutório em formato de artigo científico

Um dos objetivos do presente trabalho consistiu em apresentar o conteúdo introdutório descrito nas seções 2 e 3, em formato de artigo científico e submetê-lo em uma conferência de estudos. O artigo científico foi desenvolvido em parceria com o professor Dr. Gustavo Lobato Campos e foi aceito para publicação no XXII CEEL – Conferência de Estudos em Engenharia Elétrica. A Figura 96 nos mostra o certificado de apresentação com o trabalho intitulado “VEÍCULOS ELÉTRICOS: CONTEXTUALIZAÇÃO HISTÓRICA, CLASSIFICAÇÕES, E PERSPECTIVAS DAS REGULAÇÕES TÉCNICAS NO BRASIL PARA O DESENVOLVIMENTO DE ESTAÇÕES DE CARREGAMENTO”, ocorrido no período de 16 a 19 de dezembro de 2024, na Universidade Federal de Uberlândia, em Uberlândia, Minas Gerais. Além disso, o artigo científico obteve o DOI, sendo este, identificado como “10.5281/zenodo.14804374”.

Figura 96 - Certificado de apresentação da XXII CEEL.



Fonte: XXII CEEL.

8.2. Modelagem da base de arquitetura

Após concluir a modelagem das famílias, carregá-las no *template* e finalizar as configurações o *template* está preparado para ser utilizado no desenvolvimento de projetos elétricos de estações residenciais de carregamento de (VEs). Para exemplificar a aplicação prática, foi modelado um projeto arquitetônico de uma residência que contempla a instalação de uma estação de carregamento para um VE, conforme ilustrado na Figura 97. Este projeto arquitetônico foi vinculado ao projeto elétrico da estação de carregamento utilizando o *template* desenvolvido, permitindo validar não apenas sua eficiência como também as ferramentas aplicadas ao longo deste trabalho.

Figura 97 - Projeto arquitetônico modelado no Revit.



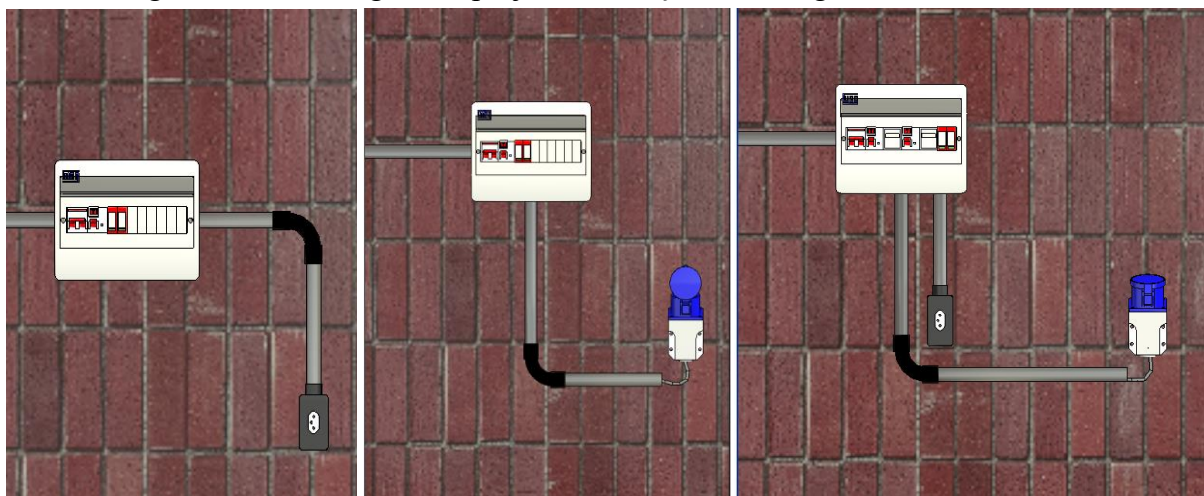
Fonte: Elaborada pelo autor, 2025.

8.3. Modelagem da estação de carregamento para um VE

De acordo com objetivos deste trabalho e alinhado com os modos de carregamento 1, 2 e 3, a seguir, são apresentados alguns cenários que o *template* permite realizar. Além disso, são apresentados também os principais dispositivos de comando, seccionamento e proteção, conforme a NBR 17019 e NBR 5410 determina.

A Figura 98 apresenta os modos de carregamento 1 e 2 para a utilização com tomadas residenciais e/ou industriais, além disso, apresenta a possibilidade da combinação dos dois tipos de conexões de tomadas.

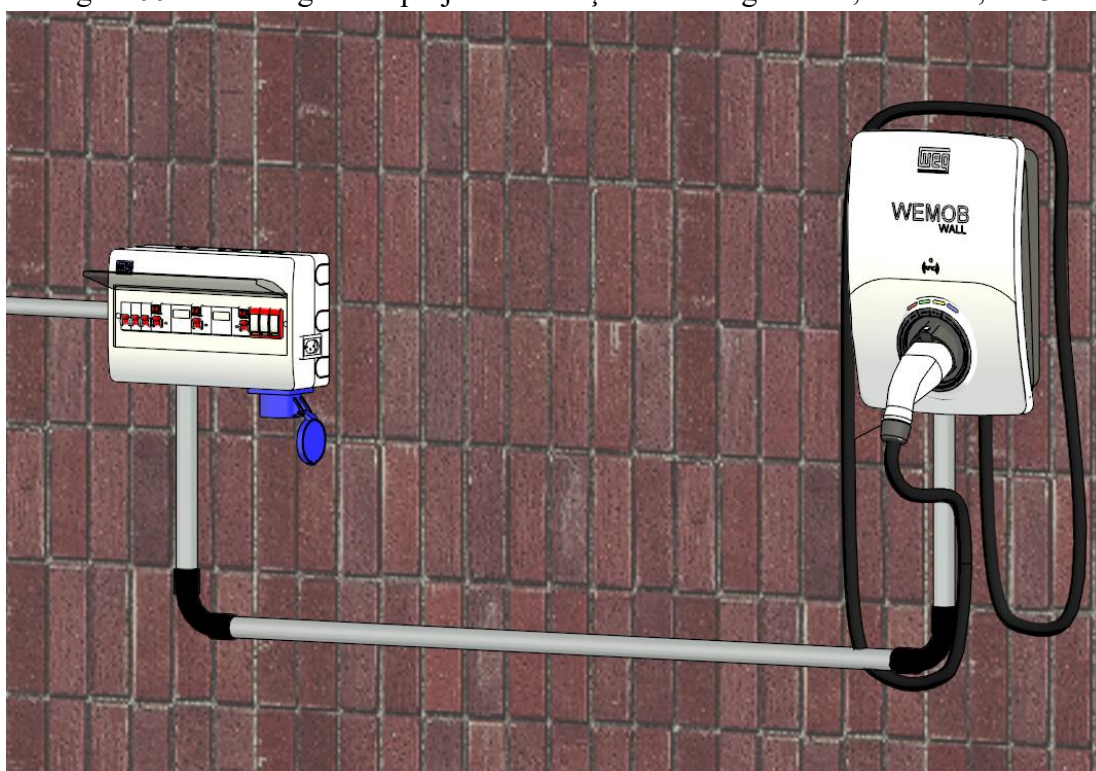
Figura 98 - Modelagem do projeto de estação de carregamento, modos 1 e 2.



Fonte: Elaborada pelo autor, 2025.

Já a Figura 99, apresenta a estação de recarga utilizada para demonstração da eficácia do *template*. Ela apresenta os modos de carregamento 1, 2 e 3. Para este cenário, é possível contar com uma tomada residencial e industrial embutidas no quadro de distribuição de energia para VE, e além disso, a estação de recarga da WEG, a WEMOB WALL. Este cenário será a base da nossa estação de carregamento de VE residencial, devido à sua completude para uma residência.

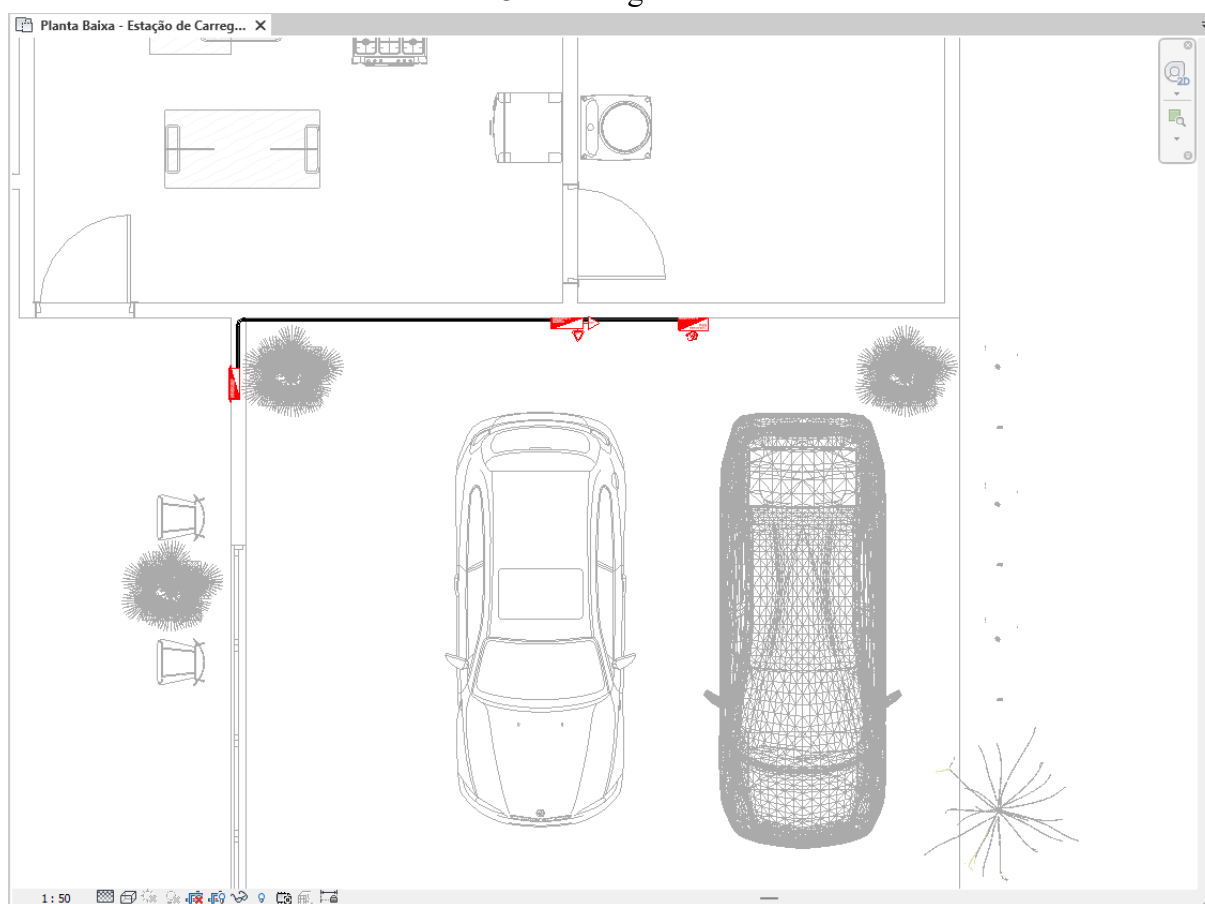
Figura 99 - Modelagem do projeto de estação de carregamento, modos 1, 2 e 3.



Fonte: Elaborada pelo autor, 2025.

A estação de recarga WEMOB WALL, e os pontos de conexão (tomada residencial e industrial) acoplados no quadro de distribuição elétrica da estação de recarga foram posicionados na planta baixa da residência de forma garantir de forma que atenda dois ou mais veículos simultaneamente. Além disso, foi posicionado o QDC principal da residência de forma a atender as demandas da residência e da estação de recarga. A Figura 100 apresenta as disposições dos quadros e da estação de recarga WEMOB em planta baixa, para sequencialmente serem dimensionados os dispositivos de proteção, bitolas dos cabos de alimentação e detalhamento do projeto.

Figura 100 - Planta baixa da estação residencial de carregamento, considerando os modos 1, 2 e 3 de carregamento.



Fonte: Elaborada pelo autor, 2025.

8.4. Tabelas de cargas, dimensionamento dos condutores e dispositivos de proteção e seccionamento

Após posicionar os pontos de tomadas (residencial e industrial), a estação de recarga WEMOB, os quadros de distribuição, e realizar a passagem dos eletrodutos, é possível criar os circuitos elétricos de alimentação destas cargas para o dimensionamento dos condutores. Para isso, os pontos de tomadas foram configurações através da aba propriedades, para uma carga de 2,3 kW em 220 V (valor de potência considerado a restrição dos modos 1 e 2 de carregamento), e a estação de recarga WEMOB já é configurada para uma carga de 7,04 kW em 220 V, conforme já definido no desenvolvimento da família e de acordo com o modo 3 de carregamento.

Cada ponto de conexão receberá um circuito específico para seu dimensionamento, fazendo com que a utilização simultânea destes dispositivos seja permitida em conformidade com a NBR 17019. Esses pontos de conexão foram atribuídos ao quadro de distribuição da estação de recarga denominado como “QDC-VE” conectado com o sistema de distribuição bifásico em 127/220 V, e este quadro, que por sua vez está conectado ao quadro de distribuição geral da residência, denominado “QDC-Geral”. Ao gerar as tabelas dos quadros de distribuição é necessário ajustar os fatores de agrupamento, fatores de temperatura, método de instalação dos condutores dos circuitos, o disjuntor utilizado, a seção do cabo adotada, e o comprimento adotado. Pelas configurações e equações adotadas na construção do *template* o Revit já fornece as informações como: corrente aparente, corrente corrigida, a seção do cabo, e o comprimento da fiação. As informações de seção do cabo e comprimento são utilizadas para o cálculo da queda de tensão, sendo que, quando excedida a queda de tensão admitida, o projetista deve aumentar a seção do cabo para atender ao requisito.

A Figura 101 apresenta as tabelas dos quadros de cargas para o QDC-VE e QDC-Geral, ressalta-se que todos os valores fornecidos pela tabela foram validados a partir cálculos matemáticos baseados na Lei de Ohm, no cálculo da queda de tensão e nos procedimentos estabelecidos pela NBR 5410 para validar as informações fornecidas pelo Revit.

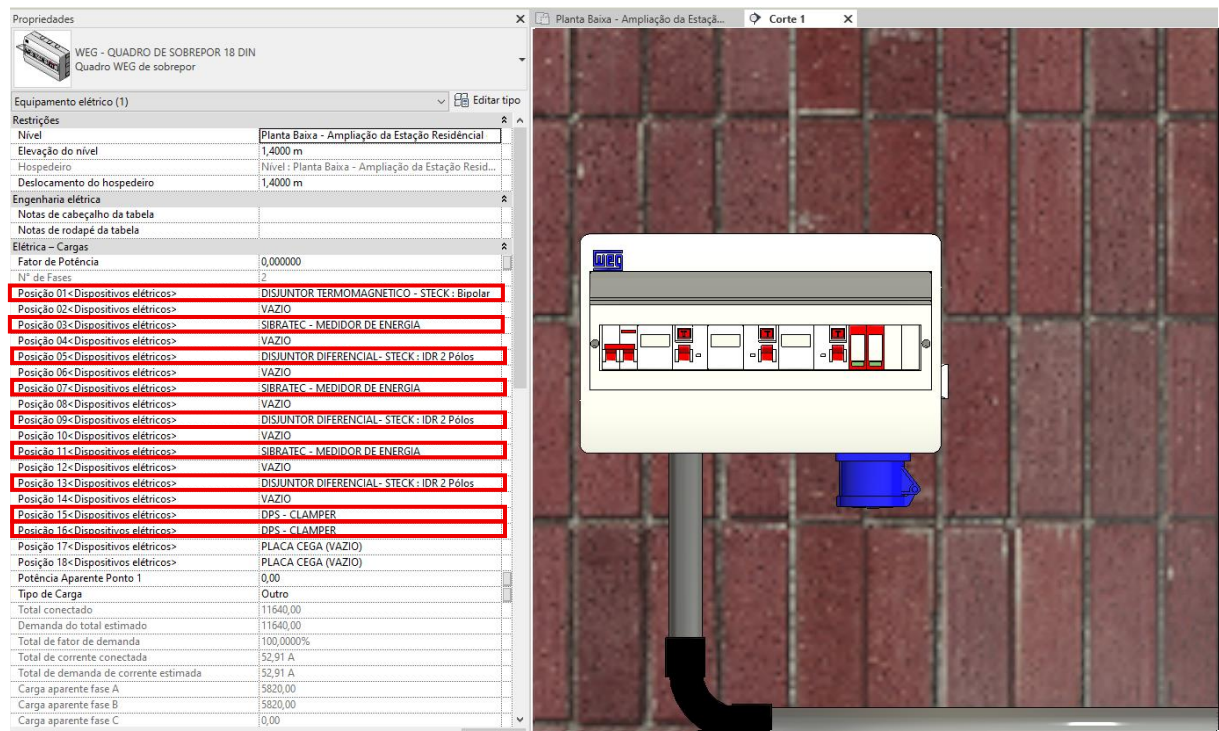
Figura 101 - Tabelas dos quadros de cargas dos QDCs VE e Geral.

QUADRO DE CARGAS																			
QDC-VE																			
Circuito	Descrição do circuito	Potência Ativa (W)	FP	Potência Aparente (VA)	Tensão (V)	Corrente Aparente (A)	FCA	FCT	lb: Corrente Corrigida	Proteção do Circuito (A)	Tipo de Instalação	Condutor pré-dimensionamento (Capacidade de Condução de Corrente)	Seção do Condutor Adotado (mm²)	Comprimento Aproximado (m)	Comprimento Considerado (m)	Queda de Tensão (%)	A	B	
1	Tomada Residencial VE	2300	1	2300	220	10,45 A	1	0,94	11,12 A	16,00 A	C-PVC-70-UP-2CC-B1	2-#2,5, 1-#2,5	2,5	3 m	3	0,19	1150	1150	
2	Tomada Industrial VE	2300	1	2300	220	10,45 A	1	0,94	11,12 A	16,00 A	C-PVC-70-UP-2CC-B1	2-#2,5, 1-#2,5	2,5	4 m	3	0,19	1150	1150	
3	Estação de Recarga VE	7040	1	7040	220	32,00 A	1	0,94	34,04 A	40,00 A	C-PVC-70-UP-2CC-B1	2-#6,0, 1-#6,0	6	4 m	4	0,32	3520	3520	
Potência por fase conectada																	5820	5820	
Corrente por fase em amperes:																	52,91 A	52,91 A	
Classificação de carga		Carga conectada				Fator de demanda				Demanda estimada				Totais do painel					
Veículos Elétricos		11640				100,00%				11640				Potência Total: 11640					
														Potência Total Demandada: 11640					
														Corrente Total: 52,91 A					
														Corrente Total Demandada: 52,91 A					
														Sistema de Distribuição 127/220V Bifásico (2F+N+T)					
														Alimentado Por: QDC - Principal					
QUADRO DE CARGAS																			
QDC-Geral																			
Circuito	Descrição do circuito	Potência Ativa (W)	FP	Potência Aparente (VA)	Tensão (V)	Corrente Aparente (A)	FCA	FCT	lb: Corrente Corrigida	Proteção do Circuito (A)	Tipo de Instalação	Condutor pré-dimensionamento (Capacidade de Condução de Corrente)	Seção do Condutor Adotado (mm²)	Comprimento Aproximado (m)	Comprimento Considerado (m)	Queda de Tensão (%)	A	B	C
1	QDC-Estação de carregamento	11640	1	11640	220	52,91 A	1	0,94	56,29 A	63,00 A	C-PVC-70-UP-2CC-B1	2-#16,0, 1-#16,0	16	7 m	7	0,35	5820	5820	0
Potência por fase conectada																	5820	5820	0
Corrente por fase em amperes:																	52,9	52,91 A	0,00 A
Classificação de carga		Carga conectada				Fator de demanda				Demanda estimada				Totais do painel					
Veículos Elétricos		11640				100,00%				11640				Potência Total: 11640					
														Potência Total Demandada: 11640					
														Corrente Total: 30,55 A					
														Corrente Total Demandada: 30,55 A					
														Sistema de Distribuição 127/220V Trifásico (3F+N+T)					
														Alimentado Por:					

Fonte: Elaborada pelo autor, 2025.

Após finalizar os ajustes nas tabelas de cargas, é possível escolher os dispositivos de proteção, comando, seccionamento, e medição atribuídos aos circuitos dos quadros de distribuição. As informações desses dispositivos não são fornecidas diretamente pelo Revit, em exceção ao número de polos, tensão, e corrente aparente e corrente corrigida, logo, o projetista deve-se atentar a escolha dos dispositivos e verificar se está em conformidade com as normas NBR 5410 e NBR 17019. Ao selecionar um quadro, pela aba propriedades, é possível escolher os dispositivos de proteção, comando, seccionamento e medição a escolha do projetista, assim como a ordem da instalação destes para o detalhamento dos quadros e obtenção da lista de materiais. A Figura 102 apresenta a aba propriedades com as configurações de escolhas dos dispositivos para o quadro “QDC-VE”. Ressalta-se que cada item descrito como “Posição XX”, corresponde a colocação de um dispositivo de 1 DIN (disjuntor, medidor, DPS, monofásico), ou seja, um dispositivo bifásico ou trifásico ocupará 2 ou 3 posições, respectivamente, no quadro de distribuição.

Figura 102 - Escolha dos dispositivos para os quadros de distribuição elétrica.



Fonte: Elaborada pelo autor, 2025.

8.5. Lista de Materiais

A partir das configurações realizadas na seção 7.7, todo elemento inserido e utilizado devidamente no projeto da estação de carregamento residencial de VE será automaticamente contabilizado, cabos, dispositivos de proteção, quadros, entre outros. Para verificar os itens levantados, basta acessar as 3 listas de materiais (eletroduto, fiações, e listas de materiais gerais) no navegador de projeto em “Tabelas/Quantidades (todas)”. A Figura 103, 104 e 105 apresenta respectivamente as listas de materiais para eletrodutos, fiações e materiais em geral correspondentes ao projeto da estação de carregamento desenvolvida para a residência proposta.

Figura 103 - Lista de eletrodutos utilizados na estação de carregamento residencial de VE proposta.

<LM - Eletrodutos>		
A	B	C
Modelo	Tamanho	Comprimento (m)
Eletroduto PVC Corrugado	32 mmø	6,97
Eletroduto PVC Rígido Roscável	33 mmø	1,91

Fonte: Elaborada pelo autor, 2025.

Figura 104 - Lista de fiações utilizados na estação de carregamento residencial de VE proposta.

<LM - Fiações>									
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
2,5mm² - Fase R (m)	2,5mm² - Fase S (m)	2,5mm² - Terra (m)	6,0mm² - Fase R (m)	6,0mm² - Fase S (m)	6,0mm² - Terra (m)	16,0mm² - Fase R (m)	16,0mm² - Fase S (m)	16,0mm² - Neutro (m)	16,0mm² - Terra (m)
1,26	1,26	1,26	1,77	1,77	1,77	6,45	6,45	6,45	6,45

Fonte: Elaborada pelo autor, 2025.

Figura 105 - Lista de materiais gerais utilizados na estação de carregamento residencial de VE proposta.

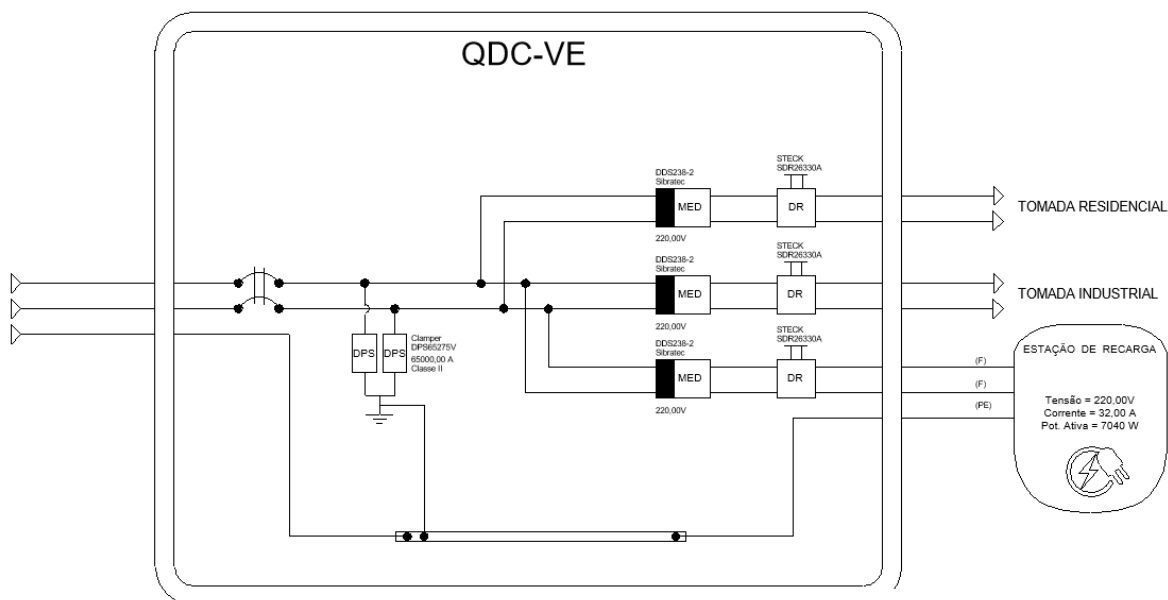
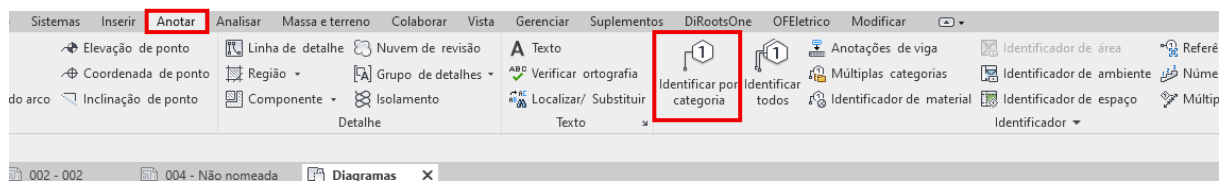
<LM - Lista de Materiais>					
A	B	C	D	E	F
Contagem	Descrição	Modelo	Fabricante	Custo	Custo Total
1	Conjunto para Móvel 1 Tomada 2P+T 20 A Tramontina Liz Branca	57170102	Tramontina	12,25	12,25
2	Disjuntor Bipolar 63A 2P CURVA C 3KA Steck	SDD62C63	STECK	65,39	130,78
2	Dispositivo de Proteção Contra Surtos (DPS), Classe II, Nível de Tensão Up 1,2kV, Imáx 20kA, Uc 275 VCA	DPS65275V	Clamper	44,99	89,98
3	Interruptor Diferencial Residual (IDR) 2P 63A 30mA Classe A	SDR26330A	STECK	342,14	1026,42
3	Medidor de Energia (kWh) DDS238-2 - Medição Direta até 80A (4836)	DDS238-2	Sibratec	291,90	875,7
1	Quadro de distribuição sobrepor 12 Din Fume - WEG	QDW02-12-FS	WEG	73,66	73,66
1	Quadro Embutir Ouro Box 24 Din Porta Fume	SCM24TBR	STECK	148,28	148,28
1	Tomada Industrial de Embutir de 32A, 2P+T 6H	TEWD-32P3H6E57	WEG	49,90	49,9
3	Trilho DIN para fixação de 12 Disjuntores	989061	Legrand	12,10	36,3
1	WEMOB-WALL G2 1T2 com Kit de instalação: (04 parafusos auto atarraxantes 4,8 x 38 mm, 04 buchas plásticas Ø8)	WEMOB-W-007-W-R-1T2	WEG	6214,02	6214,02
18					8657,29

Fonte: Elaborada pelo autor, 2025.

8.6. Montagem do diagrama geral da estação residencial de VE

Para a montagem do diagrama da estação residencial de carregamento do veículo elétrico no Revit, o *template* já está configurado com uma vista específica destinada a esse diagrama. A criação do diagrama é feita a partir do posicionamento dos elementos pelo projetista, que deve decidir como será organizada a representação gráfica dos componentes. O processo é simples: na aba "Anotar", utiliza-se a ferramenta "Identificar por categoria", e ao posicionar o mouse sobre os elementos em planta baixa, o Revit exibe automaticamente o diagrama correspondente a cada item. Além disso, é possível ajustar as informações exibidas nos diagramas dos dispositivos, permitindo uma personalização conforme as necessidades do projeto. A Figura 106 apresenta a ferramenta "Identificar por categoria" e a montagem do diagrama para estação de carregamento proposta.

Figura 106 - Ferramenta “Identificar por categoria” e montagem do diagrama.



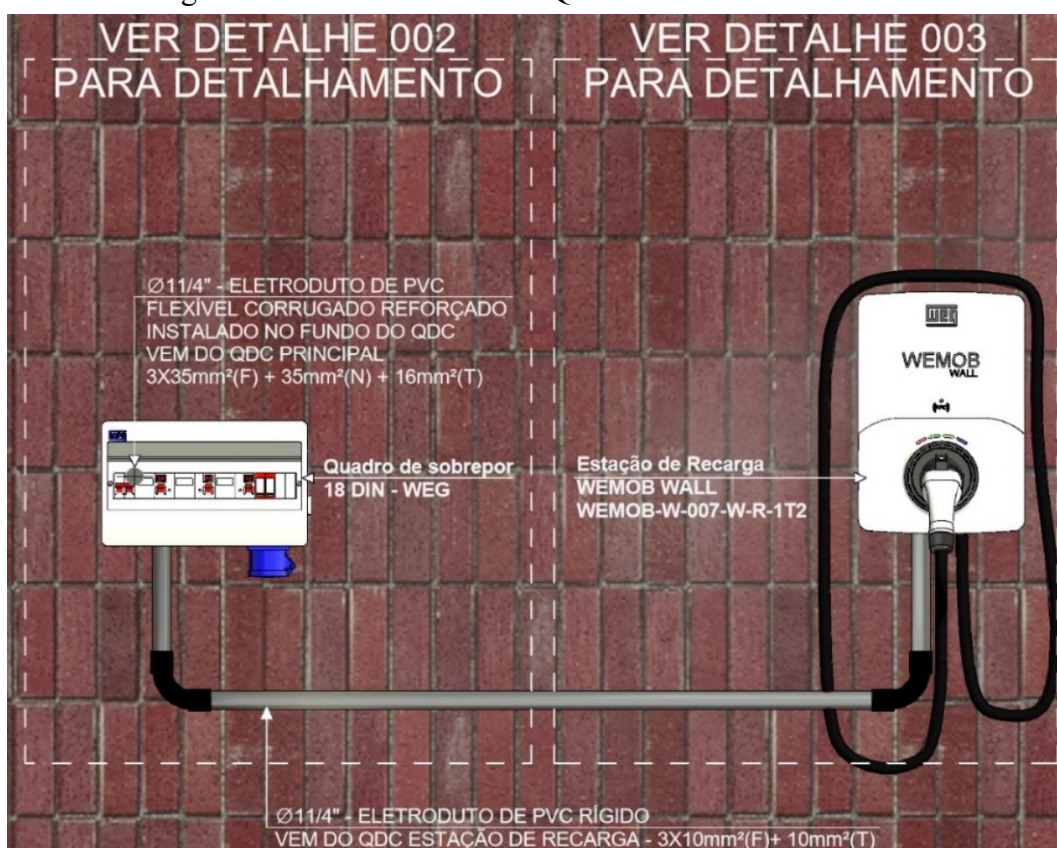
Posicionar o mouse em cima do quadro e pressionar tecla “TAB” para que o diagrama dos dispositivos de proteção apareça.

Fonte: Elaborada pelo autor, 2025.

8.7. Cortes 2D e Vistas 3D para detalhamento

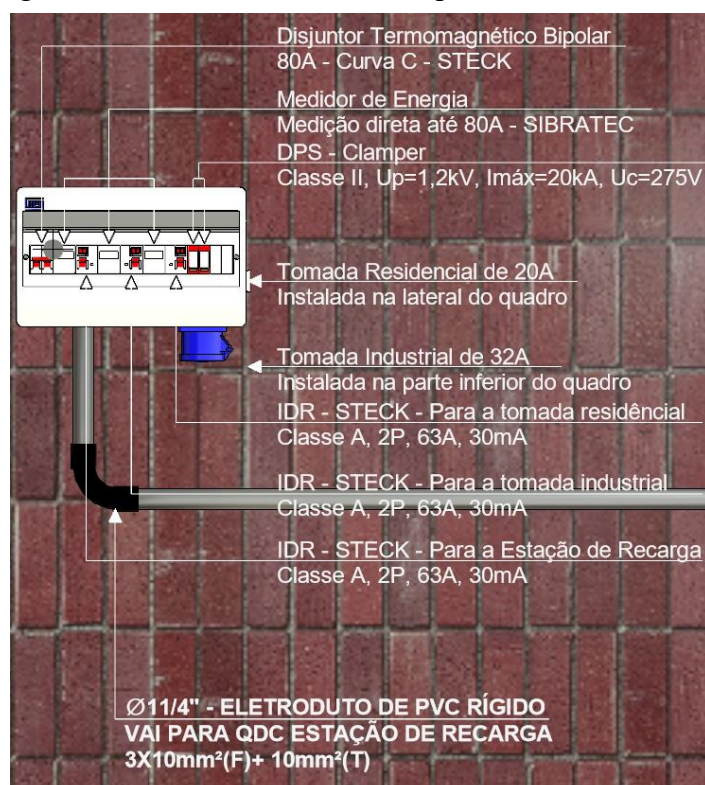
As ferramentas de corte 2D e vistas 3D disponibilizadas pelo Revit, foram utilizadas para detalhar informações importantes da estação residencial de recarga. Informações como altura de fixação, detalhamentos dos dispositivos de proteção dos QDCs, entre outras informações importantes para que o projeto seja executado fielmente ao que foi projetado, evitando assim, imprevistos e dúvidas no canteiro de obras. As Figuras 107, 108 e 109 apresentam o detalhamento do QDC-VE e da estação WEMOB WALL.

Figura 107 - Detalhamento do QDC-VE e WEMOB WALL



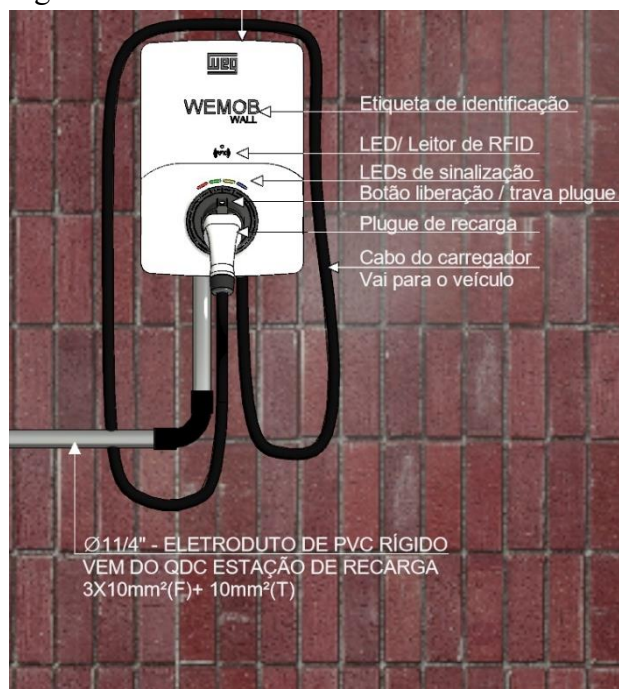
Fonte: Elaborada pelo autor, 2025.

Figura 108 - Detalhamento dos dispositivos do QDC-VE.



Fonte: Elaborada pelo autor, 2025.

Figura 109 - Detalhamento da WEMOB WALL.



Fonte: Elaborada pelo autor, 2025.

Já na Figura 110, é possível visualizar um 3D de situação da estação residencial de carregamento para os 2 VEs, desta vez, uma visualização com imagem renderizada.

Figura 110 - 3D de situação da estação residencial de carregamento de VE, imagem renderizada.

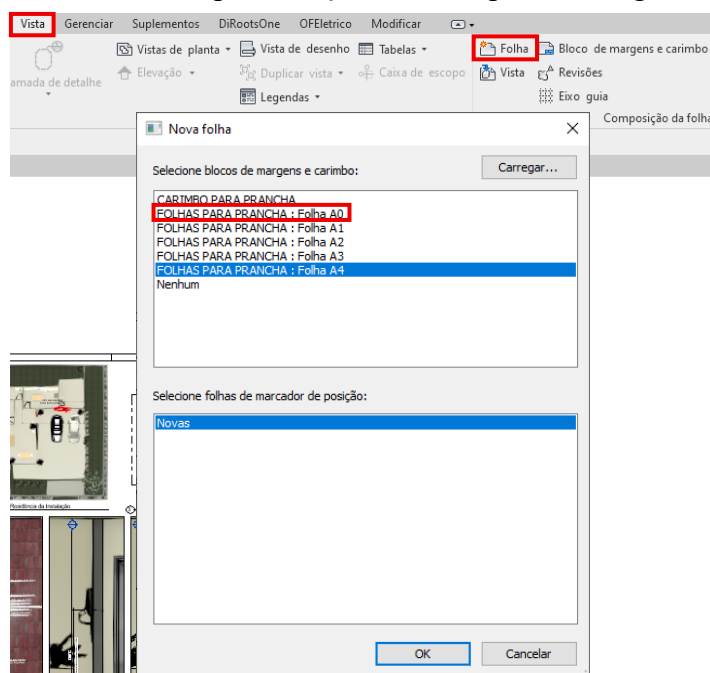


Fonte: Elaborada pelo autor, 2025.

8.8. Montagem das pranchas e ajustes no carimbo

Através da ferramenta “Folhas”, na aba “Vista”, é possível realizar a montagem das pranchas para finalização do projeto. Ao selecionar a ferramenta, será possível escolher o tamanho da folha que necessita o projeto, este tamanho pode ser ajustado posteriormente caso haja necessidade. A Figura 111 apresenta a ferramenta de folha e as opções de tamanhos em conformidade com a NBR 16752:2020 que orienta as dimensões destas folhas.

Figura 111 - Ferramentas para criação da folha para montagem da prancha.



Fonte: Elaborada pelo autor, 2025.

Ainda na aba “Vista”, na ferramenta “Bloco de margens e carimbo” é possível inserir a família de anotação desenvolvida para o carimbo para preenchimento das informações do projeto. Para o preenchimento das informações, basta selecionar os retângulos nos campos indicados e digitar as informações necessárias correspondentes ao campo. A Figura 112, apresenta a ferramenta para inserir o carimbo, e os campos indicados para preenchimento das informações do projeto.

Figura 112 - Ferramenta para inserir carimbo e campos de preenchimento.

REVISÃO	DATA	DESCRIÇÃO
1	22/05/2025	EMIÇÃO DE PROJETO

PROJETO ELÉTRICO PARA ESTAÇÃO RESIDENCIAL DE CARREGAMENTO DE VEÍCULOS ELÉTRICOS
 Rua Padre Alberico, nº 440, bairro São Luiz - Formiga - MG CEP: 35677-020

PROJETISTAS
 GRUPO DE SOLUÇÕES EM ENGENHARIA
 INSTITUTO FEDERAL Minas Gerais
 Campus Formiga

ENGº RESPONSÁVEL
 Eduardo Rosa Cardoso
 CREA: 0041163

DATA 22/05/2025 **ESCALA** Como indicado

Fonte: Elaborada pelo autor, 2025.

A montagem da prancha é de responsabilidade do projetista, cabendo a ele definir quais informações, vistas e nível de detalhamento serão apresentados. No caso da nossa estação residencial de carregamento de VE, optamos por incluir o máximo de detalhes possíveis com base nos recursos disponibilizados pelo *template*, de forma a garantir que a execução do projeto seja a mais fiel possível ao que foi desenvolvido na etapa de modelagem.

A Figura 113 ilustra uma prancha montada em folha A0, contendo plantas baixas, ampliação da planta, tabelas de cargas dos quadros de distribuição, listas de materiais, diagramas, cortes de detalhamento, vistas 3D, entre outros elementos. Para fins de apresentação simplificada, o ANEXO A apresenta uma adaptação do projeto da estação residencial de carregamento de VE em uma prancha no formato A4.

9. CONCLUSÕES

O presente trabalho teve como objetivo principal desenvolver modelos paramétricos aplicáveis a projetos elétricos de estações de carregamento de veículos elétricos em ambientes residenciais, utilizando a metodologia BIM por meio do *software* Autodesk Revit. A proposta surgiu diante do expressivo crescimento da frota de veículos elétricos no Brasil e no mundo, o que impõe a necessidade de expansão e qualificação da infraestrutura de recarga, especialmente em domicílios.

O desenvolvimento do projeto nos permitiu não apenas compreender os conceitos e classificações dos veículos elétricos e suas formas de carregamento, como também analisar as normas técnicas vigentes e as boas práticas associadas à elaboração de projetos elétricos seguros e eficientes através da criação de famílias paramétricas tridimensionais (3D) e de simbologias bidimensionais (2D) que representam com fidelidade os dispositivos utilizados em estações residenciais de recarga.

As famílias desenvolvidas contemplam dispositivos como a *Wallbox*, disjuntores, DPS, DRs, quadros de distribuição, tomadas, além de componentes para anotação e diagramação. A integração dessas famílias em um *template* padronizado facilitou a modelagem completa de projetos, permitindo a automação de tarefas como geração de tabelas de carga, lista de materiais e diagrama multifilar. Esse modelo demonstrou-se eficiente tanto na representação visual quanto na organização das informações necessárias para a documentação executiva do projeto.

Conclui-se, portanto, que a utilização do BIM no contexto das estações residenciais de carregamento de veículos elétricos apresenta-se como uma solução promissora e alinhada às demandas atuais do setor de mobilidade elétrica. O uso do Revit como ferramenta de modelagem permitiu não apenas a visualização tridimensional do sistema, mas também a parametrização das informações, agregando valor técnico ao projeto e viabilizando sua aplicação prática de forma eficiente e segura.

Por fim, como sugestão para futuras pesquisas sugere-se a criação de novas famílias das estações de recarga do tipo *Wallbox* de outros fabricantes ou até mesmo modelos genéricos para adaptar em diferentes cenários. Além disso, a promoção da interação destas famílias com elementos que fazem parte de projetos de instalações elétricas no Revit.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 16752:2020**: Desenho Técnico - Requisitos para apresentação em folhas de desenho. [S.l.], 2020.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR IEC 61851-1**: Sistema de recarga condutiva para veículos elétricos - Parte 1: Requisitos Gerais. [S.l.], 2021.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR IEC 62196-1**: Plugues, tomadas, tomadas móveis para veículos elétricos e plugues fixos para veículos elétricos. Parte 1: Requisitos Gerais. [S.l.], 2021.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA – ANEEL. **RESOLUÇÃO NORMATIVA ANEEL Nº 956, DE 7 DE DEZEMBRO DE 2021**: Anexo VIII - Módulo 8 - QUALIDADE DO FORNECIMENTO DE ENERGIA ELÉTRICA [S.l.], 2021.

BANDEIRA, Camila Mendes. **Desenvolvimento de um conversor CC-CC aplicado a uma estação de carregamento de veículos elétricos**. 2024. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2024.

BARAN, Renato. **A introdução de veículos elétricos no Brasil**: Avaliação do impacto no consumo de gasolina e eletricidade. Tese (doutorado) - Universidade Federal do Rio de Janeiro - UFRJ. [s.l.: s.n., s.d.], 2012.

BARBOSA, Vanessa. **Nissan revela o 1º carro do mundo movido a óxido sólido**. Exame. Disponível em: <<https://exame.com/tecnologia/nissan-revela-o-1o-carro-do-mundo-movido-a-oxido-solido/>>. Acesso em: 29 set. 2023.

BEAMA. *Guide to Electric Vehicle Infrastructure: Manual to Installation and Use*. London: BEAMA Ltd., 2022.

CRABTREE, George. *The coming electric vehicle transformation*. **Science**. 366,422-424(2019). DOI:10.1126/science.aax0704.

CLAMPER, **Clamper Front V (Classe II)**. Disponível em: <<https://clamper.com.br/produtos/clamper-front-v-classe-ii/>>. Acesso em: 6 maio. 2025.

DELGADO, Fernanda. Costa, José E. G. Febrado, Júlia. *et al.* **“Carros Elétricos”**, *Accenture*, Maio 2017.

EASTMAN, C. *et al.* **BIM handbook: a guide to building information modeling for owners, managers, designers, engineers, and contractors**. New Jersey, EUA: John Wiley & Sons, Inc., 2008. p. 626.

Electrification Coalition, 2009, **Electrification Roadmap - Revolutionizing Transportation and Achieving Energy Security**. Electrification Coalition, Washington, DC.

Elétrica Luz, **Quadro Distribuicao Para 12 Disjuntores Weg - Sobrepor (Qdw02-12-Fs)**. Disponível em: <<https://www.eletricaluz.com.br/construcao-civil/quadros-de-distribuicao/quadro-distribuicao-qdw02-12-fs>>. Acesso em: 6 maio. 2025.

ENERGISA. **Fornecimento de energia para estações de recarga de veículo elétrico**. ENERGISA/GTD-NRM/Nº023/2021. [s.l.: s.n.]. Disponível em: <<https://www.energisa.com.br/Documents/Normas%20t%C3%A9cnicas/NDU%2042-%20Fornecimento%20de%20energia%20para%20esta%C3%A7%C3%B5es%20de%20recarga%20de%20ve%C3%ADculo%20el%C3%A9trico.pdf>>. Acesso em: 02 jul. 2024.

Ehsani, M., Singh, K. V., Bansal, H. O., & Mehrjardi, R. T. (2021). *State of the Art and Trends in Electric and Hybrid Electric Vehicles*. Proceedings of the IEEE, 109(6), 967–984. doi:10.1109/jproc.2021.3072788.

EVgo - *Types of Electric Vehicles: BEVs, PHEVs, HEVs - What's the Difference?* Evgo.com. Disponível em: <<https://www.evgo.com/ev-drivers/types-of-evs/#bevs>>. Acesso em: 15 out. 2023.

EZVOLT. **O que é um wallbox para carros elétricos? Preciso realmente de um?** Disponível em: <<https://ezvolt.com.br/o-que-e-um-wallbox-para-carro-eletrico/>>. Acesso em: 6 maio. 2025.

FERREIRA, Rita Cristina e SANTOS, Eduardo Toledo. **Limitações de representação 2D na compatibilização espacial em projetos de edifícios e a aposta no CAD 3D como solução**. 2007, Anais: Integração de sistemas em arquitetura, engenharia e construção. Porto Alegre: Antac, 2007. Acesso em: 22 jul. 2024.

GARCIA, Victor Alberto Osório. **Carregamento ótimo de veículos elétricos considerando as restrições das redes de distribuição de média tensão** – Dissertação (Mestrado) - UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”: [s.n.], 2013.

GUARNIERI, Massimo. *"Looking back to electric cars,"* 2012 Third IEEE HISTory of ELection-technology CONference (HISTELCON), Pavia, Itália, 2012, pp. 1-6, doi: 10.1109/HISTELCON.2012.6487583.

HØYER, Karl G., *The history of alternative fuels in transportation: The case of electric and hybrid cars*, Utilities Policy, Volume 16, Issue 2, 2008, Pages 63-71, ISSN 0957-1787, <https://doi.org/10.1016/j.jup.2007.11.001>.

IEA (2024), *Global EV Outlook 2024*, IEA, Paris. <https://www.iea.org/reports/global-ev-outlook-2024>, Licença: CC BY 4.0.

Kanaflex Brasil - Produto - KANADUTO E. Disponível em: <https://www.kanaflex.com.br/produtos/pt/KANADUTO_E>. Acesso em: 16 jan. 2025.

Kene, R., Olwal, T., & Van Wyk, B. (2021). *Sustainable Electric Vehicle Transportation*. Sustainability. <https://doi.org/10.3390/su132212379>.

MOREIRA, Luis ; VIDOR, Gabriel. **O futuro do transporte sustentável uma contribuição dos veículos elétricos para o tripé de sustentabilidade**. [s.l.: s.n., s.d.]. Disponível em: <<https://submissao.singep.org.br/11singep/arquivos/27.pdf>>.

EPOCANEGOCIOS. **Na Noruega, o futuro já chegou: país deve bater meta e vender só carros elétricos em 2025**. Disponível em: <<https://epocanegocios.globo.com/mundo/noticia/2025/01/na-noruega-o-futuro-ja-chegou-pais-deve-bater-meta-e-vender-so-carros-eletricos-em-2025.ghtml>>. Acesso em: 19 abril. 2025.

NeoCharge (2020), **Tipos de Carros Elétricos - Veículos Elétricos (VE)**. Disponível em: <<https://www.neocharge.com.br/tudo-sobre/carro-eletrico/tipos-veiculos-eletricos>>. Acesso em: 6 maio. 2025.

PEREIRA, Ezequiel Vasconcelos. **Tendências tecnológicas e mercado atual dos veículos elétricos no Brasil e no mundo** – Universidade Federal do Ceará: [s.n.], 2016.

ROCHD, Abdelilah *et al.* **Public charging infrastructure for EVs: A comprehensive analysis of charging patterns & real-world insights—Case study of Rabat City, Morocco**. Energy Reports, v. 9, p. 216–234, 1 set. 2023.

ROTTHIER, Bram. Maerhem, Thomas V. Blockx, Pascal, *et al.* **“Home charging of electric vehicle in Belgium”**, 2013 *World Electric Vehicle Symposium and Exhibition (EVS27)*, Barcelona, Espanha, 2013, pp. 1-6, doi: 10.1109/EVS.2013.6914759.

SANTOS, Max Mauro Dias. **Veículos elétricos e híbridos: fundamentos, características e aplicações** / Max Mauro Dias Santos - São Paulo : Érica, 2020. 216p.

SANTOS, Eduardo Toledo. **BIM - building information modeling: um salto para a modernidade na tecnologia da informação aplicada à construção civil. Criação, representação e visualização digitais: tecnologias digitais de criação, representação e visualização no processo de projeto**. Tradução . Brasília: Unb, 2011. . . Acesso em: 22 jul. 2024.

Sibratec. **Medidor de Energia (kWh) Monofásico DDS238-2**. Disponível em: <<https://www.sibratec.ind.br/product/17371>>. Acesso em: 6 maio. 2025.

STECK. **E tudo se liga!** Disponível em: <<https://www.steck.com.br/produtos/industrial>>. Acesso em: 6 maio. 2025.

VIEIRA, Tayna; Figueiredo, Karoline. **Vantagens de planejar uma obra com a plataforma BIM, REVIT**. Revista Boletim do Gerenciamento. Disponível em: <https://nppg.org.br/revistas/boletimdogerenciamento>. Acesso em: 29 jun. 2024.

WEG, **Estação de Recarga para Veículos Elétricos | Estação de Recarga para Veículos Elétricos | Sistemas de Mobilidade Elétrica | WEG - Produtos**. Disponível em: <https://www.weg.net/catalog/weg/BR/pt/Sistemas-de-Mobilidade-Elétrica/Estação-de-Recarga-para-Veículos-Elétricos/Estação-de-Recarga-para-Veículos-Elétricos/p/MKT_WDC_BRAZIL_RE_ELECTRIC_VEHICLE_G2>. Acesso em: 6 maio. 2025.

WEG, **Conectando você a mobilidade elétrica, WEMOB Estações de Recarga para Veículos Elétricos**, (2024). Disponível em: <<https://static.weg.net/medias/downloadcenter/h17/h36/WEG-WEMOB-50105757-pt.pdf>>. Acesso em: 6 maio. 2025.

XXII CEEL - **Conferência de Estudos em Engenharia Elétrica - Sciencesconf.org**. Disponível em: <<https://ceel2024.sciencesconf.org/>>. Acesso em: 7 maio. 2025.

YOUNG, N. W.; JONES, S. A.; BERNSTEIN, H. M.; GUDGEL, J. (2009). ***The Business Value of BIM-Getting Building Information Modeling to the Bottom Line***. Bedford, MA: McGraw-Hill Construction, 51.

ANEXO A - Projeto elétrico adaptado para folha A4



ESTAÇÃO RESIDENCIAL DE CARREGAMENTO DE VEÍCULOS ELÉTRICOS



1

3D - Planta de Situação

R01	16/06/2025	CONVERSÃO PARA FOLHA A4
R00	02/01/2025	EMIÇÃO INICIAL
REVISÃO	DATA	DESCRIÇÃO

PROJETISTAS

ENGº RESPONSÁVEL



Eduardo Rosa Cardoso
CREA: 0041163



PROJETO ELÉTRICO RESIDENCIAL PARA ESTAÇÃO DE
CARREGAMENTO DE VEÍCULOS ELÉTRICOS

Rua Padre Alberico, nº 440, bairro São Luiz - Formiga - MG CEP: 35577-020

001 - Planta de Situação

ESCALA: INDICADA
DATA: 02/01/2025

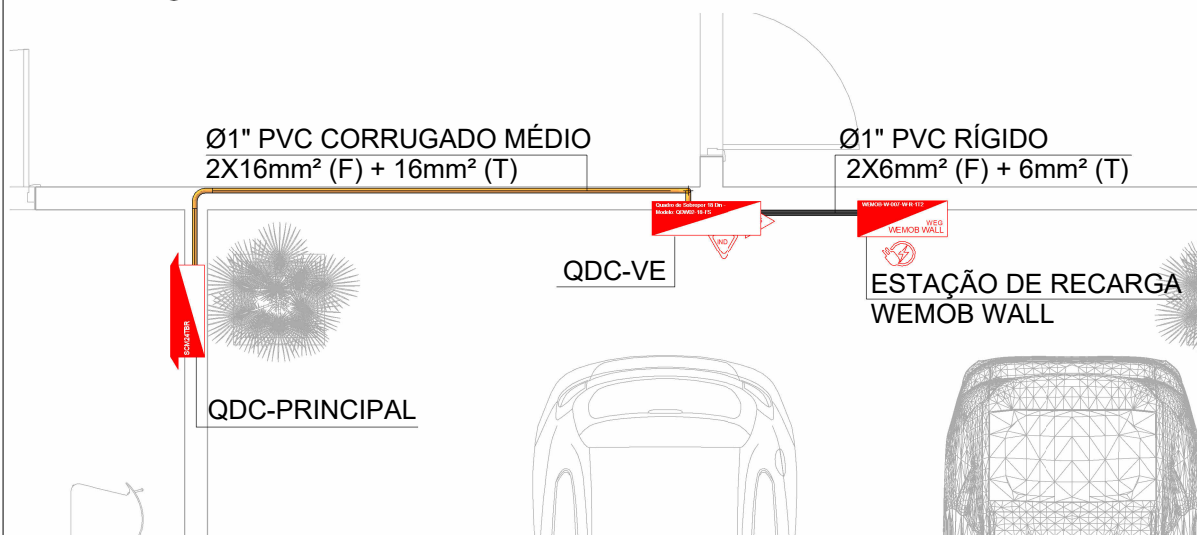
G:\Meu Drive\TCC\PROJETO ELÉTRICO DA ESTAÇÃO DE RECARGA RESIDENCIAL\PE-ES-CARR-RES-VE-A4-R01.rvt



2

Planta Baixa - Residência da Instalação

1 : 200

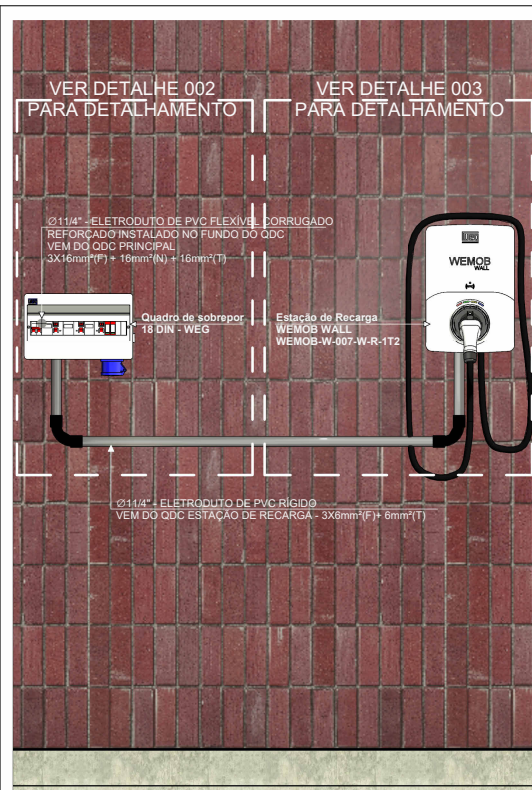


3

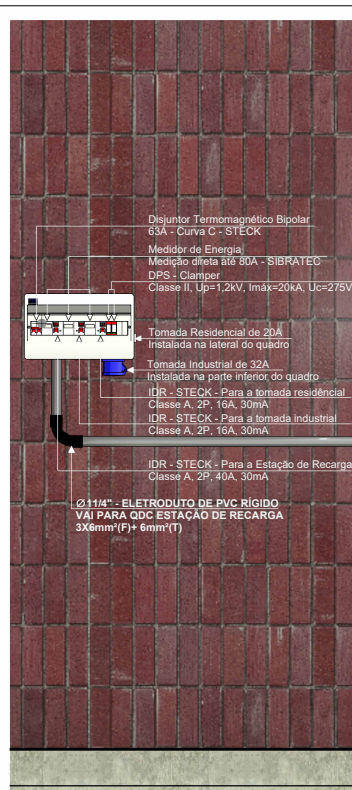
Planta Baixa - Ampliação da Estação Residencial de Carregamento de VE

1 : 50

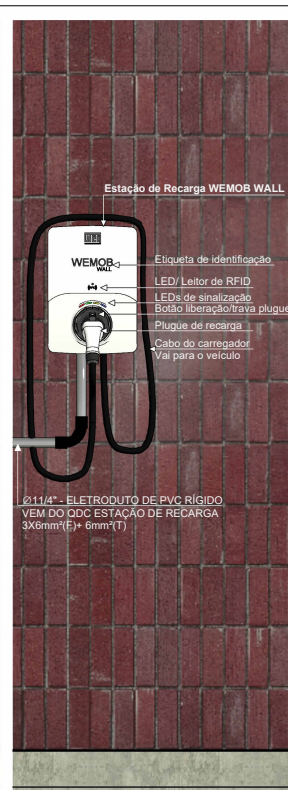
			PROJETISTAS	ENGº RESPONSÁVEL
R01	16/06/2025	CONVERSÃO PARA FOLHA A4		 INSTITUTO FEDERAL Minas Gerais Campus Formiga
R00	02/01/2025	EMIÇÃO INICIAL		
REVISÃO	DATA	DESCRIÇÃO		
 PROJETO ELÉTRICO RESIDENCIAL PARA ESTAÇÃO DE CARREGAMENTO DE VEÍCULOS ELÉTRICOS Rua Padre Alberico, nº 440, bairro São Luiz - Formiga - MG CEP: 35577-020			Eduardo Rosa Cardoso CREA: 0041163	
002 - Planta Baixa - Estação de Carregamento VE			ESCALA: INDICADA DATA: 02/01/2025	
G:\Meu Drive\TCC\PROJETO ELÉTRICO DA ESTAÇÃO DE RECARGA RESIDENCIAL\PE-ES-CARR-RES-VE-A4-R01.rvt				



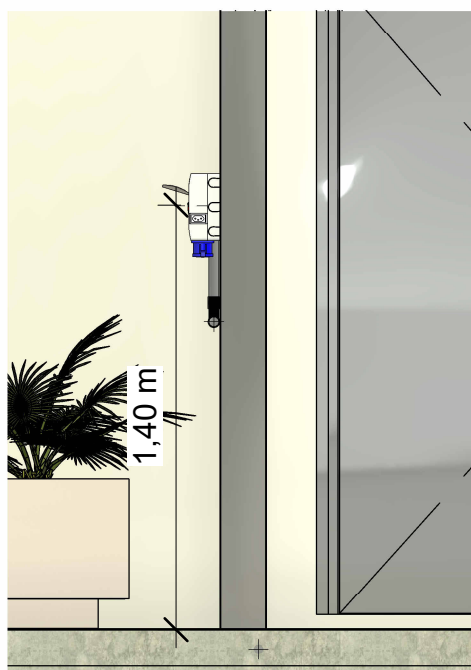
4 Ampliação da Estação de Carregamento
1 : 25



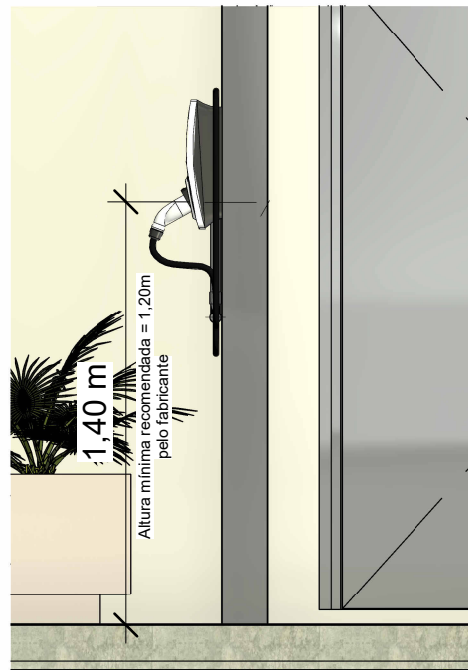
5 Detalhamento do QDC para VE
1 : 25



6 Detalhamento da WEMOB
1 : 25



7 Altura de Instalação QDC-VE
1 : 25



8 Altura de instalação WEMOB
1 : 25

			PROJETISTAS	ENGº RESPONSÁVEL	
R01	16/06/2025	CONVERSÃO PARA FOLHA A4	 GRUPO DE SOLUÇÕES EM ENGENHARIA	 INSTITUTO FEDERAL Minas Gerais Campus Formiga	Eduardo Rosa Cardoso CREA: 0041163
R00	02/01/2025	EMIÇÃO INICIAL			
REVISÃO	DATA	DESCRIÇÃO			
 PROJETO ELÉTRICO RESIDENCIAL PARA ESTAÇÃO DE CARREGAMENTO DE VEÍCULOS ELÉTRICOS Rua Padre Alberico, nº 440, bairro São Luiz - Formiga - MG CEP: 35577-020			003 - Detalhes 2D		
			ESCALA: INDICADA DATA: 02/01/2025		
			G:\Meu Drive\TCC\PROJETO ELÉTRICO DA ESTAÇÃO DE RECARGA RESIDENCIAL\PE-ES-CARR-RES-VE-A4-R01.rvt		



9

3D - Frente da WEMOB



10

3D - Fixação da WEMOB

R01	16/06/2025	CONVERSÃO PARA FOLHA A4
R00	02/01/2025	EMIÇÃO INICIAL
REVISÃO	DATA	DESCRIÇÃO



PROJETO ELÉTRICO RESIDENCIAL PARA ESTAÇÃO DE
CARREGAMENTO DE VEÍCULOS ELÉTRICOS

Rua Padre Alberico, nº 440, bairro São Luiz - Formiga - MG CEP: 35577-020

PROJETISTAS



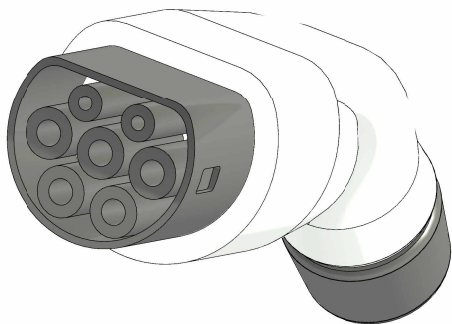
ENGº RESPONSÁVEL

Eduardo Rosa Cardoso
CREA: 0041163

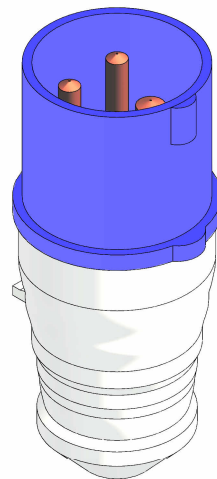
004 - Detalhes 3D - WEMOB

ESCALA: INDICADA
DATA: 02/01/2025

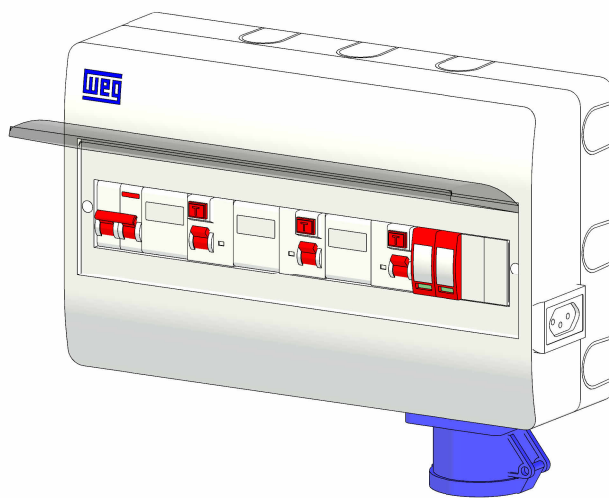
G:\Meu Drive\TCC\PROJETO ELÉTRICO DA ESTAÇÃO DE RECARGA RESIDENCIAL\PE-ES-CARR-RES-VE-A4-R01.rvt



11 3D - Plugue tipo 02

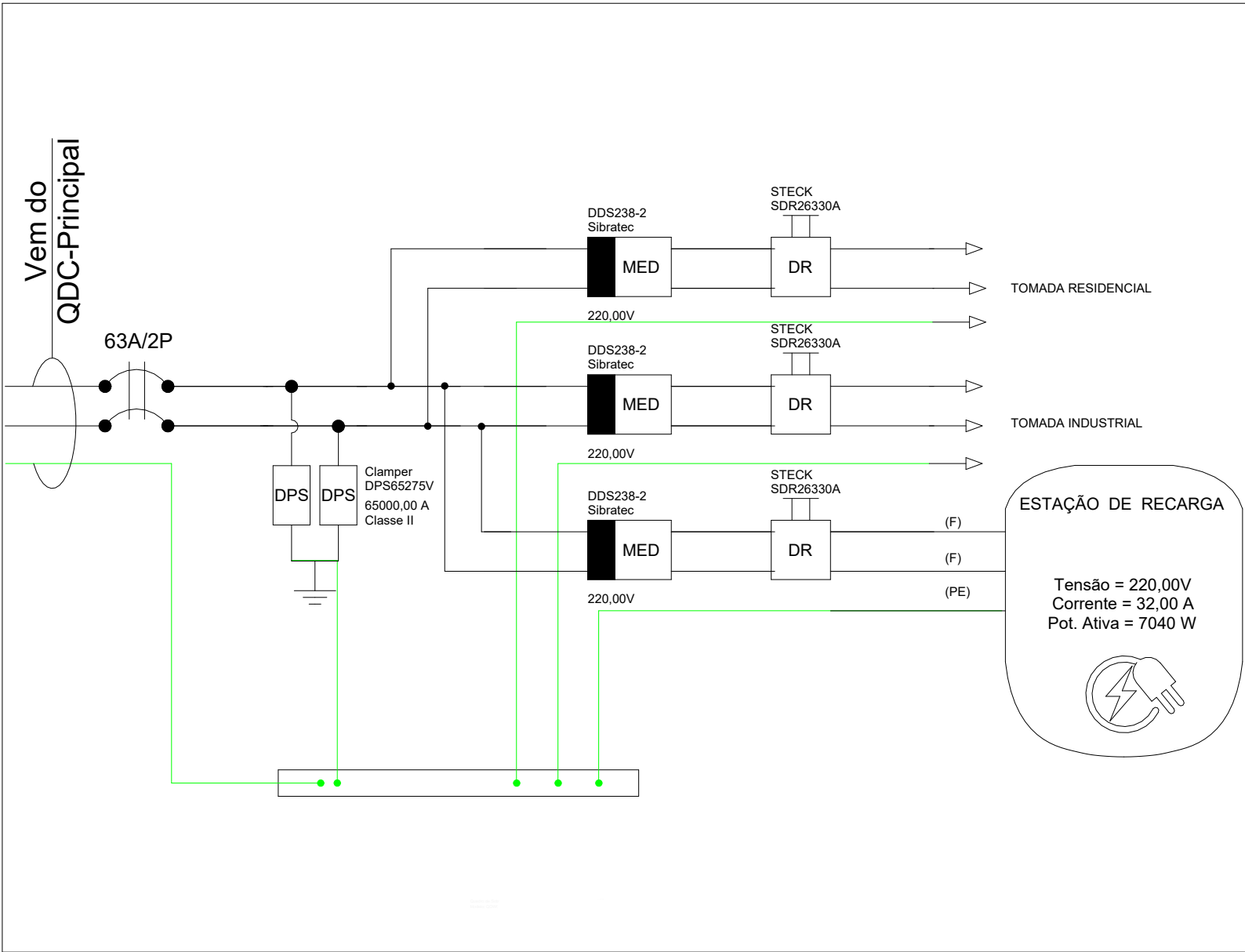


12 3D - Plugue CIWD-32P3H6E57



13 3D - Quadro de Sobrepor WEG

			PROJETISTAS	ENGº RESPONSÁVEL
R01	16/06/2025	CONVERSÃO PARA FOLHA A4		
R00	02/01/2025	EMIÇÃO INICIAL		
REVISÃO	DATA	DESCRIÇÃO	Eduardo Rosa Cardoso CREA: 0041163	
 PROJETO ELÉTRICO RESIDENCIAL PARA ESTAÇÃO DE CARREGAMENTO DE VEÍCULOS ELÉTRICOS Rua Padre Alberico, nº 440, bairro São Luiz - Formiga - MG CEP: 35577-020			005 - Detalhes 3D	ESCALA: INDICADA DATA: 02/01/2025
G:\Meu Drive\TCO\PROJETO ELÉTRICO DA ESTAÇÃO DE RECARGA RESIDENCIAL\PE-CARR-RES-VE-A4-R01.rvt				



PROJETISTAS		ENGº RESPONSÁVEL	
GRUPO DE SOLUÇÕES EM ENGENHARIA		Eduardo Rosa Cardoso	
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO RIO DE JANEIRO		CREA: 0041163	
006 - Diagrama Multifilar		ESCALA: INDICADA	
006 - Diagrama Multifilar		DATA: 02/01/2025	
PROJETO ELÉTRICO RESIDENCIAL PARA ESTAÇÃO DE CARREGAMENTO DE VEÍCULOS ELÉTRICOS		G: Meu Delineio PROJETO ELÉTRICO DA ESTAÇÃO DE RECARGA RESIDENCIAL PES-CARR-RES-VE-A-R01.rvt	
R01 16/06/2025 CONVERSÃO PARA FOLHA A4		REVISÃO	
R00 02/01/2025 EMISSÃO INICIAL		DATA	
PROJETO ELÉTRICO RESIDENCIAL PARA ESTAÇÃO DE CARREGAMENTO DE VEÍCULOS ELÉTRICOS		DESCRIÇÃO	
Rua Padre Alencar, nº 440, bairro São Luiz - Forniga - MG CEP: 35677-020		Tensão = 220,00V Corrente = 32,00 A Pot. Ativa = 7040 W	

Eletróduto PVC Corrugado	32 mmø	6,97
Eletróduto PVC Rígido Roscável	33 mmø	1,91

Lista de Materiais de Dispositivos					
Conta gem	Descrição	Modelo	Fabricante	Custo	Custo Total
1	Conector Industrial Standard 32A 2P+T Azul 6Horas	CIWD-32P3H6E57	WEG	41,27	41,27
1	Conjunto para Móvel 1 Tomada 2P+T 20 A Tramontina Liz Branca	57170102	Tramontina	12,25	12,25
2	Disjuntor Bipolar 63A 2P CURVA C 3KA Steck. Conferir valor da corrente em projeto.	SDD62C63	STECK	65,39	130,78
2	Dispositivo de Proteção Contra Surtos (DPS), Classe II, Nível de Tensão Up 1,2kV, Imáx 20kA, Uc 275 VCA	DPS65275V	Clamper	44,99	89,98
3	Interruptor Diferencial Residual (IDR) 2P 63A 30mA Classe A. Conferir valor da corrente em projeto.	SDR26330A	STECK	342,14	1026,42
3	Medidor de Energia (kWh) DDS238-2 - Medição Direta até 80A (4836)	DDS238-2	Sibratrec	291,90	875,7
1	Quadro de distribuição sobrepor 18 Din Fume - WEG	Quadro de Sobrepor 18 Din - Modelo: QDW02-18-FS	WEG	73,66	73,66
1	Quadro Embutir Ouro Box 24 Din Porta Fume	SCM24TBR	STECK	148,28	148,28
1	Tomada Industrial de Embutir de 32A, 2P+T 6H	TEWD-32P3H6E57	WEG	49,90	49,9
3	Trilho DIN para fixação de 12 Disjuntores	989061	Legrand	12,10	36,3
1	WEMOB-WALL G2 1T2 com Kit de instalação: (04 parafusos auto atarraxantes 4,8 x 38 mm, 04 buchas plásticas Ø8 mm, 01 chave "L" torx T20, 04 anéis de borracha para vedação, 01 suporte metálico de fixação).	WEMOB-W-007-W-R-1T2	WEG	6214,02	6214,02

ESCALA: INDICADA
DATA: 02/01/2025

DATA: 02/01/2025

007 - Lista de Materiais

Rua Padre Alberico, nº 440, bairro São Luiz - Formiga - MG CEP: 35577-020

PROJETO ELÉTRICO RESIDENCIAL PARA ESTAÇÃO DE CARREGAMENTO DE VEÍCULOS ELÉTRICOS

Rua Padre Alberico, nº 440, bairro São Luiz - Formiga - MG CEP: 35577-020

QUADRO DE CARGAS																		
QDC-VE																		
Circuito	Descrição do circuito	Potência Ativa (W)	FP	Potência Aparente (VA)	Tensão (V)	Corrente Aparente (A)	FCA	FCT	Ib: Corrente Corrigida	Proteção do Circuito (A)	Tipo de Instalação	Condutor pré-dimensionamento (Capacidade de Condução de Corrente)	Seção do Condutor Adotado (mm²)	Comprimento Aproximado (m)	Comprimento Considerado (m)	Queda de Tensão (%)	A	B
1	Tomada Residencial VE	2300	1	2300	220	10.45 A	1	0.94	11.12 A	16,00 A	C-PVC-70-UP-2CC-B1	2-#2.5, 1-#2.5	2.5	3 m	3	0.19	1150	1150
2	Tomada Industrial VE	2300	1	2300	220	10.45 A	1	0.94	11.12 A	16,00 A	C-PVC-70-UP-2CC-B1	2-#2.5, 1-#2.5	2.5	4 m	3	0.19	1150	1150
3	Estação de Recarga VE	7040	1	7040	220	32.00 A	1	0.94	34.04 A	40,00 A	C-PVC-70-UP-2CC-B1	2-#6.0, 1-#6.0	6	4 m	4	0.32	3520	3520
Potência por fase conectada																	5820	5820
Corrente por fase em amperes:																	52,91 A	52,91 A
Classificação de carga		Carga conectada				Fator de demanda				Demanda estimada				Totais do painel				
Veículos Elétricos		11640				100,00%				11640				Potência Total: 11640				
														Potência Total Demandada: 11640				
														Corrente Total: 52,91 A				
														Corrente Total Demandada: 52,91 A				
														Sistema de Distribuição 127/220V Bifásico (2F+N+T)				
														Alimentado Por: QDC - Principal				

QUADRO DE CARGAS

QDC-Geral

Circuito	Descrição do circuito	Potência Ativa (W)	FP	Potência Aparente (VA)	Tensão (V)	Corrente Aparente (A)	FCA	FCT	Ib: Corrente Corrigida	Proteção do Circuito (A)	Tipo de Instalação	Condutor pré-dimensionamento (Capacidade de Condução de Corrente)	Seção do Condutor Adotado (mm²)	Comprimento Aproximado (m)	Comprimento Considerado (m)	Queda de Tensão (%)	A	B	C
1	QDC-Estação de carregamento	11640	1	11640	220	52,91 A	1	0,94	56,29 A	63,00 A	C-PVC-70-UP-2CC-B1	2-#16,0, 1-#16,0	16	7 m	7	0,35	5820	5820	0
Potência por fase conectada																	5820	5820	0
Corrente por fase em amperes:																	52,9...	52,91 A	0,00 A
Classificação de carga		Carga conectada				Fator de demanda				Demanda estimada				Totais do painel					
Veículos Elétricos		11640				100,00%				11640				Potência Total: 11640					
														Potência Total Demandada: 11640					
														Corrente Total: 30,55 A					
														Corrente Total Demandada 30,55 A					
														Sistema de Distribuição 127/220V Trifásico (3F+N+T)					
														Alimentado Por:					

ENGº RESPONSÁVEL

PROJETISTAS

R01 | 16/06/2025 | CONVERSÃO PARA FOLHA A4

R00 | 02/01/2025 | EMISSÃO INICIAL

REVISÃO | DATA | DESCRIÇÃO



Eduardo Rosa Cardoso
CREA: 0041163

ESCALA: INDICADA
DATA: 02/01/2025

008 - Tabela de Cargas QDC-VE e QDC-Principal



PROJETO ELÉTRICO RESIDENCIAL PARA ESTAÇÃO DE
CARREGAMENTO DE VEÍCULOS ELÉTRICOS
Rua Padre Alberico, nº 440, bairro São Luiz - Fomiga - MG CEP: 36577-020

G:\Meu Drive\1000PROJETO ELÉTRICO DA ESTAÇÃO DE RECARGA RESIDENCIAL\PEES-CARR-RES-VE-A4-R01.rvt