

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE
MINAS GERAIS - *CAMPUS* BETIM
BACHARELADO EM ENGENHARIA DE CONTROLE E AUTOMAÇÃO

Luiz Fernando Silva de Souza

PROJETO ELÉTRICO DE UMA OFICINA MECÂNICA AUTOMOTIVA

Betim
2026

LUIZ FERNANDO SILVA DE SOUZA

PROJETO ELÉTRICO DE UMA OFICINA MECÂNICA AUTOMOTIVA

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à banca examinadora do curso de Engenharia de Controle e Automação do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais *Campus* Betim, como parte dos requisitos para obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Controle e Automação.

Orientador: Prof. Dr. Arthur Hermano Rezende Rosa

Betim
2026

FICHA CATALOGRÁFICA

S729p Souza, Luiz Fernando Silva de

Projeto elétrico de uma oficina mecânica automotiva / Luiz Fernando Silva de Souza – 2026.

51 f. : il.

Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado em Engenharia de Controle e Automação) - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais, Câmpus Betim, 2026.

Orientação: Prof. Dr. Arthur Hermano Rezende Rosa

1. Projeto elétrico. 2. Oficina mecânica automotiva. 3. Demanda elétrica. 4. Instalações elétricas. 5. Engenharia de Controle e Automação. I. Souza, Luiz Fernando Silva de. II. Título.

CDU: 621.316



ATA DE DEFESA DE TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

Na presente data realizou-se a sessão pública de defesa do Trabalho de Conclusão de Curso intitulada **PROJETO ELÉTRICO DE UMA OFICINA MECÂNICA AUTOMOTIVA** apresentada pelo aluno **Luiz Fernando Silva de Souza (0040422)** do Curso **Bacharelado em Engenharia de Controle e Automação (Campus Betim)**. Os trabalhos foram iniciados às **17:00** do dia **02/02/2026** pelo Professor presidente da banca examinadora, constituída pelos seguintes membros:

- **Arthur Hermano Rezende Rosa** (Orientador)
- **Deliene Costa Guimaraes Barros** (Examinadora Interna)
- **Marcus Paulo Silva de Abreu** (Examinador Interno)

A banca examinadora, tendo terminado a apresentação do conteúdo do Trabalho de Conclusão de Curso, passou à argüição do candidato. Em seguida, os examinadores reuniram-se para avaliação e deram o parecer final sobre o trabalho apresentado pelo aluno, tendo sido atribuído o seguinte resultado:

Aprovado

Reprovado

Nota (quando exigido): _____

Observação / Apreciações:

Proclamados os resultados pelo presidente da banca examinadora, foram encerrados os trabalhos e, para constar, eu **Arthur Hermano Rezende Rosa** lavrei a presente ata que assino juntamente com os demais membros da banca examinadora.

Documento assinado digitalmente
gov.br **MARCUS PAULO SILVA DE ABREU**
Data: 03/02/2026 15:20:32-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

BETIM / MG, 02/02/2026

Documento assinado digitalmente
gov.br **ARTHUR HERMANO REZENDE ROSA**
Data: 03/02/2026 06:39:07-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Marcus Paulo Silva de Abreu

Arthur Hermano Rezende Rosa

Deliene Costa Guimaraes Barros

Documento assinado digitalmente
gov.br **DELIENE COSTA GUIMARAES BARROS**
Data: 03/02/2026 09:12:16-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

AGRADECIMENTOS

Depois de muitas lutas, enfim chegou o dia. Primeiramente gostaria de agradecer a Deus por tudo que ele me concede.

Gostaria de agradecer também à minha família: meu pai Jurandir, que apesar de pouco estudo nunca deixou nada faltar; minha mãe, Maria Lúcia, cuidou e ensinou o caminho certo; meus irmãos Luiz Felipe e Bruno, sempre me ajudando; meu sogro, Sebastião, que permitiu utilizar sua oficina como referência para o meu trabalho; minha esposa Viviane, que lutou ao meu lado me apoiando nos momentos mais difíceis, e aos meus filhos, Benício e José, meus maiores tesouros.

Agradeço imensamente a todos os colaboradores da instituição. Cada um teve o seu papel nesse processo de formação. Agradeço em especial ao Professor Arthur, meu orientador, que me apoiou e não deixou que eu desanimasse.

Agradeço a todos os colegas que conheci na instituição, e ao amigo que pude ter a oportunidade de conhecer, estudar e aprender com ele, Gustavo. Muito obrigado. Uma referência de pessoa.

Esta conquista não é só minha, mas de todos que nem imaginam, mas que, de alguma forma, contribuíram para que eu chegasse até aqui.

RESUMO

A elaboração de projetos elétricos adequados é fundamental para garantir a segurança e a confiabilidade da instalação elétrica. O presente trabalho tem como objetivo desenvolver um projeto elétrico para a oficina mecânica automotiva Ecomec House, localizada no município de Betim–MG, considerando as cargas atualmente instaladas e a possibilidade de ampliação futura da instalação. A metodologia adotada baseou-se no levantamento das características físicas do galpão e das demais instalações, na identificação e quantificação das cargas elétricas, bem como no cálculo da demanda elétrica total, por meio da aplicação de fatores de utilização, simultaneidade e demanda. O dimensionamento dos condutores, dos condutos e dos dispositivos de proteção foi realizado considerando os critérios de capacidade de condução de corrente e os limites admissíveis de queda de tensão. O projeto foi desenvolvido em conformidade com as diretrizes da ABNT NBR 5410 e da Norma de Distribuição ND 5.1 da CEMIG. Como resultado, foram definidos o padrão de entrada, o disjuntor geral, os circuitos elétricos e o diagrama unifilar da instalação. Conclui-se que o projeto proposto atende aos requisitos técnicos e normativos, assegurando condições adequadas de segurança, eficiência e confiabilidade.

Palavras-chave: Projeto elétrico; Oficina mecânica automotiva; Demanda elétrica; Instalações elétricas; Diagrama unifilar.

ABSTRACT

The development of appropriate electrical projects is essential to ensure the safety and reliability of electrical installations. This work aims to develop an electrical design for the automotive mechanical workshop Ecomec House, located in the municipality of Betim, Minas Gerais, Brazil, considering the currently installed loads and the possibility of future expansion of the facility. The adopted methodology was based on surveying the physical characteristics of the building and its installations, identifying and quantifying electrical loads, and calculating the total electrical demand through the application of utilization, simultaneity, and demand factors. The sizing of conductors, conduits, and protective devices was carried out in accordance with current-carrying capacity criteria and permissible voltage drop limits. The project was developed in compliance with the guidelines of ABNT NBR 5410 and the CEMIG Distribution Standard ND 5.1. As a result, the service entrance, main circuit breaker, electrical circuits, and the single-line diagram of the installation were defined. It is concluded that the proposed design meets the technical and regulatory requirements, ensuring adequate conditions of safety, efficiency, and reliability.

Keywords: Electrical design; Automotive repair shop; Electrical demand; Electrical installations; Single-line diagram.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Elevador automotivo Engecass de 4100 kg.	18
Figura 2 – Compressor Schulz.	18
Figura 3 – Kit Alinhamento.	19
Figura 4 – Capacidades de condução de corrente, em ampères, para os métodos de referência A1, A2, B1, B2, C e D (Tabela 36 da NBR 5410).	22
Figura 5 – Dimensionamento do padrão de entrada (Tabela 2 da ND 5.1 CEMIG).	23
Figura 6 – Tipos de linhas elétricas (Tabela 33 da NBR 5410).	25
Figura 7 – Fatores de correção aplicáveis a condutores agrupados em feixe (Tabela 42 da NBR 5410).	26
Figura 8 – Especificações típicas de eletroduto.	27
Figura 9 – Simbologia elétrica.	28
Figura 10 – Oficina Ecomec House.	29
Figura 11 – Foto da placa do elevador.	37
Figura 12 – Especificações de disjuntores Siemens.	43
Figura 13 – Especificações do módulo DR Siemens.	43
Figura 14 – Diagrama unifilar em planta baixa.	47
Figura 15 – Diagrama unifilar esquemático.	48

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Fatores de demanda para motores elétricos.	19
Tabela 2 – Fatores de simultaneidade.	20
Tabela 3 – Fatores de utilização.	20
Tabela 4 – Área ocupada pelos cabos isolados e unipolares em PVC, XLPE ou EPR. . .	26
Tabela 5 – Levantamento de equipamentos atuais e futuros.	30
Tabela 6 – Quadro de demanda da oficina.	36
Tabela 7 – Especificação dos circuitos.	44
Tabela 8 – Especificação dos disjuntores por circuito.	44
Tabela 9 – Especificação do padrão de entrada.	45
Tabela 10 – Dimensionamento dos eletrodutos por trecho.	45
Tabela 11 – Custo estimado de materiais	46

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
TUE	Tomada de uso específico
TUG	Tomada de uso geral
ND	Norma de Distribuição

LISTA DE SÍMBOLOS

A	Área da superfície (m ²)
b	Comprimento da superfície (m)
fd	Fator de demanda
fp	Fator de potência
fs	Fator de simultaneidade
f_u	Fator de utilização
h	Largura da superfície (m)
I	Corrente elétrica do circuito (A)
L	Comprimento do circuito (m)
N_m	Numero de motores
η	Rendimento do motor
P	Perímetro da superfície (m)
P_{cv}	Potência do motor em cv
S	Seção do condutor (mm ²)
ρ	Resistividade elétrica do material do condutor (·mm ² /m)
ΔV	Queda de tensão admissível (V)

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	14
1.1	Justificativa	14
1.2	Objetivos	15
1.2.1	<i>Objetivo geral</i>	15
1.2.2	<i>Objetivos específicos</i>	15
1.3	Estrutura do trabalho	15
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	17
2.1	Importância do projeto elétrico	17
2.2	Normas técnicas aplicáveis	17
2.3	Cargas elétricas em oficinas mecânicas	17
2.4	Cálculo da demanda	19
2.5	Dimensionamento do padrão de entrada	22
2.6	Previsão de cargas	23
2.6.1	<i>Iluminação</i>	23
2.6.2	<i>Tomadas de uso geral (TUGs)</i>	23
2.6.3	<i>Tomadas de uso específico (TUEs)</i>	23
2.7	Dimensionamento de condutores	24
2.8	Dimensionamento de condutos	26
2.9	Proteção de circuitos elétricos	27
2.10	Simbologia de projetos elétricos	28
3	METODOLOGIA	29
3.1	Levantamento de dados gerais do galpão	29
3.2	Cálculo da demanda elétrica	31
3.3	Previsão de cargas de iluminação	32
3.4	Previsão de cargas de tomadas de uso geral	33
3.5	Previsão de cargas de tomadas de uso específico	35
3.6	Dimensionamento dos componentes	36
3.6.1	<i>Critério capacidade de corrente</i>	36
3.6.2	<i>Critério do limite da queda de tensão</i>	40

3.6.3	<i>Dimensionamento de condutos</i>	41
3.7	Dispositivos de proteção	42
4	RESULTADOS	44
5	CONCLUSÃO	49
5.1	Trabalhos Futuros	49
	REFERÊNCIAS	50

1 INTRODUÇÃO

Com o constante aumento da frota de veículos no Brasil, juntamente com o avanço na tecnologia automotiva, o setor de serviços automotivos tem passado por uma profunda transformação (Sindipeças & Abipeças, 2024). As oficinas mecânicas tradicionais evoluíram para centros especializados, acompanhando a crescente complexidade dos sistemas veiculares modernos. Oficinas como a Ecomec House, situada no município de Betim-MG, exemplificam esse novo cenário, no qual o atendimento ao usuário depende não apenas de mão de obra qualificada, mas também de infraestrutura robusta capaz de suportar equipamentos.

Nesse contexto, instalações antigas ou mal dimensionadas representam riscos significativos para o funcionamento seguro e eficiente da oficina. Quedas de tensão durante a partida de motores podem comprometer o desempenho de elevadores automotivos, enquanto variações e distúrbios elétricos, como harmônicas, flutuações e sobretensões, podem acarretar na danificação de placas eletrônicas de scanners e alinhadores, resultando em custos elevados e paralisação das atividades. Segundo a NBR 5410 ABNT NBR 5410 (2004), sistemas elétricos industriais e comerciais devem ser projetados considerando fatores como equilíbrio das cargas, proteção contra sobretensões e queda de tensão admissível.

1.1 Justificativa

A instalação elétrica de uma oficina mecânica deve ser projetada com elevado nível de confiabilidade e segurança, uma vez que falhas nesse sistema podem ocasionar curtos-circuitos, danos a equipamentos, interrupções no fornecimento de energia e, principalmente, riscos graves à integridade física dos usuários, como choques elétricos e incêndios. De acordo com Engeman Engenharia (2025), no Estado de São Paulo as instalações elétricas inadequadas figuram entre as principais causas de incêndios, evidenciando a gravidade da questão. Diante disso, torna-se evidente que uma instalação mal planejada compromete não apenas a segurança das pessoas, mas também a durabilidade e o desempenho dos equipamentos, além de aumentar significativamente o risco de perdas materiais e operacionais. Esses fatores justificam plenamente a necessidade de um projeto elétrico, fundamentado nas normas técnicas aplicáveis e desenvolvido com atenção às condições reais de operação de oficinas mecânicas.

A necessidade de um projeto elétrico criterioso em uma oficina mecânica se justifica não apenas pelos aspectos técnicos, mas também pelas implicações legais que envolvem a segurança da instalação. Em situações em que acidentes resultam de negligência, imperícia ou imprudência na execução de serviços, os responsáveis podem ser acionados civil e criminalmente, respondendo judicialmente pelos danos causados (Prevenseg Treinamentos, 2025). Assim, torna-se indispensável que a instalação elétrica seja desenvolvida conforme os requisitos das normas oficiais, como a NBR 5410, assegurando o correto dimensionamento, a proteção adequada dos circuitos e a redução dos riscos operacionais.

Dessa forma, o projeto elétrico não apenas garante o funcionamento eficiente do ambiente de trabalho, mas também evita prejuízos materiais, acidentes e responsabilizações legais.

A elaboração de diagramas elétricos, acompanhada do detalhamento técnico correspondente, é essencial para viabilizar a execução do projeto, pois fornece instruções claras para as etapas de montagem, instalação e verificação dos circuitos. Além disso, tais documentos tornam as intervenções futuras mais eficientes, já que permitem localizar rapidamente componentes, trajetos de cabos e dispositivos de proteção, reduzindo a complexidade das manutenções e diminuindo a chance de erros durante os procedimentos.

1.2 Objetivos

1.2.1 *Objetivo geral*

Diante do cenário exposto, o presente trabalho tem como objetivo elaborar um projeto elétrico para uma oficina mecânica automotiva, garantindo o funcionamento seguro dos equipamentos, a proteção dos usuários e a eficiência energética da instalação. A proposta inclui o dimensionamento adequado dos circuitos, escolha criteriosa dos dispositivos de proteção e atendimento às normas técnicas vigentes, assegurando que a infraestrutura elétrica seja compatível com as demandas operacionais do ambiente automotivo contemporâneo.

1.2.2 *Objetivos específicos*

- Levantar os dados da oficina mecânica automotiva;
- Realizar a previsão de cargas do ambiente;
- Dividir os circuitos terminais;
- Dimensionar os condutores;
- Dimensionar os condutos;
- Dimensionar os dispositivos de proteção;
- Elaborar o diagrama unifilar esquemático e em planta baixa.

1.3 Estrutura do trabalho

O Capítulo 2 apresenta a revisão bibliográfica necessária para a compreensão do estudo, abordando os conceitos relacionados à importância do projeto, às normas técnicas aplicáveis, às características das cargas típicas de oficinas mecânicas e aos principais aspectos a serem observados para a elaboração de um projeto elétrico. O Capítulo 3, referente à metodologia,

descreve desde o levantamento de dados do galpão até os cálculos necessários para a determinação da demanda de potência, iluminação e tomadas. O Capítulo 4, de resultados, apresenta a análise dos resultados obtidos. Por fim, o Capítulo 5, conclusão e trabalhos futuros, expõe as considerações finais do trabalho, destacando as principais contribuições do projeto desenvolvido e sugestões para trabalhos futuros.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Importância do projeto elétrico

Segundo Mamede Filho (2010), a elaboração de um projeto elétrico requer domínio completo da planta arquitetônica e das características operacionais da instalação, incluindo a análise de fatores como flexibilidade, acessibilidade, confiabilidade e continuidade. Além disso, o projeto deve estar integralmente alinhado aos documentos normativos aplicáveis. No contexto brasileiro, essas diretrizes são estabelecidas pela ABNT, cujos padrões técnicos definem os critérios mínimos de segurança e desempenho. A observância dessas normas, além de constituir uma exigência técnica e profissional, garante maior confiabilidade operacional, eficiência e durabilidade às instalações elétricas.

2.2 Normas técnicas aplicáveis

A elaboração de projetos elétricos deve seguir as normas técnicas brasileiras para garantir segurança e qualidade. Neste trabalho, destacam-se:

- **NBR 5410:** trata das instalações elétricas de baixa tensão, abrangendo desde o dimensionamento de circuitos até critérios de segurança e desempenho. De acordo com ABNT NBR 5410 (2004), devem ser observados os seguintes critérios para a seção mínima dos condutores: capacidade de condução de corrente dos condutores, proteção contra sobrecargas, proteção contra curtos-circuitos, queda de tensão e seções mínimas indicadas.
- **ND 5.1:** esta norma de distribuição da CEMIG visa estabelecer as diretrizes técnicas para o fornecimento de energia elétrica em tensão secundária. Sua estrutura é baseada em critérios de dimensionamento dos componentes das entradas de serviço, instalações básicas referentes a cada tipo de padrão de entrada, além de materiais padronizados e aprovados para utilização nos padrões de entrada (CEMIG Distribuição S.A., 2024).

Seguir essas normas é essencial para evitar acidentes, garantir a confiabilidade da instalação e cumprir exigências legais. Para outras localidades, é necessário identificar as normas da concessionária de energia elétrica responsável.

2.3 Cargas elétricas em oficinas mecânicas

As oficinas mecânicas utilizam diversos equipamentos que demandam energia elétrica. Entre os principais estão os elevadores automotivos, os compressores de ar e os kits de alinhamento. Os elevadores automotivos são dispositivos capazes de levantar os veículos para a realização de reparos e manutenções mecânicas, facilitando a execução do serviço e aumentando a segurança durante sua realização.

Figura 1 – Elevador automotivo Engecass de 4100 kg.



Fonte: Engecass, 2025

Compressores de ar são equipamentos responsáveis por comprimir o ar atmosférico, tornando-o disponível para uso em ferramentas pneumáticas em oficinas mecânicas. São amplamente utilizados em dispositivos como parafusadeiras, pistolas de pintura e chaves de impacto, garantindo eficiência e praticidade na execução dos serviços.

Figura 2 – Compressor Schulz.



Fonte: Schulz, 2025

O kit alinhamento corresponde a um conjunto de ferramentas que ajudam a calibrar e ajustar a geometria da suspensão do automóvel, garantindo a segurança e durabilidade desse veículo, (SENAI-SP, 2020).

Figura 3 – Kit Alinhamento.



Fonte: AliExpress, 2025

2.4 Cálculo da demanda

Segundo Creder (2022), dificilmente todos os pontos de utilização de uma instalação elétrica operam simultaneamente em sua capacidade máxima. Por esse motivo, emprega-se o fator de demanda, que corresponde à razão entre a potência utilizada e a potência instalada, sendo expresso pela seguinte fórmula:

$$f_d = \frac{P_{\text{util}}}{P_{\text{inst}}} \quad (2.1)$$

Mamede Filho (2010) em seu livro, apresenta os valores tabelados dos fatores de demanda de acordo com a quantidade de motores.

Tabela 1 – Fatores de demanda para motores elétricos.

Número de motores em operação	Fator de demanda (%)
1 a 10	70 – 80
11 a 20	60 – 70
21 a 50	55 – 60
51 a 100	50 – 60
Acima de 100	45 – 55

Fonte: Mamede Filho, 2010

O fator de simultaneidade é o parâmetro que expressa a parcela da potência instalada que, de fato, opera ao mesmo tempo, permitindo avaliar com maior precisão o comportamento simultâneo das cargas em uma instalação elétrica, Tabela 2 apresenta os fatores de simultaneidade.

Tabela 2 – Fatores de simultaneidade.

Aparelhos (cv)	Número de aparelhos							
	2	4	5	8	10	15	20	50
Motores: 3/4 a 2,5	0,85	0,80	0,75	0,70	0,60	0,55	0,50	0,40
Motores: 3 a 15	0,85	0,80	0,75	0,75	0,70	0,65	0,55	0,45
Motores: 20 a 40	0,80	0,80	0,80	0,75	0,65	0,60	0,60	0,50
Acima de 40	0,90	0,80	0,70	0,70	0,65	0,65	0,65	0,60
Retificadores	0,90	0,90	0,85	0,80	0,75	0,70	0,70	0,70
Soldadores	0,45	0,45	0,45	0,40	0,40	0,30	0,30	0,30
Fornos resistivos	1,00	1,00	–	–	–	–	–	–
Fornos de indução	1,00	1,00	–	–	–	–	–	–

Fonte: Mamede Filho, 2010

Para o fator de utilização, deve-se observar o tipo de equipamento que será alimentado, pois cada tipo de aparelho corresponde a um fator de utilização específico. Na Tabela 3, são apresentados os valores dos principais equipamentos.

Tabela 3 – Fatores de utilização.

Aparelhos	Fator de utilização
Fornos a resistência	1,00
Secadores, caldeiras etc.	1,00
Fornos de indução	1,00
Motores de 3/4 a 2,5 cv	0,70
Motores de 3 a 15 cv	0,83
Motores de 20 a 40 cv	0,85
Motores acima de 40 cv	0,87
Soldadores	1,00
Retificadores	1,00

Fonte: Mamede Filho, 2010

Por fim, a demanda da instalação pode ser determinada pela seguinte relação (Mamede Filho, 2010):

$$\text{Demanda (VA)} = \frac{N_m \cdot f_s \cdot F_u \cdot P_{cv} \cdot 736 \cdot f_d}{\eta \cdot f_p} \quad (2.2)$$

onde:

- f_s = fator de simultaneidade
- P_{cv} = potência do motor em cv
- 736 = conversão de cv para Watt
- f_d = fator de demanda
- η = rendimento do motor
- f_p = fator de potência
- N_m = número de motores
- F_u = fator de utilização

Feitos todos os cálculos, e realizados todos os fatores de correção, basta verificar na tabela 36 da NBR 5410 qual condutor suporta a corrente encontrada. A Figura 4 apresenta a referida tabela da norma.

Figura 4 – Capacidades de condução de corrente, em ampères, para os métodos de referência A1, A2, B1, B2, C e D (Tabela 36 da NBR 5410).

Seções nominais mm ²	Métodos de referência indicados na tabela 33											
	A1		A2		B1		B2		C		D	
	Número de condutores carregados											
	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)
Cobre												
0,5	7	7	7	7	9	8	9	8	10	9	12	10
0,75	9	9	9	9	11	10	11	10	13	11	15	12
1	11	10	11	10	14	12	13	12	15	14	18	15
1,5	14,5	13,5	14	13	17,5	15,5	16,5	15	19,5	17,5	22	18
2,5	19,5	18	18,5	17,5	24	21	23	20	27	24	29	24
4	26	24	25	23	32	28	30	27	36	32	38	31
6	34	31	32	29	41	36	38	34	46	41	47	39
10	46	42	43	39	57	50	52	46	63	57	63	52
16	61	56	57	52	76	68	69	62	85	76	81	67
25	80	73	75	68	101	89	90	80	112	96	104	86
35	99	89	92	83	125	110	111	99	138	119	125	103
50	119	108	110	99	151	134	133	118	168	144	148	122
70	151	136	139	125	192	171	168	149	213	184	183	151
95	182	164	167	150	232	207	201	179	258	223	216	179
120	210	188	192	172	269	239	232	206	299	259	246	203
150	240	216	219	196	309	275	265	236	344	299	278	230
185	273	245	248	223	353	314	300	268	392	341	312	258
240	321	286	291	261	415	370	351	313	461	403	361	297
300	367	328	334	298	477	426	401	358	530	464	408	336
400	438	390	398	355	571	510	477	425	634	557	478	394
500	502	447	456	408	656	587	545	486	729	642	540	445
630	578	514	526	467	758	678	626	559	843	743	614	506
800	669	593	609	540	881	788	723	645	978	865	700	577
1 000	767	679	698	618	1 012	906	827	738	1 125	998	792	652
Alumínio												
16	48	43	44	41	60	53	54	48	66	59	62	52
25	63	57	58	53	79	70	71	62	83	73	80	66
35	77	70	71	65	97	86	86	77	103	90	96	80
50	93	84	86	78	118	104	104	92	125	110	113	94
70	118	107	108	98	150	133	131	116	160	140	140	117
95	142	129	130	118	181	161	157	139	195	170	166	138
120	164	149	150	135	210	186	181	160	226	197	189	157
150	189	170	172	155	241	214	206	183	261	227	213	178
185	215	194	195	176	275	245	234	208	298	259	240	200
240	252	227	229	207	324	288	274	243	352	305	277	230
300	289	261	263	237	372	331	313	278	406	351	313	260
400	345	311	314	283	446	397	372	331	488	422	366	305
500	396	356	360	324	512	456	425	378	563	486	414	345
630	456	410	416	373	592	527	488	435	653	562	471	391
800	529	475	482	432	687	612	563	502	761	654	537	446
1 000	607	544	552	495	790	704	643	574	878	753	607	505

Fonte: ABNT NBR 5410, 2004

2.5 Dimensionamento do padrão de entrada

Determinada a demanda da instalação e com base nos dados da Tabela 2 da ND 5.1 da CEMIG, torna-se possível definir o padrão de entrada, bem como o disjuntor geral e os condutores

que interligam o padrão ao quadro de distribuição. Ressalta-se que a própria norma estabelece os valores padronizados dos condutores em função da demanda calculada.

Figura 5 – Dimensionamento do padrão de entrada (Tabela 2 da ND 5.1 CEMIG).

Fornecimento		Demanda Provável		Número de		Proteção	Ramal de Entrada			Aterramento		Poste (5)				Pontaleta (5)		
Tipo	Faixa	de	até	Fios	Fases	Disjuntor termo magnético	Conductor Cobre		Eletroduto		Conductor cobre nu	Eletrodo	Conductor de proteção	Mesmo Lado da Rede		Lado Oposto da Rede		Aço
						IEC	(3)	PVC – 70°C	PVC	Aço				Aço	Concreto	Aço	Concreto	
		kVA				A	mm ²	mm	mm ²	Quantidade	mm ²	Tipo				Tipo		
C	C2	15,3	24,0	4	3	63	16	32	25	10	2	16	PA1	PC1	PA4	PC2	PT1	
	C3	24,1	30,5			80	25	40	32									
	C4	30,6	38,1			100	35	50	40									
	C5	38,2	47,6			125	50						50	40				
	C6	47,7	57,1			150	70	60	50		3	35	PA3	PC3	PA6	PC3		
	C8	57,2	75,0			200	95	75	65									

Fonte: CEMIG Distribuição S.A., 2024

2.6 Previsão de cargas

2.6.1 Iluminação

De acordo com a NBR 5410, no item 9.5.2.1.2, cada cômodo ou dependência deve ter pelo menos um ponto de iluminação. Ela determina que para os primeiros 6 m², é considerada uma carga mínima de 100 VA, e para os restantes, a cada 4 m² inteiros considera-se um acréscimo de 60 VA.

2.6.2 Tomadas de uso geral (TUGs)

Em relação as tomadas, a NBR 5410, no item 9.5.2.2, determina que nos banheiros deve haver pelo menos um ponto de tomada próximo do lavatório. Ela também determina que as tomadas do banheiro, cozinha, copas, áreas de serviço, lavanderias e similares devem ser consideradas de 600 VA por ponto, até o limite de 3, e as demais podem ser consideradas de 100 VA, nos demais ambientes. Para as tomadas de uso geral pode ser considerado 100 VA por ponto. Ela determina que para banheiro, cozinha, copas, áreas de serviço, lavanderias e similares deve ser considerada um ponto de tomada a cada 3,5 m, ou fração de perímetro. Em salas ou dormitórios deve ser previsto um ponto de tomada a cada 5 m, ou fração de perímetro.

2.6.3 Tomadas de uso específico (TUEs)

A NBR 5410 item 9.5.3.1 determina que todo equipamento que exceda a corrente nominal de 10A deve constituir de um circuito independente.

2.7 Dimensionamento de condutores

Para o dimensionamento dos condutores pode se realizada a análise segundo diferentes critérios, entre eles pela capacidade de condução de corrente (ampacidade) e o limite admissível de queda de tensão, e outros. Neste trabalho, a avaliação do dimensionamento dos condutores foi realizada com base nos dois critérios citados.

Para o dimensionamento pelo critério da condução de corrente foi utilizado os dados de placa dos equipamentos.

O dimensionamento dos condutores pelo critério da queda de tensão é realizado de forma a garantir que a variação de tensão entre a origem e o ponto de utilização não ultrapasse os limites estabelecidos pela NBR 5410. As fórmulas aplicáveis dependem do tipo de circuito.

Circuito monofásico

$$S = \frac{2 \cdot L \cdot I \cdot \rho}{\Delta V} \quad (2.3)$$

Circuito trifásico

$$S = \frac{\sqrt{3} \cdot L \cdot I \cdot \rho}{\Delta V} \quad (2.4)$$

Onde:

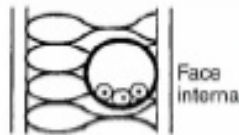

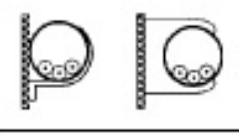
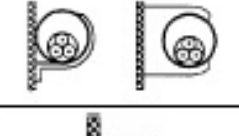
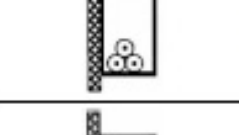
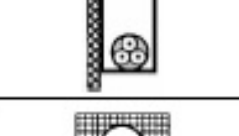
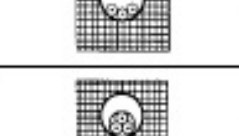
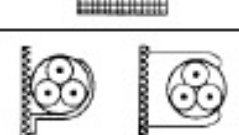


- S — seção do condutor (mm^2);
- L — comprimento do circuito (m);
- I — corrente elétrica do circuito (A);
- ρ — resistividade elétrica do material do condutor ($\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$);
- ΔV — queda de tensão admissível (V).

Valores usuais de resistividade:

- Cobre: $\rho = 0,0178 \Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$;
- Alumínio: $\rho = 0,0282 \Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$.

A Figura 5 apresenta os métodos de referência e de instalação de linhas elétricas previstos na norma.

Figura 6 – Tipos de linhas elétricas (Tabela 33 da NBR 5410).

Método de instalação número	Esquema ilustrativo	Descrição	Método de referência ¹⁾
1		Condutores isolados ou cabos unipolares em eletroduto de seção circular embutido em parede termicamente isolante ²⁾	A1
2		Cabo multipolar em eletroduto de seção circular embutido em parede termicamente isolante ²⁾	A2
3		Condutores isolados ou cabos unipolares em eletroduto aparente de seção circular sobre parede ou espaçado desta menos de 0,3 vez o diâmetro do eletroduto	B1
4		Cabo multipolar em eletroduto aparente de seção circular sobre parede ou espaçado desta menos de 0,3 vez o diâmetro do eletroduto	B2
5		Condutores isolados ou cabos unipolares em eletroduto aparente de seção não-circular sobre parede	B1
6		Cabo multipolar em eletroduto aparente de seção não-circular sobre parede	B2
7		Condutores isolados ou cabos unipolares em eletroduto de seção circular embutido em alvenaria	B1
8		Cabo multipolar em eletroduto de seção circular embutido em alvenaria	B2
11		Cabos unipolares ou cabo multipolar sobre parede ou espaçado desta menos de 0,3 vez o diâmetro do cabo	C
11A		Cabos unipolares ou cabo multipolar fixado diretamente no teto	C

Fonte: ABNT NBR 5410, 2004

Em seguida são aplicados os fatores de correção pertinentes, levando em conta o pior trecho de cada circuito, conforme indicado na Tabela 42 da NBR 5410, de modo a contemplar as condições mais desfavoráveis de instalação. A Figura 7 apresenta a tabela.

Figura 7 – Fatores de correção aplicáveis a condutores agrupados em feixe (Tabela 42 da NBR 5410).

Ref.	Forma de agrupamento dos condutores	Número de circuitos ou de cabos multipolares												Tabelas dos métodos de referência
		1	2	3	4	5	6	7	8	9 a 11	12 a 15	16 a 19	≥20	
1	Em feixe: ao ar livre ou sobre superfície; embutidos; em conduto fechado	1,00	0,80	0,70	0,65	0,60	0,57	0,54	0,52	0,50	0,45	0,41	0,38	36 a 39 (métodos A a F)
2	Camada única sobre parede, piso, ou em bandeja não perfurada ou prateleira	1,00	0,85	0,79	0,75	0,73	0,72	0,72	0,71	0,70				36 e 37 (método C)
3	Camada única no teto	0,95	0,81	0,72	0,68	0,66	0,64	0,63	0,62	0,61				
4	Camada única em bandeja perfurada	1,00	0,88	0,82	0,77	0,75	0,73	0,73	0,72	0,72				38 e 39 (métodos E e F)
5	Camada única sobre leito, suporte etc.	1,00	0,87	0,82	0,80	0,80	0,79	0,79	0,78	0,78				

Fonte: ABNT NBR 5410, 2004

2.8 Dimensionamento de condutos

A NBR 5410 prevê que na divisão da instalação devem ser observadas as necessidades futuras, e deve também ser verificada a taxa de ocupação dos condutos. No item 6.2.11.1.6, ela traz quais são as taxas de ocupação permitidas: 53% no caso de um condutor; 31% no caso de dois condutores; 40% no caso de três ou mais condutores. A Tabela 4 abaixo apresenta a área total ocupada por cada condutor de acordo com o tipo de material que ele é construído.

Tabela 4 – Área ocupada pelos cabos isolados e unipolares em PVC, XLPE ou EPR.

Seção (mm ²)	Área total (mm ²)		
	PVC isolado	PVC unipolar	XLPE ou EPR
1,5	7,0	23,7	23,7
2,5	10,7	28,2	28,2
4	14,5	36,3	36,3
6	18,8	41,8	41,8
10	27,3	50,2	50,2
16	37,4	63,6	63,6
25	56,7	91,6	91,6
35	72,3	113,1	113,1
50	103,8	151,7	151,7

Fonte: Mamede Filho, 2010

Para o dimensionamento do eletroduto, primeiro é preciso determinar a área total ocupada pelos condutores. A Tabela 4 acima apresenta o valor dos principais condutores, na sequência a área obtida é multiplicada pela quantidade de condutores presentes no trecho. Quando mais de um circuito compartilha o mesmo eletroduto, é feita a soma das áreas correspondentes a todos os condutores dos circuitos envolvidos. O valor obtido é então comparado com a área interna do eletroduto, respeitado o limite máximo de ocupação estabelecido pela norma. A Figura 8 apresenta os principais tamanhos mais comuns de eletroduto.

Figura 8 – Especificações típicas de eletroduto.

ELETRODUTO FLEXÍVEL			
Eletroduto (pol)	Diâmetro interno (mm)	Área Total (mm ²)	Área Ocupavel 40% (mm ²)
3/4"	19,0	283,53	113,41
1"	25,0	490,87	196,35
1.1/4"	31,5	779,31	311,72
1.1/2"	43,0	1452,20	580,88
2"	50,8	2026,83	810,73
3"	75,0	4417,86	1767,15
4"	103,0	8332,29	3332,92

Fonte: Viver de elétrica, 2026

2.9 Proteção de circuitos elétricos

De acordo com Creder (2022), todos os condutores de fase de uma instalação elétrica devem ser protegidos por um ou mais dispositivos de seccionamento automático, responsáveis por interromper o circuito sempre que forem identificadas condições anormais de operação, tais como sobrecargas e curto-circuitos. Entre esses dispositivos destacam-se os fusíveis, os disjuntores e os dispositivos diferenciais-residuais (DR). Esses equipamentos desempenham papel fundamental na proteção dos condutores, dos equipamentos elétricos e da integridade física dos usuários, além de contribuírem para a segurança, a confiabilidade operacional e a conformidade da instalação com as normas técnicas vigentes.

A NBR 5410 item 5.1.3.2.2, define que em locais que contenham banheira ou chuveiro é obrigatório o uso de dispositivo diferencial-residual como proteção adicional.

2.10 Simbologia de projetos elétricos

Todo projeto elétrico tem que ter uma simbologia que represente os materiais adotados, existem normas nacionais e internacionais que representam estes símbolos, (Mamede Filho, 2010).

Figura 9 – Simbologia elétrica.

Descrição do Símbolo	Símbolo		Descrição do Símbolo	Símbolo	
	Usual	NBR 5444		Usual	NBR 5444
Duto Embutido no Teto			Luz Fluorescente no Teto		
Duto Embutido no Piso ou Canalata			Fusível		
Duto de Telefone			Disjuntor		
Duto de Campainha, Som e Anunciador			Chave Seccionadora Tripolar		
Condutor Fase no Duto			Chave Reversora		
Condutor Neutro no Duto			Contactora Magnético		
Condutor de Retorno no Duto			Relé Térmico		
Condutor de Proteção no Duto			Chave Compensadora Automática		
Condutor Fase no Duto			Chave Estrela-Triângulo		
Eletroduto que Sobee			Chave Série Paralelo		
Eletroduto que Desce			Transformador de Corrente		
Interruptor de 1 Seção			Transformador de Força		
Interruptor de 2 Seções			Transformador de Potencial		
Interruptor de 3 Seções			Motor		
Interruptor Three-way			Gerador		
Interruptor Four-way			Para-raios Atmosférico		
Tomada de Luz Baixa (30 cm do Piso)			Resistor		
Tomada de Luz Média (1,3 m do Piso)			Símbolo de Terra		
Tomada de Luz no Piso			Capacitor		
Tomada Trifásica Baixa (30 cm do Piso)			Caixa de Medidor		
Tomada de Telefone na Parede (Externa)			Lâmpada de Sinalização		
Tomada de Telefone na Parede (Interna)			Chave Seccionadora Unipolar		
Tomada de Rádio e TV			Chave Fusível Unipolar		
Cigarra					
Campainha					
Tomada de Telefone no Piso					
Luz Incandescente no Teto					
Luz Incandescente na Parede					

Fonte: Mamede Filho, 2010

3 METODOLOGIA

3.1 Levantamento de dados gerais do galpão

Para realização deste trabalho foi realizado um levantamento de campo nas dependências da oficina Ecomec House, apresentada na Figura 10, com o objetivo de identificar o layout físico, o estado atual da instalação elétrica e o inventário completo das cargas existentes. Durante essa etapa, foram analisados todos os equipamentos em operação, suas respectivas potências, tensões de alimentação e modos de utilização. Tal diagnóstico permitiu compreender o comportamento real das cargas, bem como estabelecer parâmetros para o futuro processo de dimensionamento.

Figura 10 – Oficina Ecomec House.



Fonte: Elaborado pelo autor, 2026

Além do levantamento das cargas existentes, foi realizada a análise da ampliação planejada para a oficina, apresentado na Tabela 5, uma vez que o presente trabalho tem como objetivo principal desenvolver o projeto elétrico adequado a essa expansão. O estudo identificou a necessidade de aumentar a capacidade operacional do estabelecimento, o que inclui a instalação de um terceiro elevador automotivo, a incorporação de um kit de alinhamento 3D, a implementação de uma rampa de alinhamento elétrica e a adição de tomadas de uso específico para equipamentos de maior potência. Essa previsão de crescimento constitui a base do dimensionamento elétrico proposto, garantindo que a nova infraestrutura suporte com segurança as cargas futuras, evitando sobrecargas, falhas operacionais e assegurando a durabilidade e a eficiência da instalação.

Tabela 5 – Levantamento de equipamentos atuais e futuros.

Equipamento	Qtd. atual	Nova qtd.	Uso
Compressor de ar	1	1	Ferramentas pneumáticas, pistolas de pintura
Elevador automotivo	2	3	Elevação de veículos para manutenção
Scanner portátil	1	1	Diagnóstico eletrônico de veículos
Furadeira	1	1	Montagem e desmontagem de peças
Esmeril	1	1	Acabamento de peças
Rampa automotiva	0	1	Inspeções, manutenções e reparos mecânicos

Fonte: Elaborado pelo autor, 2026

O levantamento dos pontos de iluminação e das tomadas foi realizado com base nas dimensões totais da área e perímetro da oficina, considerando a setorização dos ambientes e a finalidade de uso de cada espaço. Para esse dimensionamento, adotaram-se os critérios estabelecidos pela ABNT NBR 5410 2004, que define quantitativos mínimos de pontos de iluminação em função da área dos ambientes, e de tomadas de uso geral em função do perímetro das paredes e das condições de utilização. Dessa forma, buscou-se garantir níveis adequados de iluminação, acessibilidade às tomadas e segurança operacional, atendendo tanto às exigências normativas quanto às necessidades funcionais da instalação. A área é obtida pela expressão abaixo:

$$A = b \cdot h \quad (3.1)$$

Onde:

- A — área da superfície (m²);
- b — comprimento da superfície (m);
- h — largura da superfície (m).

Já o perímetro é obtido através da expressão:

$$P = 2 \cdot (b + h) \quad (3.2)$$

Onde:

- P — perímetro da superfície (m);
- b — comprimento da superfície (m);

- h — largura da superfície (m).

A área total da oficina corresponde a um retângulo de dimensões 10 m × 15 m, resultando em uma área de 150 m². Esse espaço foi subdividido em ambientes distintos, de acordo com a função exercida em cada setor. O banheiro possui dimensões de 2 m × 3 m, totalizando uma área de 6 m². O escritório apresenta dimensões de 3 m × 3 m, correspondendo a uma área de 9 m², enquanto o depósito possui dimensões de 5 m × 3 m, resultando em uma área de 15 m². Dessa forma, a área remanescente destinada à oficina/galpão é de 120 m², obtida pela subtração das áreas dos ambientes internos da área total da edificação.

$$A_{\text{total}} = 10\text{ m} \times 15\text{ m} = 150\text{ m}^2. \quad (3.3)$$

Divisão dos ambientes:

$$A_{\text{banheiro}} = 2\text{ m} \times 3\text{ m} = 6\text{ m}^2. \quad (3.4)$$

$$A_{\text{escritorio}} = 3\text{ m} \times 3\text{ m} = 9\text{ m}^2. \quad (3.5)$$

$$A_{\text{depósito}} = 5\text{ m} \times 3\text{ m} = 15\text{ m}^2. \quad (3.6)$$

$$A_{\text{oficina}} = 150\text{ m}^2 - (6 + 9 + 15)\text{ m}^2 = 120\text{ m}^2. \quad (3.7)$$

3.2 Cálculo da demanda elétrica

Para os cálculos, foram utilizados os parâmetros apresentados por Mamede Filho (2010) em seu livro, os quais são descritos na Seção 2.4 deste trabalho. Com base na Tabela 1, para instalações que operam com 1 a 10 motores, recomenda-se a adoção de um fator de demanda entre 70% e 80%, refletindo o comportamento típico de utilização. Para o fator de simultaneidade, pode ser adotado o valor de 0,80, coerente com a probabilidade de operação simultânea dos motores instalados, conforme apresentado na Tabela 2. Para motores de 3 a 15CV é considerado um fator de utilização de 0,83, valor obtido na Tabela 3.

Demanda dos elevadores existentes :

$$P_{cv,\text{elevadores}} = 4\text{ cv}. \quad (3.8)$$

$$P_{El,\text{elevadores}} = 3900\text{ VA}. \quad (3.9)$$

$$\text{Demanda (VA)} = \frac{2 \cdot 0,85 \cdot 0,83 \cdot 4 \cdot 736 \cdot 0,70}{0,735 \cdot 0,77} = \frac{2907,78}{0,566} \approx 5137,42 \text{ VA} \approx 5,13 \text{ kVA}. \quad (3.10)$$

Demanda do Compressor existente :

$$P_{cv,compressor} = 5 \text{ cv}. \quad (3.11)$$

$$P_{El,compressor} = 3900 \text{ VA}. \quad (3.12)$$

$$\text{Demanda (VA)} = \frac{1 \cdot 0,85 \cdot 0,83 \cdot 5 \cdot 736 \cdot 0,70}{0,70 \cdot 0,77} = \frac{1817,37}{0,539} \approx 3371,74 \text{ VA} \approx 3,37 \text{ kVA}. \quad (3.13)$$

Demanda futura dos Elevadores:

$$\text{Demanda (VA)} = \frac{3 \cdot 0,85 \cdot 0,83 \cdot 4 \cdot 736 \cdot 0,70}{0,735 \cdot 0,77} = \frac{4361,68}{0,566} \approx 7706,14 \text{ VA} \approx 7,71 \text{ kVA}. \quad (3.14)$$

Demanda futura da Rampa de alinhamento:

$$P_{cv,rampa} = 4 \text{ cv}. \quad (3.15)$$

$$P_{El,rampa} = 3900 \text{ VA}. \quad (3.16)$$

$$\text{Demanda (VA)} = \frac{1 \cdot 0,85 \cdot 0,83 \cdot 4 \cdot 736 \cdot 0,70}{0,735 \cdot 0,77} = \frac{1453,89}{0,566} \approx 2568,71 \text{ VA} \approx 2,57 \text{ kVA}. \quad (3.17)$$

3.3 Previsão de cargas de iluminação

Seguindo os critérios citados na seção 2.6.1 deste trabalho, para previsão de iluminação, primeiro é necessário determinar a área do ambiente. Iniciando pelo banheiro, é obtida a seguinte área:

$$A = 2 \times 3 = 6 \text{ m}^2. \quad (3.18)$$

Dessa forma, teremos uma previsão de carga de iluminação de 100 VA, correspondente a área obtida.

$$P_{\text{ilum}} = 1 \times 100 = 100 \text{ VA.} \quad (3.19)$$

Para o escritório a área obtida foi de:

$$A = 3 \times 3 = 9 \text{ m}^2. \quad (3.20)$$

Logo a previsão de carga de iluminação para o escritório será de:

$$P_{\text{ilum}} = 100 + 60 \times \left[\frac{9 - 6}{4} \right] = 100 + 60 \times 0 = 100 \text{ VA.} \quad (3.21)$$

Para o depósito a área obtida foi de:

$$A = 5 \times 3 = 15 \text{ m}^2. \quad (3.22)$$

Logo a previsão de carga de iluminação para o depósito será de:

$$P_{\text{ilum}} = 100 + 60 \times \left[\frac{15 - 6}{4} \right] = 100 + 60 \times 2 = 220 \text{ VA} \approx 250 \text{ VA.} \quad (3.23)$$

Para o galpão a área obtida foi de:

$$A = 10 \times 12 = 120 \text{ m}^2. \quad (3.24)$$

Logo a previsão de carga de iluminação para o galpão será de:

$$P_{\text{ilum}} = 100 + 60 \times \left[\frac{120 - 6}{4} \right] = 100 + 60 \times 28 = 1780 \text{ VA} \approx 1800 \text{ VA.} \quad (3.25)$$

3.4 Previsão de cargas de tomadas de uso geral

Seguindo os critérios citados na seção 2.6.2 deste trabalho, para previsão de tomadas, primeiro é necessário determinar o perímetro do ambiente. No caso do banheiro a norma traz que é necessário pelo menos um ponto de 600VA :

Logo a quantidades de tomadas de uso geral para o banheiro será:

$$N_{\text{TUG}} = 1 \text{ Tomada.} \quad (3.26)$$

A carga prevista para o banheiro será de:

$$P_{\text{TUG}} = 600 \text{ VA.} \quad (3.27)$$

Para o escritório o perímetro obtido foi de:

$$P = 2 \times (3 + 3) = 12 \text{ m.} \quad (3.28)$$

Logo números de tomadas para o escritório será de:

$$N_{\text{TUG}} = \frac{12}{3,5} = 3,43 \Rightarrow 4 \text{ Tomadas.} \quad (3.29)$$

A carga prevista para o escritório será de:

$$P_{\text{TUG}} = 4 \times 100 = 400 \text{ VA.} \quad (3.30)$$

Para o depósito o perímetro obtido foi de:

$$P = 2 \times (5 + 3) = 16 \text{ m.} \quad (3.31)$$

Logo números de tomadas para o depósito será de:

$$N_{\text{TUG}} = \frac{16}{5} = 3,2 \Rightarrow 4 \text{ Tomadas.} \quad (3.32)$$

A carga prevista para o depósito será de:

$$P_{\text{TUG}} = 4 \times 100 = 400 \text{ VA.} \quad (3.33)$$

Para o galpão o perímetro obtido foi de:

$$P = 2 \times (10 + 15) = 50 \text{ m.} \quad (3.34)$$

Logo números de tomadas para o galpão será de:

$$N_{\text{TUG}} = \frac{50}{5} = 10 \text{ Tomadas.} \quad (3.35)$$

A carga prevista para o galpão será de:

$$P_{\text{TUG}} = 10 \times 100 = 1000 \text{ VA.} \quad (3.36)$$

3.5 Previsão de cargas de tomadas de uso específico

Além das principais cargas da oficina será prevista uma tomada específica para o chuveiro.

$$P_{\text{chuveiro}} = 5,5 \text{ kW.} \quad (3.37)$$

$$V = 220 \text{ V.} \quad (3.38)$$

$$I = \frac{5500}{220} = 25 \text{ A.} \quad (3.39)$$

Somatório Geral das Cargas:

$$P_{\text{ilum,total}} = 100_{\text{banh}} + 100_{\text{esc}} + 250_{\text{dep}} + 1800_{\text{galp.}} \quad (3.40)$$

$$P_{\text{ilum,total}} = 2250 \text{ VA.} \quad (3.41)$$

Tomadas de Uso Geral

$$P_{\text{TUG,total}} = 600_{\text{banh}} + 400_{\text{esc}} + 400_{\text{dep}} + 1000_{\text{galp}} = 2400 \text{ VA.} \quad (3.42)$$

$$P_{\text{TUG,total}} = 2400 \text{ VA.} \quad (3.43)$$

Potência Total Instalada

$$P_{\text{total}} = P_{\text{ilum,total}} + P_{\text{TUG,total}} + P_{\text{chuveiro}}. \quad (3.44)$$

$$P_{\text{total}} = 2250 + 2400 + 5500 = 10.150 \text{ VA.} \quad (3.45)$$

Após a realização de todos os cálculos necessários, foi possível determinar a demanda elétrica da oficina. A Tabela 6 apresenta os valores de demanda obtidos.

Tabela 6 – Quadro de demanda da oficina.

Equipamentos	Demanda atual (kVA)	Nova demanda (kVA)
Elevador automotivo	5,13	7,71
Compressor de ar	3,37	3,37
Furadeira	0,50	0,50
Kit alinhamento 3D	–	0,30
Rampa de alinhamento	–	2,57
Iluminação	–	2,25
Tomadas de uso geral	–	2,40
Tomadas de uso específico	–	5,50
Total	9,00	24,60

Fonte: Elaborado pelo autor, 2026

Com os valores obtidos da demanda da instalação e utilizando a tabela 2 da ND 5.1 da CEMIG é obtido o seguinte padrão de entrada:

Disjuntor = 80 mm².

Condutores = 25 mm².

Eletroduto-PCV = 40 mm.

condutor do aterramento = 10 mm².

Quantidade de haste = 2.

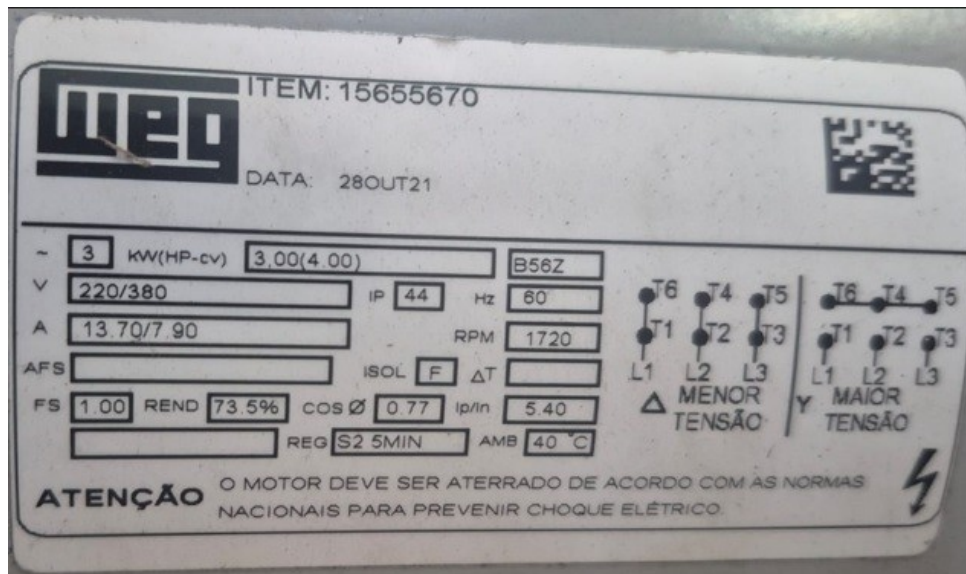
3.6 Dimensionamento dos componentes

Conforme os critérios descritos na seção 2.7 deste trabalho, a seguir são apresentados os cálculos realizados para determinação dos condutores. Foram considerados condutores isolados em pvc e o método de referência utilizado foi o B1 da NBR 5410.

3.6.1 Critério capacidade de corrente

A capacidade de corrente dos elevadores e da rampa automotiva de acordo com os dados de placa do motor é de 13,7 A, e a do compressor é de 14,7 A.

Figura 11 – Foto da placa do elevador.



Fonte: Elaborado pelo autor, 2026

Circuito 1 compressor:

$$I = 14,7 \text{ A.} \quad (3.46)$$

Aplicou-se o fator de correção da Tabela 42 da ABNT NBR 5410, considerando o pior trecho da instalação, com 4 circuitos agrupados, adotando-se o valor 0,65 para o dimensionamento dos condutores.

$$I_c = \frac{I}{F_c} = \frac{14,7 \text{ A}}{0,65} = 22,61 \text{ A.} \quad (3.47)$$

o condutor indicado para o circuito 1 possui seção nominal de 4 mm².

Circuito 2 elevador 1:

$$I = 13,7 \text{ A.} \quad (3.48)$$

Aplicando a correção, considerando o pior trecho de 3 circuitos, fator de correção igual a 0,70:

$$I_c = \frac{I}{F_c} = \frac{13,7 \text{ A}}{0,70} = 19,57 \text{ A.} \quad (3.49)$$

o condutor indicado para o circuito 2 é o de 2,5 mm².

Circuito 3 elevador 2:

$$I = 13,7 \text{ A.} \quad (3.50)$$

Aplicando a correção, considerando o pior trecho de 3 circuitos, fator de correção igual a 0,70:

$$I_c = \frac{I}{F_c} = \frac{13,7 \text{ A}}{0,70} = 19,57 \text{ A.} \quad (3.51)$$

o condutor indicado para o circuito 3 é o de 2,5 mm².

Circuito 4 elevador 3:

$$I = 13,7 \text{ A.} \quad (3.52)$$

Aplicando a correção, considerando o pior trecho de 3 circuitos, fator de correção igual a 0,70:

$$I_c = \frac{I}{F_c} = \frac{13,7 \text{ A}}{0,70} = 19,57 \text{ A.} \quad (3.53)$$

o condutor indicado para o circuito 4 é o de 2,5 mm².

Circuito 5 rampa automotiva:

$$I = 13,7 \text{ A.} \quad (3.54)$$

Aplicando a correção, considerando o pior trecho de 4 circuitos, fator de correção igual a 0,65:

$$I_c = \frac{I}{F_c} = \frac{13,7 \text{ A}}{0,65} = 21,07 \text{ A.} \quad (3.55)$$

o condutor indicado para o circuito 5 é o de 4 mm².

Circuito 6 TUG :

$$I = \frac{500 \text{ VA}}{220 \text{ V}} = 2,27 \text{ A.} \quad (3.56)$$

Aplicando a correção, considerando o pior trecho de 4 circuitos, fator de correção igual a 0,65:

$$I_c = \frac{I}{F_c} = \frac{2,27 \text{ A}}{0,65} = 3,49 \text{ A.} \quad (3.57)$$

o condutor indicado para o circuito 6 é o de 2,5 mm².

Circuito 7 TUG :

$$I = \frac{500 \text{ VA}}{127 \text{ V}} = 3,94 \text{ A.} \quad (3.58)$$

Aplicando a correção, considerando o pior trecho de 4 circuitos, fator de correção igual a 0,65:

$$I_c = \frac{I}{F_c} = \frac{3,94 \text{ A}}{0,65} = 6,06 \text{ A} \quad (3.59)$$

o condutor indicado para o circuito 7 é o de 2,5 mm².

Circuito 8 TUG :

$$I = \frac{1400 \text{ VA}}{127 \text{ V}} = 11,02 \text{ A.} \quad (3.60)$$

Aplicando a correção, considerando o pior trecho de 2 circuitos, fator de correção igual a 0,80:

$$I_c = \frac{I}{F_c} = \frac{11,02 \text{ A}}{0,80} = 13,77 \text{ A.} \quad (3.61)$$

o condutor indicado para o circuito 8 é o de 2,5 mm².

Circuito 09 Iluminação :

$$I = \frac{900 \text{ VA}}{220 \text{ V}} = 4,10 \text{ A.} \quad (3.62)$$

Aplicando a correção, considerando o pior trecho de 2 circuitos, fator de correção igual a 0,80:

$$I_c = \frac{I}{F_c} = \frac{4,10 \text{ A}}{0,80} = 5,12 \text{ A.} \quad (3.63)$$

o condutor indicado para o circuito 09 é o de 1,5 mm².

Circuito 10 Iluminação :

$$I = \frac{900 \text{ VA}}{220 \text{ V}} = 4,10 \text{ A.} \quad (3.64)$$

Aplicando a correção, considerando o pior trecho de 2 circuitos, fator de correção igual a 0,80:

$$I_c = \frac{I}{F_c} = \frac{4,10 \text{ A}}{0,80} = 5,12 \text{ A.} \quad (3.65)$$

o condutor indicado para o circuito 10 é o de 1,5 mm².

Circuito 11 Iluminação :

$$I = \frac{450 \text{ VA}}{220 \text{ V}} = 2,05 \text{ A.} \quad (3.66)$$

Aplicando a correção, considerando o pior trecho de 2 circuitos, fator de correção igual a 0,80:

$$I_c = \frac{I}{F_c} = \frac{2,05 \text{ A}}{0,80} = 2,56 \text{ A.} \quad (3.67)$$

o condutor indicado para o circuito 11 é o de 1,5 mm².

Circuito 12 Chuveiro :

$$I = \frac{5500 \text{ VA}}{220 \text{ V}} = 25 \text{ A.} \quad (3.68)$$

Aplicando a correção, considerando o pior trecho de 1 circuito, fator de correção igual a 1,00:

$$I_c = \frac{I}{F_c} = \frac{25 \text{ A}}{1,00} = 25 \text{ A.} \quad (3.69)$$

o condutor indicado para o circuito 12 é o de 4 mm².

3.6.2 Critério do limite da queda de tensão

Cálculo dos condutores dos elevadores, circuitos 2,3 e 4, pelo critério da queda de tensão considerando pior caso elevador mais distante, circuito trifásico condutor de cobre, com 4 % de queda.

$$S = \frac{\sqrt{3} \cdot 40 \cdot 13,7 \cdot 0,0178}{0,04 \cdot 220} = 1,91 \text{ mm}^2 \quad (3.70)$$

logo, adota-se o condutor padronizado de 2,5 mm², pela tabela 47 da NBR 5410 a seção mínima de condutores circuitos de força obrigatoriamente tem de ser no mínimo 2,5mm², como o pior caso ficou abaixo do mínimo exigido pela norma os demais não foram calculados.

Cálculo dos condutores do compressor circuito 1, pelo critério da queda de tensão:

$$S = \frac{\sqrt{3} \cdot 40 \cdot 14,7 \cdot 0,0178}{0,04 \cdot 220} = 2,06 \text{ mm}^2. \quad (3.71)$$

o condutor indicado é o 2,5 mm².

Cálculo dos condutores da Rampa automotiva circuito 5, pelo critério da queda de tensão:

$$S = \frac{\sqrt{3} \cdot 50 \cdot 13,7 \cdot 0,0178}{0,04 \cdot 220} = 2,39 \text{ mm}^2. \quad (3.72)$$

o condutor indicado é o 2,5 mm².

Cálculo dos condutores da Rampa automotiva circuito 5, pelo critério da queda de tensão:

$$S = \frac{\sqrt{3} \cdot 50 \cdot 13,7 \cdot 0,0178}{0,04 \cdot 220} = 2,39 \text{ mm}^2. \quad (3.73)$$

o condutor indicado é o 2,5 mm².

Cálculo dos condutores da iluminação, circuitos 9, 10 e 11, pelo critério da queda de tensão considerando pior caso ponto mais distante, circuito bifásico condutor de cobre, com 4 % de queda.

$$S = \frac{2 \cdot 40 \cdot 4,10 \cdot 0,0178}{0,04 \cdot 220} = 0,66 \text{ mm}^2. \quad (3.74)$$

o condutor indicado é o 1,5 mm².

Cálculo dos condutores do chuveiro circuito 12, pelo critério da queda de tensão:

$$S = \frac{2 \cdot 30 \cdot 25 \cdot 0,0178}{0,04 \cdot 220} = 3,03 \text{ mm}^2. \quad (3.75)$$

o condutor indicado é o 2,5 mm².

Cálculo dos condutores das tomadas uso geral circuito 6, pelo critério da queda de tensão:

$$S = \frac{2 \cdot 60 \cdot 2,27 \cdot 0,0178}{0,04 \cdot 220} = 0,55 \text{ mm}^2. \quad (3.76)$$

o condutor indicado é o 2,5 mm².

Cálculo dos condutores das tomadas uso geral circuito 7, pelo critério da queda de tensão:

$$S = \frac{2 \cdot 60 \cdot 3,94 \cdot 0,0178}{0,04 \cdot 220} = 0,95 \text{ mm}^2. \quad (3.77)$$

o condutor indicado é o 2,5 mm².

3.6.3 Dimensionamento de condutos

Feito toda a parte de cálculo, agora com a espessura dos condutores, é preciso determinar os condutos por onde serão passados os cabos, conforme o que foi abordado no item 2.8.

Determinação do eletroduto trecho que passa os circuitos 1, 5, 6 e 7:

$$A_{\text{cond}} = 6 \cdot 14,5 + 5 \cdot 10,7 = 140,5 \text{ mm}^2. \quad (3.78)$$

para este trecho o eletroduto indicado é o de 25 mm, que tem uma taxa de ocupação de 196,35 mm² dentro dos 40% permitido.

Determinação do eletroduto trecho que passa os circuitos 2,3 e 4:

$$A_{\text{cond}} = 10 \cdot 10,7 = 107 \text{ mm}^2. \quad (3.79)$$

para este trecho o eletroduto indicado é o de 19 mm, que tem uma taxa de ocupação de 113,41 mm² dentro dos 40% permitido.

Determinação do eletroduto trecho que passa os circuitos 9 e 10:

$$A_{\text{cond}} = 5 \cdot 7 = 35 \text{ mm}^2. \quad (3.80)$$

para este trecho o eletroduto indicado é o de 19 mm, que tem uma taxa de ocupação de 113,41 mm² dentro dos 40% permitido.

Determinação do eletroduto trecho que passa os circuitos 8 e 11:

$$A_{\text{cond}} = 3 \cdot 10,7 + 2 \cdot 7 = 46,1 \text{ mm}^2. \quad (3.81)$$

para este trecho o eletroduto indicado é o de 19 mm, que tem uma taxa de ocupação de 113,41 mm² dentro dos 40% permitido.

3.7 Dispositivos de proteção

Com base nos dados da Seção 3.6, foram definidos os dispositivos de proteção da instalação. Segundo a WEG (2023), disjuntores curva B são indicados para cargas resistivas, enquanto os de curva C são recomendados para cargas indutivas, como motores. A seleção dos dispositivos foi realizada com base no catálogo da Siemens. As especificações dos disjuntores e dos módulos DR são apresentadas, respectivamente, nas Figuras 12 e 13.

Figura 12 – Especificações de disjuntores Siemens.

5SL1 - 3kA (NBR NM 60898-1)					
Corrente Nominal	Curva B (disparo em curto-circuito 3 a 5 x In)		Curva C (disparo em curto-circuito 5 a 10 x In)		
	Monopolar (1P)	Bipolar (2P)	Monopolar (1P)	Bipolar (2P)	Tripolar (3P)
2,0 A	-	-	5SL1 102-7MB	5SL1 202-7MB	5SL1 302-7MB
4,0 A	-	-	5SL1 104-7MB	5SL1 204-7MB	5SL1 304-7MB
6,0 A	5SL1 106-6MB	5SL1 206-6MB	5SL1 106-7MB	5SL1 206-7MB	5SL1 306-7MB
10 A	5SL1 110-6MB	5SL1 210-6MB	5SL1 110-7MB	5SL1 210-7MB	5SL1 310-7MB
13 A	5SL1 113-6MB	5SL1 213-6MB	5SL1 113-7MB	5SL1 213-7MB	5SL1 313-7MB
16 A	5SL1 116-6MB	5SL1 216-6MB	5SL1 116-7MB	5SL1 216-7MB	5SL1 316-7MB
20 A	5SL1 120-6MB	5SL1 220-6MB	5SL1 120-7MB	5SL1 220-7MB	5SL1 320-7MB
25 A	5SL1 125-6MB	5SL1 225-6MB	5SL1 125-7MB	5SL1 225-7MB	5SL1 325-7MB
32 A	5SL1 132-6MB	5SL1 232-6MB	5SL1 132-7MB	5SL1 232-7MB	5SL1 332-7MB
40 A	5SL1 140-6MB	5SL1 240-6MB	5SL1 140-7MB	5SL1 240-7MB	5SL1 340-7MB
50 A	-	-	5SL1 150-7MB	5SL1 250-7MB	5SL1 350-7MB
63 A	-	-	5SL1 163-7MB	5SL1 263-7MB	5SL1 363-7MB
70 A	-	-	5SL1 170-7MB	5SL1 270-7MB	5SL1 370-7MB
80 A	-	-	5SL1 180-7MB	5SL1 280-7MB	5SL1 380-7MB

Fonte: Siemens, 2022

Figura 13 – Especificações do módulo DR Siemens.

Execução	Corrente residual nominal IΔn	Corrente nominal In	Módulo DR - Instantâneo			
			TIPO AC		Tipo A	
			Acoplamento 5SY*	Acoplamento 5SP4	Acoplamento 5SY*	Acoplamento 5SP4
2P	10mA	0,3A a 16A	---	---	5SM2 121-6	---
		0,3A a 40A	5SM2 121-0	---	---	---
	30mA	0,3A a 40A	5SM2 322-0	---	5SM2 322-6	---
		0,3A a 63A	5SM2 325-0	---	5SM2 325-6	---
	100mA	80A a 100A	---	5SM2 327-0	---	5SM2 327-6
		0,3A a 63A	---	---	5SM2 425-6	---
		0,3A a 40A	5SM2 622-0	---	5SM2 622-6	---
300mA	0,3A a 63A	5SM2 625-0	---	5SM2 625-6	---	
	80A a 100A	---	5SM2 627-0	---	5SM2 627-6	
500mA	0,3A a 63A	5SM2 725-0	---	5SM2 725-6	---	
1000mA	0,3A a 63A	5SM2 825-0	---	---	---	
3P	30mA	0,3A a 40A	5SM2 332-0	---	5SM2 332-6	---
		0,3A a 63A	5SM2 335-0	---	5SM2 335-6	---
	100mA	0,3A a 63A	---	---	5SM2 435-6	---
		0,3A a 40A	5SM2 632-0	---	5SM2 632-6	---
	300mA	0,3A a 63A	5SM2 635-0	---	5SM2 635-6	---
500mA	0,3A a 63A	5SM2 735-0	---	5SM2 735-6	---	
4P	30mA	0,3A a 40A	5SM2 342-0	---	5SM2 342-6	---
		0,3A a 63A	5SM2 345-0	---	5SM2 345-6	---
	100mA	80A a 100A	---	5SM2 347-0	---	5SM2 347-6
		0,3A a 63A	---	---	5SM2 445-6	---
	300mA	0,3A a 40A	5SM2 642-0	---	5SM2 642-6	---
		0,3A a 63A	5SM2 645-0	---	5SM2 645-6	---
500mA	80A a 100A	---	5SM2 647-0	---	5SM2 647-6	
	0,3A a 63A	5SM2 745-0	---	5SM2 745-6	---	

* Não adequado para 5SY5 e 5SY8

Fonte: Siemens, 2026

4 RESULTADOS

Após feita toda a análise os resultados obtidos para a instalação foram tabelados, conforme apresentado a seguir. A Tabela 7 apresenta a especificação de cada circuito.

Tabela 7 – Especificação dos circuitos.

Circuito	Tensão (V)	Corrente (A)	Potência (VA)	Condutor (mm²)	Disjuntor (A)
C1	220	22,61	5600	4,0	32
C2	220	19,57	3900	2,5	25
C3	220	19,57	3900	2,5	25
C4	220	19,57	3900	2,5	25
C5	220	21,07	3900	4,0	32
C6	220	3,49	400	2,5	6
C7	127	6,06	400	2,5	10
C8	127	13,77	1400	2,5	16
C9	220	5,12	900	1,5	6
C10	220	5,12	900	1,5	6
C11	220	2,56	450	1,5	6
C12	220	25,00	5500	4,0	32

Fonte: Elaborado pelo autor, 2026

Foram especificados os modelos de disjuntores existentes no mercado que atende ao projeto.

Tabela 8 – Especificação dos disjuntores por circuito.

Nº do circuito	Corrente (A)	Disjuntor (A)	Modelo	Curva
1	22,61	32	5SL1 332-7MB	C
2	19,57	25	5SL1 325-7MB	C
3	19,57	25	5SL1 325-7MB	C
4	19,57	25	5SL1 325-7MB	C
5	21,07	32	5SL1 332-7MB	C
6	3,49	6	5SL1 206-6MB	B
7	6,06	10	5SL1 110-6MB	B
8	13,77	16	5SL1 116-6MB	B
9	5,12	6	5SL1 206-6MB	B
10	5,12	6	5SL1 206-6MB	B
11	2,56	6	5SL1 206-6MB	B
12	25,00	32	5SL1 232-6MB	B

Fonte: Elaborado pelo autor, 2026

Para o circuito 12, além o disjuntor, foi especificado um módulo DR Siemens modelo 5SM2 325-0, que atende as exigências da NBR 5410 em relação a proteção adicional obrigatória.

O padrão de entrada especificado para o projeto possui as características apresentadas na Tabela 9.

Tabela 9 – Especificação do padrão de entrada.

Elemento	Especificação
Disjuntor geral	80 A
Condutores de fase	25 mm ²
Eletroduto em PVC	40 mm
Condutor de aterramento	10 mm ²
Quantidade de hastes de aterramento	2

Fonte: Elaborado pelo autor, 2026

Para o dimensionamento dos eletrodutos foram analisados trechos da instalação.

Tabela 10 – Dimensionamento dos eletrodutos por trecho.

Trecho	Circuitos	Taxa de ocupação dos condutores (mm²)	Eletroduto (mm)	Área admissível (40%) (mm²)
1	1, 5, 6 e 7	140,5	25	196,35
2	2, 3 e 4	107,0	19	113,41
3	9 e 10	35,0	19	113,41
4	8 e 11	46,1	19	113,41

Fonte: Elaborado pelo autor, 2026

Apenas o trecho 1 apresentou um eletroduto com diâmetro interno diferente de 19 mm, sendo necessário o uso de um eletroduto de 25 mm de diâmetro interno. Os demais trechos da instalação são atendidos pelo eletroduto de 19 mm, visto que, mesmo com a passagem de mais condutores nos trechos analisados, esse diâmetro já é suficiente.

Na tabela 11 é apresentado um custo estimado em 2026, para a aquisição dos materiais necessários para realização da instalação elétrica da oficina.

Tabela 11 – Custo estimado de materiais

Item	Especificação	Valor unitário (R\$)	Valor total (R\$)
Disjuntor	32 A – Modelo 5SL1 332-7MB	92,71	185,42
Disjuntor	25 A – Modelo 5SL1 325-7MB	83,54	250,62
Disjuntor	16 A – Modelo 5SL1 116-6MB	18,90	18,90
Disjuntor	10 A – Modelo 5SL1 110-6MB	17,30	17,30
Disjuntor	6 A – Modelo 5SL1 206-6MB	139,87	559,48
Disjuntor	32 A – Modelo 5SL1 232-6MB	66,12	66,12
Disjuntor	80 A – Modelo 5SL1380-7MB	147,22	147,22
Modulo DR	Modelo 5SM2 325-0	810,85	810,85
Condutor	Cabo de cobre 2,5 mm ² rolo 100m	194,00	582,00
Condutor	Cabo de cobre 4,0 mm ² rolo 100m	349,90	699,80
Condutor	Cabo de cobre 10 mm ² rolo 25m	78,99	78,99
Condutor	Cabo de cobre 25 mm ² rolo 25m	303,00	606,00
Conduto	Eletroduto PVC Ø 19 mm rolo 50m	89,90	269,70
Conduto	Eletroduto PVC Ø 25 mm rolo 50m	194,64	194,64
Conduto	Eletroduto PVC Ø 40 mm rolo 25m	78,99	78,99
Valor total geral			4566,03

Fonte: Elaborado pelo autor, 2026

Na Figura 14 é apresentado o diagrama unifilar em planta baixa contemplando todos os parâmetros definidos e calculados no capítulo anterior e na Figura 15, uma representação do diagrama unifilar da instalação.

Figura 14 – Diagrama unifilar em planta baixa.

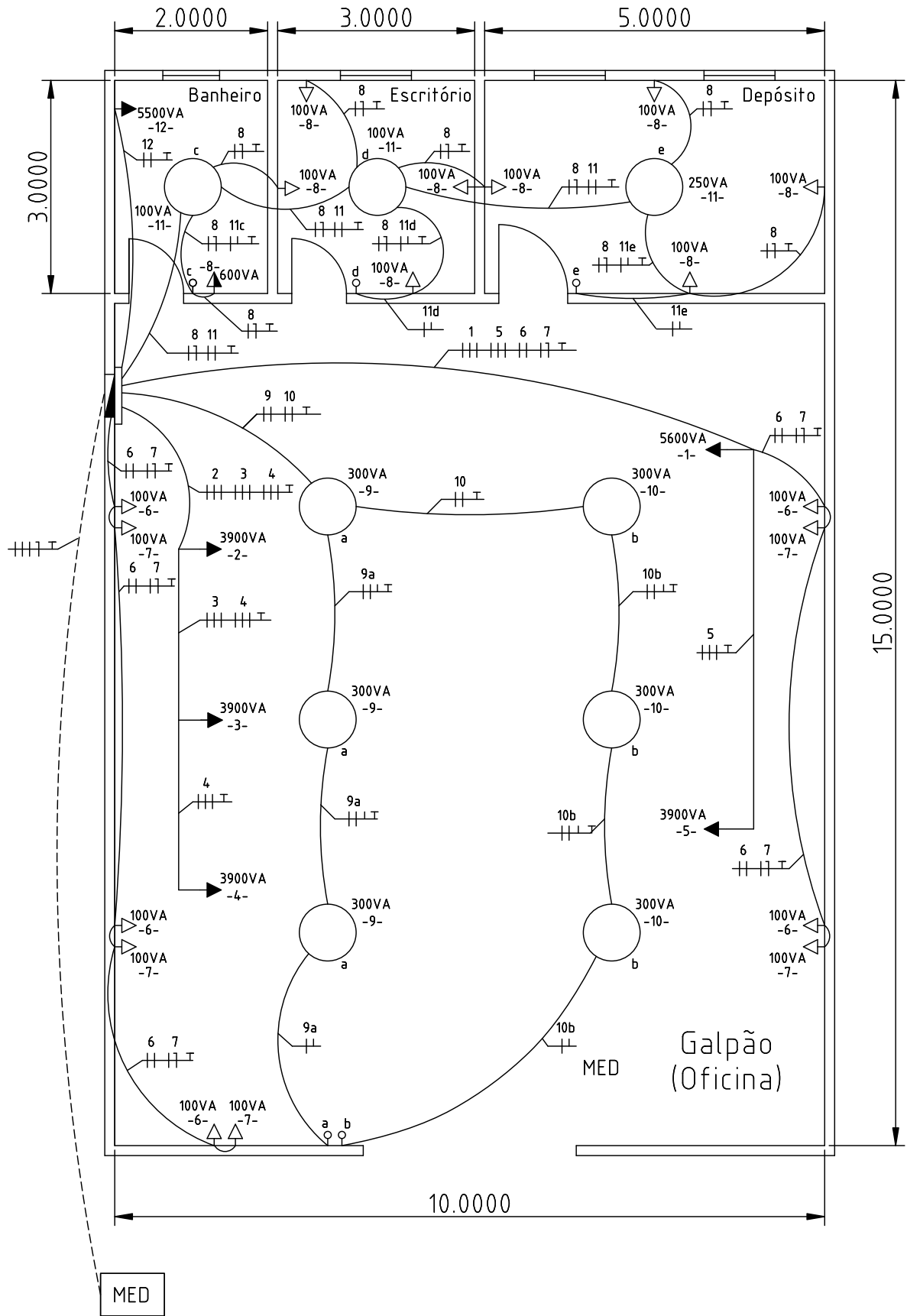
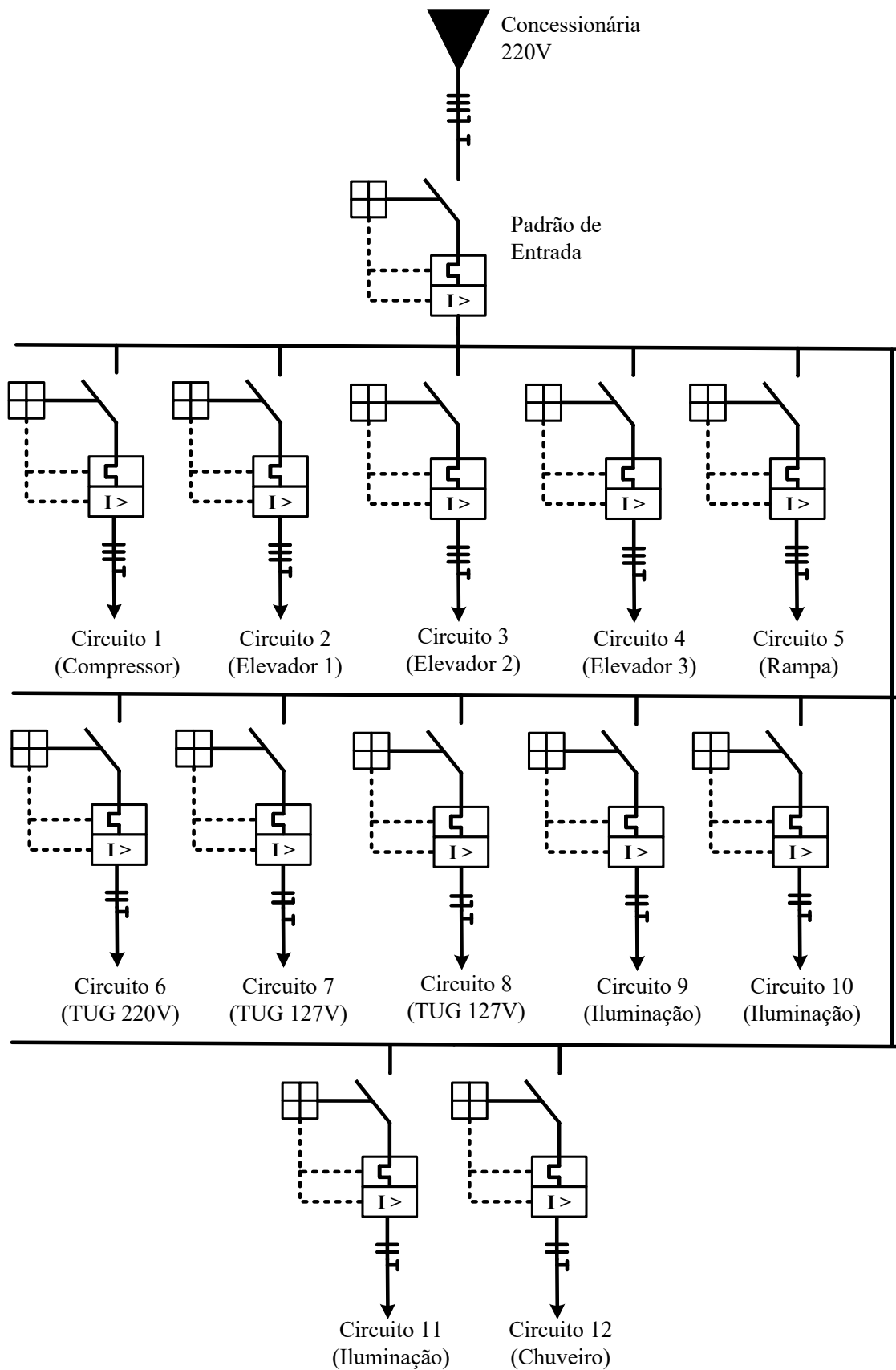


Figura 15 – Diagrama unifilar esquemático.



Fonte: Elaborado pelo autor, 2026

5 CONCLUSÃO

Neste trabalho, foi desenvolvido o projeto elétrico de uma oficina mecânica automotiva, com base em critérios técnicos e normativos aplicáveis às instalações elétricas de baixa tensão. O estudo foi direcionado à garantia da segurança e da confiabilidade, focado na possibilidade de ampliação futura da instalação elétrica, considerando as condições reais de operação da edificação.

Foi realizado o levantamento das cargas elétricas existentes e previstas, além da análise das características físicas do local, o que possibilitou a aplicação adequada dos fatores de utilização, simultaneidade e demanda. A partir desses dados, foi efetuado o dimensionamento dos circuitos, condutores, dispositivos de proteção e eletrodutos, respeitando os limites admissíveis de corrente, queda de tensão e taxa de ocupação dos condutos, conforme estabelecido pelas normas técnicas.

Todos os cálculos e especificações foram desenvolvidos em conformidade com a ABNT NBR 5410, assegurando não apenas o desempenho técnico da instalação, mas também sua conformidade jurídica. Dessa forma, o projeto atende às exigências legais relacionadas à segurança das instalações elétricas, à proteção dos usuários e à responsabilidade técnica, reduzindo riscos de acidentes, penalidades legais e responsabilidades civis.

É possível concluir, portanto, que o projeto elétrico proposto atende plenamente aos objetivos estabelecidos, proporcionando uma instalação segura, funcional e preparada para futuras expansões. Além disso, o desenvolvimento deste trabalho contribuiu de forma significativa para a consolidação dos conhecimentos adquiridos ao longo do curso, especialmente no que se refere à aplicação prática das normas técnicas, à compreensão dos aspectos jurídicos envolvidos e à importância do planejamento adequado de instalações elétricas.

5.1 Trabalhos Futuros

Como trabalho futuro, sugere-se a análise da viabilidade técnica e econômica da implantação de um sistema de energia solar fotovoltaica na oficina mecânica, considerando o perfil de consumo, a demanda elétrica, a área disponível para instalação e os possíveis benefícios na redução dos custos operacionais e do impacto ambiental.

REFERÊNCIAS

- ABNT NBR 5410 . **NBR 5410: Instalações elétricas de baixa tensão**. Rio de Janeiro, 2004. Citado 2 vezes nas páginas 14 e 17.
- AliExpress, 2025. **Tesla Landing — AliExpress**. Disponível em: <https://www.aliexpress.com/p/tesla-landing/index.html?scenario=c_ppc_item>. Citado na página 19.
- CEMIG Distribuição S.A. **Norma de Distribuição ND 5.1: Fornecimento de Energia Elétrica em Tensão Secundária – Rede de Distribuição Aérea – Edificações Individuais**. Belo Horizonte, MG, 2024. Versão publicada em 04 de novembro de 2024; disponível no site da CEMIG. Disponível em: <<https://www.cemig.com.br/atendimento/normas-tecnicas-conexao/>>. Citado na página 17.
- Creder, H. **Instalações Elétricas**. 17. ed. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos Editora, 2022. Atualização e revisão: Luiz Sebastião Costa. Citado 2 vezes nas páginas 19 e 27.
- Engecass, 2025. **Elevador automotivo 4100 kg**. Disponível em: <<https://engecass.com.br/elevadores/elevador-automotivo-4100kg>>. Citado na página 18.
- Engeman Engenharia. **NBR 5410: Guia completo da norma das Instalações Elétricas de Baixa Tensão**. 2025. Acesso em: 26 nov. 2025. Disponível em: <<https://blog.engeman.com.br/nbr-5410-instalacoes-eletricas-baixa-tensao/>>. Citado na página 14.
- Mamede Filho, J. **Instalações Elétricas Industriais**. 8. ed. [S.l.]: LTC, 2010. Citado 5 vezes nas páginas 17, 19, 21, 28 e 31.
- Prevenseg Treinamentos. **Responsabilidade Civil e Criminal do Empregador e Prepostos**. 2025. Acesso em: 26 nov. 2025. Disponível em: <<https://prevenseg-treinamentos.com.br/portaldaprevencao/responsabilidade-civil-e-criminal-do-empregador-e-prepostos/>>. Citado na página 14.
- Schulz, 2025. **Produto código 922.9241-0**. Disponível em: <https://www.schulz.com.br/pt_BR/produtos/ver/922.9241-0>. Citado na página 18.
- SENAI-SP. **Alinhamento e Balanceamento de Rodas**. São Paulo, 2020. Apostila técnica. Disponível em: <<https://www.livros1.com.br/pdf-read/livar/ALINHAMENTO-E-BALANCEAMENTO-DE-RODAS.pdf>>. Citado na página 19.
- Siemens, 2022. **Catálogo Minidisjuntores — Janeiro 2022**. Disponível em: <<https://assets.new.siemens.com/siemens/assets/api/uuid:5e2a000b-6c1f-43be-853e-1799db7956e2/catalogo-minidisjuntores-janeiro-2022-net.pdf>>. Citado na página 43.
- Siemens, 2026. **Catálogo DR**. Disponível em: <<https://assets.new.siemens.com/siemens/assets/api/uuid:48701b57-34c5-4389-96f4-f86ba6a95dec/catalogo-dr.pdf>>. Citado na página 43.
- Sindipeças & Abipeças. **Relatório da Frota Circulante – edição 2024**. [S.l.], 2024. Relatório online consultado em 2025-11-25. Disponível em: <https://www.sindipeças.org.br/sindinews/Economia/2024/Frota_Circulante.pdf>. Citado na página 14.
- Viver de elétrica, 2026. **Dimensionamento de eletrodutos**. Disponível em: <<https://viverdeeletrica.com/dimensionamento-de-eletrodutos/>>. Citado na página 27.

WEG. Como dimensionar o disjuntor e quais são as suas características? 2023. <<https://www.weg.net/weghome/blog/arquitetura/como-dimensionar-o-disjuntor/>>. Acesso em: 13 jan. 2026. Disponível em: <<https://www.weg.net/weghome/blog/arquitetura/como-dimensionar-o-disjuntor/>>. Citado na página 42.