

# **PROJETO DE INSTALAÇÕES ELÉTRICAS**

**GRUPO:**

**BRUNO H. DE OLIVEIRA - R.A:109784**

**EMERSON F. ALBERTINI - R.A:109667**

**ISAAC Z. M. ESPELHO - R.A: 110490**

**MATEUS G. JUSTINO - R.A: 109219**

**PROF. DR. DANIEL AUGUSTO PAGI FERREIRA**



# ÍNDICE

1. INTRODUÇÃO
2. TABELA DE CARGAS
3. DISJUNTORES E CONDUTORES PARA CADA CARGA
4. DISJUNTORES E CONDUTORES PARA CADA ÁREA
5. DISJUNTOR GERAL
6. MÉTODO DE PARTIDA
7. CORREÇÃO DE FATOR DE POTÊNCIA
8. TRANSFORMADOR DE POTÊNCIA
9. NÍVEIS DE CURTO CIRCUITO
10. DIAGRAMA UNIFILAR
11. SUBESTAÇÃO ABRIGADA
12. LUMINOTÉCNICO
13. CONCLUSÃO
14. AGRADECIMENTOS

# INTRODUÇÃO

Este projeto tem como finalidade apresentar a proposta de implementação de um sistema elétrico completo para uma indústria localizada na cidade de Gramado, no estado do Rio Grande do Sul, sob concessão da empresa RGE – Rio Grande Energia. A RGE faz parte do Grupo CPFL Energia.



Uma empresa CPFL Energia

Fonte: site <https://www.rge-rs.com.br/>



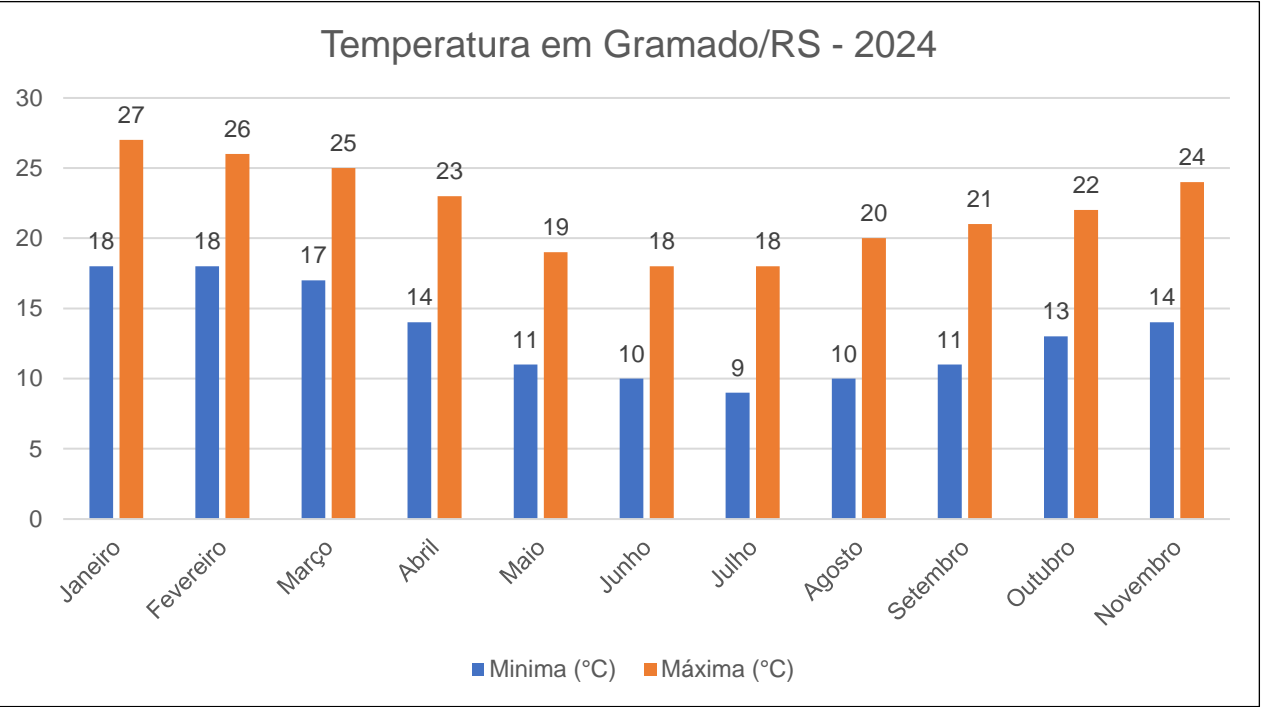
Fonte: site <https://gramado.atende.net/>

**NOTA:** Todas as imagens, tabelas e gráficos **não referenciadas** suas devidas fontes são de autoria e confecção do grupo.

**NOTA:** Como a concessionária RGE pertence ao grupo CPFL Energia, adota as mesmas normas técnicas da CPFL. Portanto, todas as normas aplicáveis a este trabalho são as da CPFL Energia.

# INTRODUÇÃO

Como este projeto situa-se na cidade de Gramado/RS foi adotado um fator de correção de temperatura conforme a temperatura média registrada no ano de 2024.



Temperatura °C	Isolação	
	PVC	EPR ou XLPE
Ambiente		
10	1,22	1,15
15	1,17	1,12
20	1,12	1,08
25	1,06	1,04
35	0,94	0,96
40	0,87	0,91

Fonte: ABNT. NBR 5410:2004. Rio de Janeiro: ABNT, 2004.  
Tabela 40.

**NOTA:** Dados retirados do site climatempo  
<https://www.climatempo.com.br/climatologia/780/gramado-rs>

Temperatura	Mínima (°C)	Máxima (°C)
Média	13,10	23,25
Média Geral	18,15	

# TABELA DE CARGAS

Nessa etapa, foram identificadas as cargas previstas, suas potências nominais, tensões de alimentação, correntes estimadas, fator de potência e respectivas localizações dentro da instalação.

Carga	Potência Mecânica (CV)	Fator de Potência	Ângulo	Rendimento	Potência Ativa (kw)	Potência Reativa (kVAr)	Potência Aparente (kVA)
Motor 1	50,00	0,84	32,86	0,954	37,00	20,08	46,17
Motor 2	125,00	0,86	30,68	0,954	92,00	45,93	112,13
Motor 3	30,00	0,81	35,90	0,936	22,00	12,90	29,02
Motor 4	150,00	0,86	30,68	0,958	110,00	56,13	133,51
Motor 5	20,00	0,81	35,90	0,930	15,00	8,80	19,91
Motor 6	75,00	0,86	30,68	0,954	55,00	28,07	67,04
Motor 7	30,00	0,81	35,90	0,936	22,00	12,90	29,02
Auxiliar	-	0,92	23,07	1,000	75,00	29,39	81,52
Auxiliar	-	0,92	23,07	1,000	75,00	29,39	81,52
Aquecimento 1	-	1,00	0,00	1,000	30,00	0,00	30,00
Aquecimento 2	-	1,00	0,00	1,000	25,00	0,00	25,00
Aquecimento 3	-	1,00	0,00	1,000	40,00	0,00	40,00

# DISJUNTORES E CONDUTORES PARA CADA CARGA

Para o dimensionamento dos condutores e dispositivos de proteção, adotamos como referência a norma NBR 5410, que estabelece os critérios mínimos para instalações elétricas em baixa tensão.

Para a definição das bitolas dos cabos utilizados na instalação elétrica, foram adotados três critérios distintos de dimensionamento, conforme as boas práticas da engenharia e as normas técnicas aplicáveis:

- Ampacidade;
- Queda de Tensão;
- Seção Mínima;

**NOTA:** Todos os cálculos foram feitos considerando método de instalação B1 e cabos EPR/XLPE - ABNT NBR 5410:2004;

# DISJUNTORES E CONDUTORES PARA CADA CARGA

## AMPACIDADE

Verificou-se a corrente nominal dos circuitos com base na potência instalada, utilizando a fórmula:

$$I_p = \frac{P_n}{\sqrt{3} \cdot V \cdot \cos\phi \cdot n}$$

Onde:

- $I_p$  = Corrente nominal do circuito (A)
- $P_n$  = Potência ativa nominal da carga (W)
- $V$  = Tensão entre fases (V)
- $\cos\phi$  = Fator de potência (adimensional), representa a relação entre potência ativa e aparente
- $n$  = Rendimento da carga ou equipamento (adimensional, geralmente entre 0,8 e

# AMPACIDADE - RESULTADOS OBTIDOS

Carga	FCT 20°	FCA 4 circuitos (pior caso)	I Projeto (in 380) (A) <	IZC- Capac. I cabo corrigida (a) >	IZ - Cap. I cabo (a)	Bitola - mm²
Motor 1	1,08	0,65	70,15	82,13	117,00	25,00
Motor 2	1,08	0,65	170,37	188,84	269,00	95,00
Motor 3	1,08	0,65	44,09	61,78	88,00	16,00
Motor 4	1,08	0,65	202,85	219,02	312,00	120,00
Motor 5	1,08	0,70	30,25	36,29	48,00	6,00
Motor 6	1,08	0,70	101,85	108,86	144,00	35,00
Motor 7	1,08	0,70	44,09	49,90	66,00	10,00
Auxiliar	1,08	0,80	123,86	151,20	175,00	50,00
Auxiliar	1,08	0,80	123,86	151,20	175,00	50,00
Aquecimento 1	1,08	0,70	45,58	49,90	66,00	10,00
Aquecimento 2	1,08	0,70	37,98	49,90	66,00	10,00
Aquecimento 3	1,08	0,70	60,77	66,53	88,00	16,00



# DISJUNTORES E CONDUTORES PARA CADA CARGA

## QUEDA DE TENSÃO

Avaliou-se a queda de tensão admissível nos circuitos, conforme a fórmula:

$$S = \sqrt{3} \cdot \rho \cdot \frac{1}{e(\%) \cdot V_{ff}^2} \cdot \sum(P \cdot l)$$

Onde:

- $S$  = Seção do condutor (mm<sup>2</sup>)
- $\rho$  = Resistividade elétrica do material do condutor ( $\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$ ) - Cobre
- $e\%$  = Queda de tensão admissível (em porcentagem, ex: 4%  $\rightarrow$  0,04)
- $V_{ff}^2$  = Tensão entre fases (V) elevado ao quadrado
- $\sum(P \cdot l)$  = Soma dos produtos entre potências de carga (W) e seus respectivos comprimentos (m)
- $P$  = Potência da carga (W)
- $l$  = Comprimento do trecho do condutor até a carga (m)

# QUEDA DE TENSÃO - RESULTADOS OBTIDOS

Carga	Raiz 3	p	e(%)	Tensão Fase-Fase 380v	comprimento circ. (L)	Fórmula seção queda tensão	Bitola - mm²
Motor 1	1,73	0,02	0,02	144400,00	5,00	2,28	2,50
Motor 2	1,73	0,02	0,02	144400,00	5,00	5,53	6,00
Motor 3	1,73	0,02	0,02	144400,00	5,00	1,40	1,50
Motor 4	1,73	0,02	0,02	144400,00	5,00	6,61	10,00
Motor 5	1,73	0,02	0,02	144400,00	5,00	0,96	1,00
Motor 6	1,73	0,02	0,02	144400,00	5,00	3,31	4,00
Motor 7	1,73	0,02	0,02	144400,00	5,00	1,40	1,50
Auxiliar	1,73	0,02	0,02	144400,00	5,00	4,21	6,00
Auxiliar	1,73	0,02	0,02	144400,00	5,00	4,21	6,00
Aquecimento 1	1,73	0,02	0,02	144400,00	5,00	1,55	2,50
Aquecimento 2	1,73	0,02	0,02	144400,00	5,00	1,29	2,50
Aquecimento 3	1,73	0,02	0,02	144400,00	5,00	2,07	4,00

# DISJUNTORES E CONDUTORES PARA CADA CARGA

## SEÇÃO MÍNIMA

Considerou-se também a seção mínima exigida pelas normas para fins de proteção mecânica e segurança da instalação, baseando-se nas correntes nominais dos motores, tomando como referência a norma ABNT NBR 5410:2004 - Tabela 37; para escolha dos condutores.

# SEÇÃO MÍNIMA- RESULTADOS OBTIDOS

Carga	I Projeto (A) (In 380)	Bitola - mm²
Motor 1	70,15	16,00
Motor 2	170,37	50,00
Motor 3	44,09	6,00
Motor 4	202,85	70,00
Motor 5	30,25	4,00
Motor 6	101,85	25,00
Motor 7	44,09	6,00
Auxiliar	123,86	35,00
Auxiliar	123,86	35,00
Aquecimento 1	45,58	6,00
Aquecimento 2	37,98	6,00
Aquecimento 3	60,77	10,00

# DISJUNTORES E CONDUTORES PARA CADA CARGA

## RESULTADOS OBTIDOS

Área	Carga	Cabo mm <sup>2</sup> - Ampacidade	Cabo mm <sup>2</sup> - queda de tensão	Cabo mm <sup>2</sup> - seção mínima	Cabo mm <sup>2</sup> - escolhido	Corrente do Disjuntor BT (A)	Regulagem do Disjuntor BT (A)	Modelo Disjuntores WEG (Reguláveis)
1	Motor 1	25	2,5	16	25	80	80	MPW80-3-U080
	Motor 2	95	6	50	95	200	180	DWB250N200-3DF
	Motor 3	16	1,5	6	16	50	50	MPW80-3-U050
	Motor 4	120	10	70	120	250	210	DWB250N-250-3DF
2	Motor 5	6	1	4	6	32	32	MPW40-3-U032
	Motor 6	35	4	25	35	125	105	DWB160N-125-3DF
	Motor 7	10	1,5	6	10	50	47	MPW80-3-U050
3	Iluminação 1	50	6	35	50	125	125	DWB160N125-3DF
	Iluminação 2	50	6	35	50	125	125	DWB160N125-3DF
	Aquec. 1	10	2,5	6	10	50	48	DWB160N50-3DF
	Aquec. 2	10	2,5	6	10	40	40	DWB160N40-3DF
	Aquec. 3	16	4	10	16	63	63	DWB160N63-3DF

# DISJUNTORES E CONDUTORES PARA CADA ÁREA

Além do dimensionamento individual por carga, também foi necessário definir os condutores e disjuntores de baixa tensão para cada área do sistema, considerando o agrupamento de cargas e a distribuição dos circuitos dentro da planta.

Assim como no item anterior, seguimos as diretrizes da norma NBR 5410 para assegurar conformidade técnica e segurança.

Para a definição das bitolas dos cabos utilizados na instalação elétrica, foram adotados três critérios distintos de dimensionamento, conforme as boas práticas da engenharia e as normas técnicas aplicáveis:

- Ampacidade;
- Queda de Tensão;
- Seção Mínima;

**NOTA:** Todos os cálculos foram feitos considerando método de instalação B1 e cabos EPR/XLPE - ABNT NBR 5410:2004;

# DISJUNTORES E CONDUTORES PARA CADA ÁREA

## AMPACIDADE

Verificou-se a corrente nominal dos circuitos com base na potência instalada, utilizando a fórmula:

$$I_p = \frac{P_n}{\sqrt{3} \cdot V \cdot \cos\varphi \cdot n}$$

Onde:

- $I_p$  = Corrente nominal do circuito (A)
- $P_n$  = Potência ativa nominal da carga (W)
- $V$  = Tensão entre fases (V)
- $\cos\varphi$  = Fator de potência (adimensional), representa a relação entre potência ativa e aparente
- $n$  = Rendimento da carga ou equipamento (adimensional, geralmente entre 0,8 e

**NOTA:** Foi realizada a soma das correntes de cada carga individual, a fim de se calcular a carga total de cada área.

# AMPACIDADE - RESULTADOS OBTIDOS

Área	Carga	FCA (1 circuito)	IP - i projeto (a) <	IZC- capac. l cabo corrigida (a) >	IZ - Cap. l cabo (a)	Bitola (mm²)	Fator de Demanda
1	Motor 1	1,00	487,46	519,48	481,00	240,00	1,00
	Motor 2						
	Motor 3						
	Motor 4						
2	Motor 5	1,00	176,19	189,00	175,00	50,00	1,00
	Motor 6						
	Motor 7						
3	Auxiliar	1,00	392,06	440,64	408,00	185,00	1,00
	Auxiliar						
	Aquecimento 1						
	Aquecimento 2						
	Aquecimento 3						



# DISJUNTORES E CONDUTORES PARA CADA ÁREA

## QUEDA DE TENSÃO

Avaliou-se a queda de tensão admissível nos circuitos, conforme a fórmula:

$$S = \sqrt{3} \cdot \rho \cdot \frac{1}{e(\%) \cdot V_{ff}^2} \cdot \sum(P \cdot l)$$

Onde:

- $S$  = Seção do condutor ( $\text{mm}^2$ )
- $\rho$  = Resistividade elétrica do material do condutor ( $\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$ ) - Cobre
- $e\%$  = Queda de tensão admissível (em porcentagem, ex: 4%  $\rightarrow$  0,04)
- $V_{ff}^2$  = Tensão entre fases (V) elevado ao quadrado
- $\sum(P \cdot l)$  = Soma dos produtos entre potências de carga (W) e seus respectivos comprimentos (m)
- $P$  = Potência da carga (W)
- $l$  = Comprimento do trecho do condutor até a carga (m)

# QUEDA DE TENSÃO - RESULTADOS OBTIDOS

Área	Carga	Raiz de 3	p	e(%)	Tensão Fase-Fase 380V	Comprimento Circ. (L)	Fórmula Seção Queda Tensão	Bitola – (mm²)
1	Motor 1	1,73	0,02	0,02	144400	25	80,32	95
	Motor 2							
	Motor 3							
	Motor 4							
2	Motor 5	1,73	0,02	0,02	144400	35	41,11	50
	Motor 6							
	Motor 7							
3	Auxiliar	1,73	0,02	0,02	144400	30	82,61	95
	Auxiliar							
	Aquecimento 1							
	Aquecimento 2							
	Aquecimento 3							

# DISJUNTORES E CONDUTORES PARA CADA ÁREA

## SEÇÃO MÍNIMA

Considerou-se também a seção mínima exigida pelas normas para fins de proteção mecânica e segurança da instalação, baseando-se nas correntes nominais dos motores, tomando como referência a norma ABNT NBR 5410:2004 - Tabela 37; para escolha dos condutores.

# SEÇÃO MÍNIMA - RESULTADOS OBTIDOS

ÁREA	CARGA	IP - I PROJETO (A) <	SEÇÃO MÍNIMA
1	Motor 1	487,46	2x95.00
	Motor 2		
	Motor 3		
	Motor 4		
2	Motor 5	176,19	70,00
	Motor 6		
	Motor 7		
3	Auxiliar	392,06	185,00
	Auxiliar		
	Aquecimento 1		
	Aquecimento 2		
	Aquecimento 3		

# DISJUNTORES E CONDUTORES PARA CADA ÁREA

## RESULTADOS OBTIDOS

Área	Cabo mm <sup>2</sup> - Ampacidade	Cabo mm <sup>2</sup> - queda de tensão	Cabo mm <sup>2</sup> - seção mínima	Cabo mm <sup>2</sup> - escolhido	Corrente do Disjuntor (A)	Modelo Disjuntores
1	240	95	2x95.00	2x95.00	500	DWB650S500-3DA
2	50	50	70	70	180	DWB250N200-3DF
3	185	95	185	185	400	DWB400N400-3DA

# CONDUTORES E DISJUNTOR GERAL - QGF

## RESULTADOS OBTIDOS

Setor	Cabo mm <sup>2</sup> - Ampacidade	Cabo mm <sup>2</sup> - queda de tensão	Cabo mm <sup>2</sup> - seção mínima	Cabo mm <sup>2</sup> - escolhido	Corrente do Disjuntor (A)	Modelo Disjuntor
QGF	4x180	70	4x150	4x180	1600	DWA1600S-1600-3ET

**NOTA:** Todos os cálculos foram feitos considerando método de instalação B1 e cabos EPR/XLPE - ABNT NBR 5410:2004;

# MÉTODO DE PARTIDA

Para o desenvolvimento do projeto, considerou-se que a instalação elétrica seria destinada a uma indústria alimentícia de médio porte, cenário coerente com o perfil das cargas definidas no projeto base.



## Divisão da instalação:

- **Área 1 e 2:** Motores trifásicos destinados a esteiras, bombas e misturadores, que exigem controle de velocidade, robustez e integração com sistemas de automação;
- **Área 3:** Sistemas de aquecimento e cargas auxiliares, como iluminação e tomadas gerais da fábrica.

## Critério de escolha das chaves de partida:

- **Inversores de frequência (Setores 1 e 2):**

Aplicados em motores com necessidade de controle de velocidade, automação e partidas suaves.

- **Disjuntores alimentadores (Setor 3):**

Utilizados nos aquecedores e cargas resistivas (iluminação e tomadas), que não requerem controle dinâmico de partida.



# MÉTODO DE PARTIDA

## Inversores de Frequência:

- Modelo escolhido: Linha CFW500 da WEG, devido à sua ampla aplicação industrial, fácil integração com CLPs e boa disponibilidade no mercado nacional.

## Modo de operação:

- Heavy Duty (HD):** Usado na maioria dos motores, adequado para partidas frequentes e alto torque;
- Normal Duty (ND):** Utilizado no Motor 4, por limitação de corrente no modo HD para esse modelo específico.

Motor	Corrente do Motor	Modo de Operação	Corrente do Inversor	Inversor Escolhido
Motor 1	70.15	HD	73	CFW500F88P0T4
Motor 2	170.37	HD	180	CFW500G0211T4
Motor 3	44.09	HD	49	CFW500E49P0T4
Motor 4	202.85	ND	211	CFW500G0211T4
Motor 5	30.25	HD	31	CFW500D31P0T4
Motor 6	101.85	HD	115	CFW500G0142T4
Motor 7	44.09	HD	49	CFW500E49P0T4



Fonte: site WEG



# MÉTODO DE PARTIDA

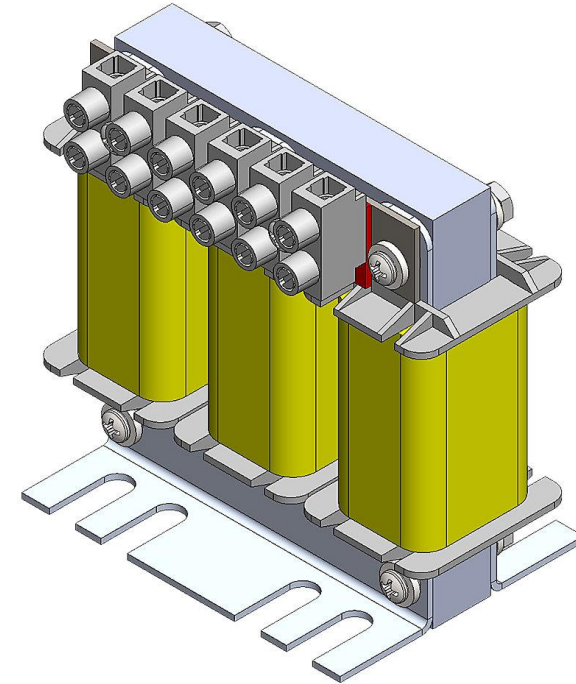
## Reatores de linha

### Finalidade:

- Proteger os inversores contra surtos e picos de corrente;
- Reduzir distorções harmônicas e melhorar a qualidade da energia;
- Prolongar a vida útil dos equipamentos.

### Aplicação:

- Utilizados em todos os circuitos com inversores;
- Instalados entre o disjuntor e o inversor.



*Fonte: site rockwell  
automation*

# MÉTODO DE PARTIDA

## Dimensionamento:

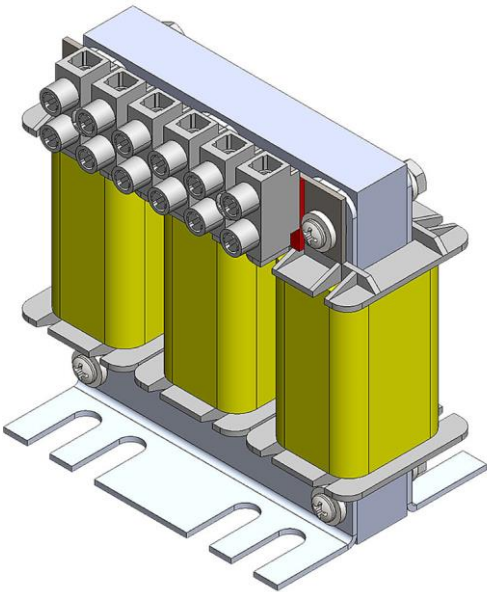
Utilizou-se a fórmula recomendada no Manual do CFW500 da WEG (pág. 119):

$$L = \frac{1592 \times \Delta V \times V_e}{I_{s.nom} \times f}$$

### Onde:

- $\Delta V$ : queda de tensão (%);
- $V_e$ : tensão de entrada por fase (V);
- $I_{s.nom}$ : corrente nominal do inversor (A);
- $f$ : frequência da rede (Hz).

**Nota:** Os valores de indutância foram comparados com modelos comerciais. Os reatores da Rockwell foram escolhidos por fornecerem especificações técnicas completas.



Fonte: site rockwell automation

Inversor	Corrente do Drive (A)	Indutância Necessária (mH)	Reator Escolhido	Dados do Reator
CFW500F88P0T4	73	0.2399	1321-3R80-B	80A e 0.4mH
CFW500G0211T4	180	0.0973	1321-3R200-B	200A e 0.11mH
CFW500E49P0T4	49	0.3574	1321-3R55-B	55A e 0.5mH
CFW500G0211T4	211	0.0830	1321-3R200-B	200A e 0.11mH
CFW500D31P0T4	31	0.5649	1321-3R35-B	35A e 0.8mH
CFW500G0142T4	115	0.1523	1321-3R130-B	130A e 0.2mH
CFW500E49P0T4	49	0.3574	1321-3R55-B	55A e 0.5mH

# MÉTODO DE PARTIDA

## Proteção com Disjuntores

### Objetivo:

Proteger os inversores e cabos contra curtos-circuitos e sobrecorrentes.

### Critérios de Seleção:

- Corrente nominal do inversor (modo HD ou ND);
- Corrente de curto-circuito no ponto de instalação;
- Recomendações do fabricante.

### Dimensionamento:

$$I_{disjuntor} = I_{inversor} \times F_{deserviço}$$

### Referência Técnica:

Modelos selecionados com base no Manual do CFW500 – Anexo B, pág. 157 (WEG), que recomenda disjuntores específicos por inversor.



*Fonte: site WEG*



*Fonte: site WEG*

# MÉTODO DE PARTIDA

**Disjuntores escolhidos:**

Inversor	Corrente do inversor (A)	Disjuntor escolhido	Corrente do Disjuntor	Cap. de Interr. de CC
CFW500F88P0T4	73	<b>MPW80-3-U080</b>	65-80 A (ajustável)	65kA
CFW500G0211T4	180	<b>DWB250N200-3DF</b>	200 A (ajustável)	36kA
CFW500E49P0T4	49	<b>MPW80-3-U050</b>	40-50 A (ajustável)	65kA
CFW500G0211T4	211	<b>DWB250N-250-3DF</b>	250 A (ajustável)	36kA
CFW500D31P0T4	31	<b>MPW40-3-U032</b>	25-32 A (ajustável)	50kA
CFW500G0142T4	115	<b>DWB160N-125-3DF</b>	125 A (ajustável)	36kA
CFW500E49P0T4	49	<b>MPW80-3-U050</b>	40-50 A (ajustável)	65kA



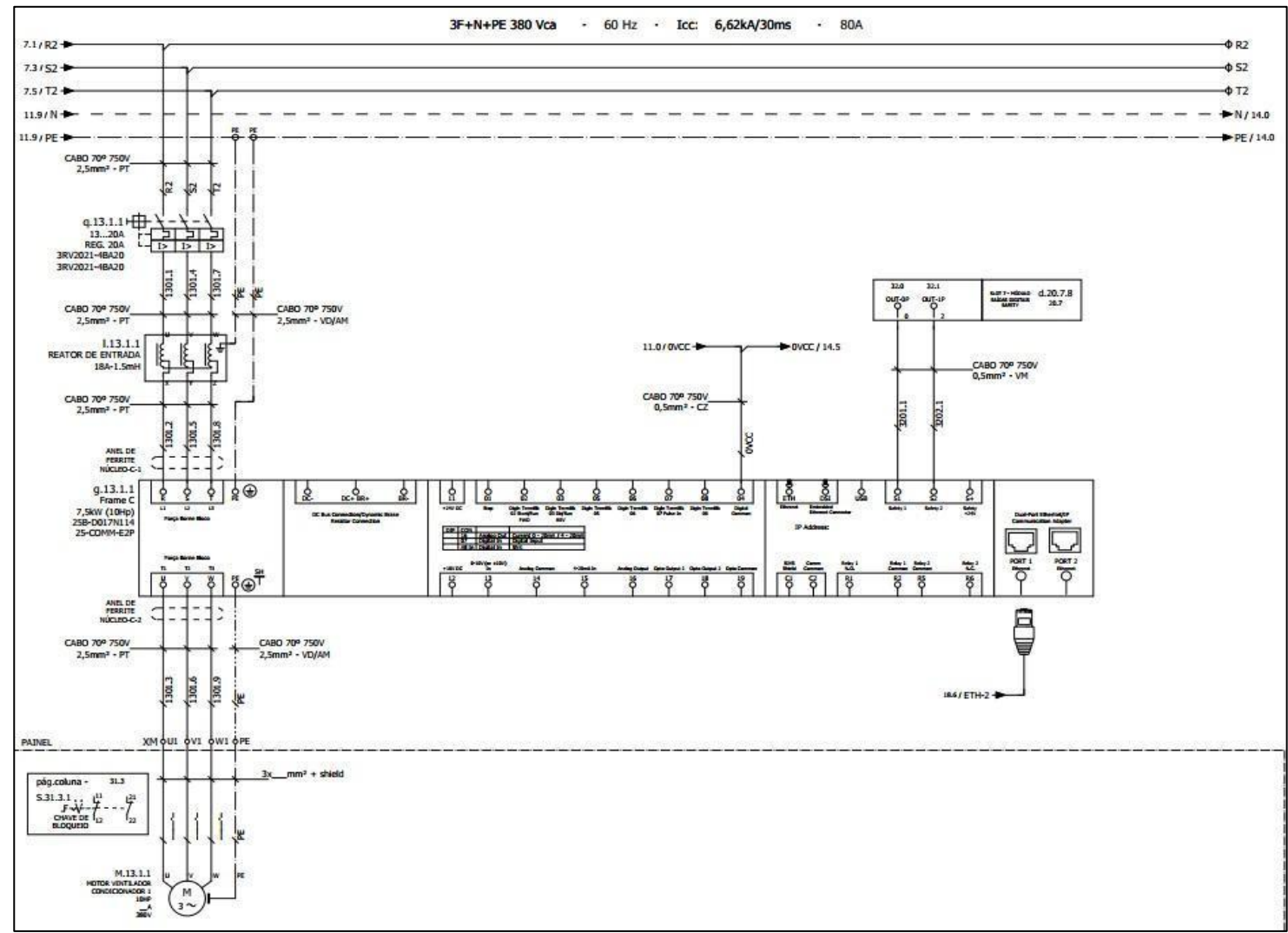
*Fonte: site WEG*



*Fonte: site WEG*

# MÉTODO DE PARTIDA

## Diagrama de ligação inversor de frequência



Fonte: site WEG

# CORREÇÃO DE FATOR DE POTÊNCIA

A correção do fator de potência foi implementada nas Áreas 1 e 2 da planta industrial em função dos baixos níveis de fator de potência medidos, os quais se encontravam inferiores ao limite mínimo de 0,92, conforme exigido pela Resolução Normativa nº 1000, de 07 de dezembro de 2021, da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL).

$$FP = \frac{\text{Potência Ativa}}{\text{Potência Aparente}}$$

Área	Potência Ativa Total (Kw)	Potência Reativa Total (KVar)
1	261,00	135,04
2	92,00	49,76
3	245,00	58,79

Área	FP Total Por Área	Ângulo
1	<b>0,813</b>	<b>35,56</b>
2	<b>0,793</b>	<b>37,50</b>
3	0,949	18,30

# CORREÇÃO DE FATOR DE POTÊNCIA

Com o valor de  $Q_c$ , foi possível determinar a quantidade de potência reativa que deve ser inserida no sistema por meio dos capacitores, a fim de elevar o fator de potência ao valor desejado de  $FP_{novo} = 0,95$  para ambas as áreas, atendendo aos requisitos da concessionária e melhorando o desempenho elétrico da instalação.

$$Q_c = Q - (P * (\tan(\arccos(FP_{novo}))))$$

Área	FP Antigo	Ângulo Antigo	FP Novo (desejado)	Ângulo Novo (desejado)	Potência Ativa Total (kW)	Potência Reativa Total (kVAr)	Potência Necessária do Banco (kVAr)
1	0,81	35,56	0,95	18,19	261	135,036	49,25
2	0,79	37,5	0,95	18,19	92	49,764	19,53



# CORREÇÃO DE FATOR DE POTÊNCIA

## BANCO DE CAPACITORES

Foram especificados bancos de capacitores da linha BCW da WEG, fixos de correção do fator de potência. Esses capacitores trifásicos são dimensionados para operação em redes com tensão nominal de até 440 V e frequência de 60 Hz, possuindo construção robusta com filme de polipropileno metalizado, o que assegura:

- Elevada confiabilidade operacional,
- Alta resistência a sobrecargas,
- Autoproteção contra falhas dielétricas,
- Conformidade com as normas IEC 60831-1 e IEC 60831-2.

Área	Banco de capacitores	Potência reativa do banco (kvar)	Unidade capacitiva do banco	Qtd.
1	BCW50V40 T	50	UCWT50V40 U28 HD	1
2	BCW20V40 T	20	UCWT20V40 Q26 HD	1



Fonte: site WEG



# CORREÇÃO DE FATOR DE POTÊNCIA

## REATOR DE DESSINTONIA

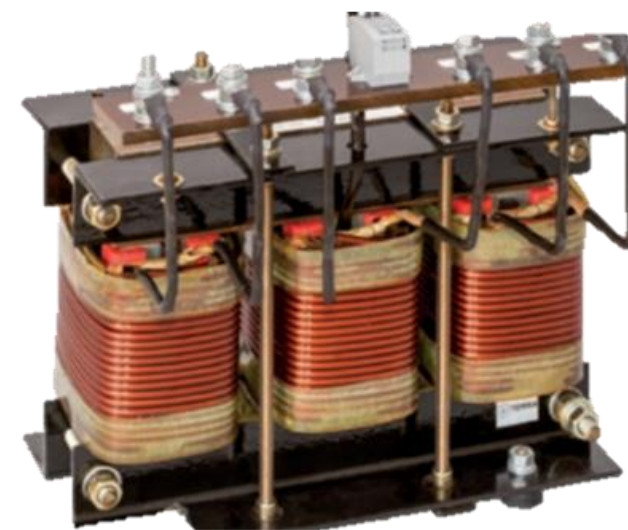
Em ambientes com cargas não lineares, como inversores de frequência, utilizam-se reatores de dessintonia conectados com os bancos de capacitores para evitar ressonâncias harmônicas, proteger os equipamentos e garantir estabilidade no sistema.

Para proteger os capacitores contra harmônicos, foram adotados reatores de dessintonia com frequência de dessintonia em 160,4 Hz, correspondendo a 14% de dessintonia.

Essa solução proporciona:

- Mitigação de distorções harmônicas no sistema,
- Aumento da vida útil dos capacitores,
- Manutenção da qualidade da energia elétrica,
- Melhoria do desempenho global do sistema de compensação reativa.

Área	Modelo	Tensão (V)	Potência Reativa (kVAr)	Corrente (A)
1	DRW14-1,22V40	380	51	77,7 A
2	DRW14-2,85V40	380	21,9	33,2 A



*Fonte: site WEG*

# CORREÇÃO DE FATOR DE POTÊNCIA

## CONTADORES

O acionamento dos bancos de capacitores é feito por contadores da linha CWBC da WEG, que incluem resistores de limitação de corrente de inserção para proteger os capacitores contra picos de corrente durante a energização.

Área	Modelo do Contador	Tensão Nominal de Isolação (V)	Corrente Nominal (A)
1	CWBC65-21-30D23	690	65
2	CWBC25-21-30C15	690	25

**NOTA:** Este componente faz parte do conjunto e é recomendado no próprio catálogo da WEG para uso com o banco de capacitores. Ao selecionar um banco de capacitores no catálogo, a WEG já indica os disjuntores e contadores compatíveis, e o grupo optou por seguir essas recomendações.



Fonte: site WEG

# CORREÇÃO DE FATOR DE POTÊNCIA

## DISJUNTORES

A proteção do sistema foi realizada com disjuntores termomagnéticos da linha DWB da WEG, dimensionados com base nas correntes corrigidas após inserção dos reatores e na seção dos cabos utilizados.

Área	Modelo do Disjuntor	Corrente Nominal (A)	Corrente de interrupção (KA)	Polos
1	DWB160B125-3DX	125	16	3
2	DWB160B50-3DX	50	16	3

**NOTA:** Este componente faz parte do conjunto e é recomendado no próprio catálogo da WEG para uso com o banco de capacitores. Ao selecionar um banco de capacitores no catálogo, a WEG já indica os disjuntores e contadores compatíveis, e o grupo optou por seguir essas recomendações.



*Fonte: site WEG*

# TRANSFORMADOR DE POTÊNCIA

- Para especificarmos adequadamente o transformador de potência da instalação, é necessário, primeiramente, calcular a potência aparente (kVA) de cada setor da planta industrial.
- É importante destacar que, ao especificar o transformador, foi considerado um acréscimo de 35% sobre a potência aparente total da instalação, com o objetivo de acomodar futuras expansões da planta industrial.
- Na tabela a seguir podemos ver a distribuição das potências aparentes por máquina e por setor:

# TRANSFORMADOR DE POTÊNCIA

Área	Carga	Potência ativa (kW)	Potência reativa (kVAr)	Potência aparente (kVA)
1	Motor 1	37,00	20,08	46,17
	Motor 2	92,00	45,93	112,13
	Motor 3	22,00	12,90	29,02
	Motor 4	110,00	56,13	133,51
2	Motor 5	15,00	8,80	19,91
	Motor 6	55,00	28,07	67,04
	Motor 7	22,00	12,90	29,02
3	Auxiliar	75,00	29,39	81,52
	Auxiliar	75,00	29,39	81,52
	Aquecimento 1	30,00	0,00	30,00
	Aquecimento 2	25,00	0,00	25,00
	Aquecimento 3	40,00	0,00	40,00

# TRANSFORMADOR DE POTÊNCIA

Já a tabela abaixo demonstra a potência total que deverá ser suprida pelo transformador:

Pot. Ativa Total (KW)	Pot. Aparente Total (kVA)	Pot. Reativa Total (KVAr)	Aumento de Carga (%)	Potência Necessária do trafo (KVA)
598,00	694,85	243,59	35,00	938,05

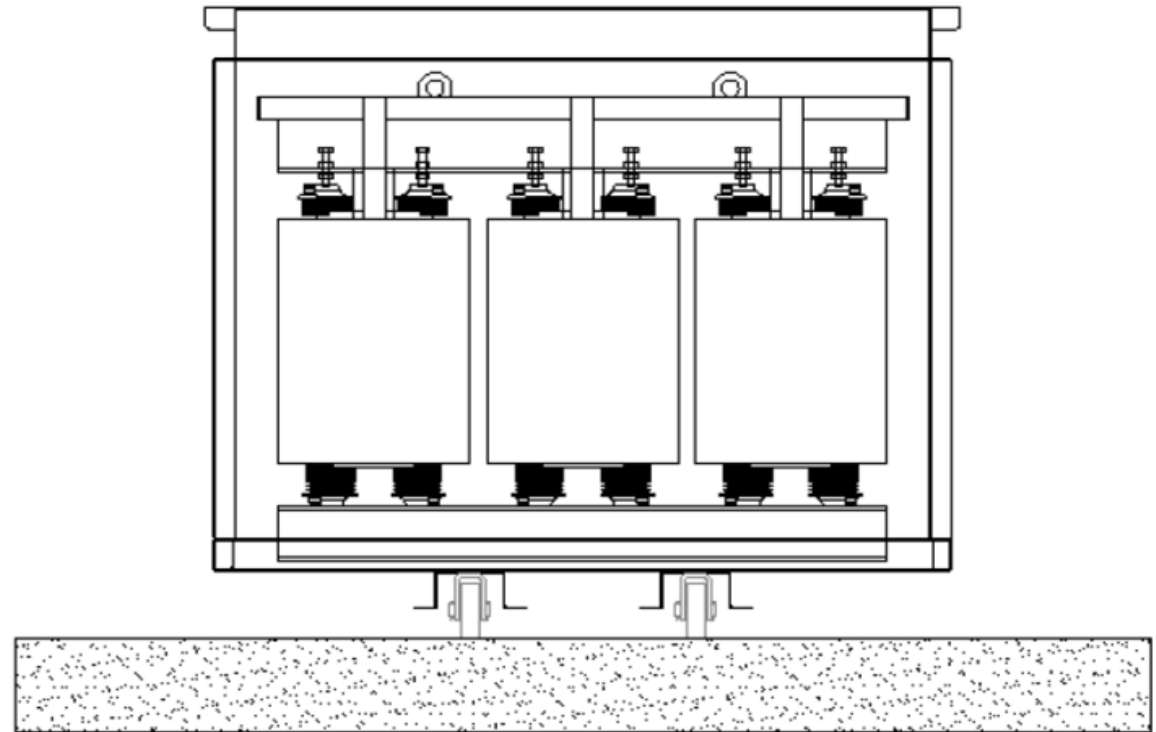
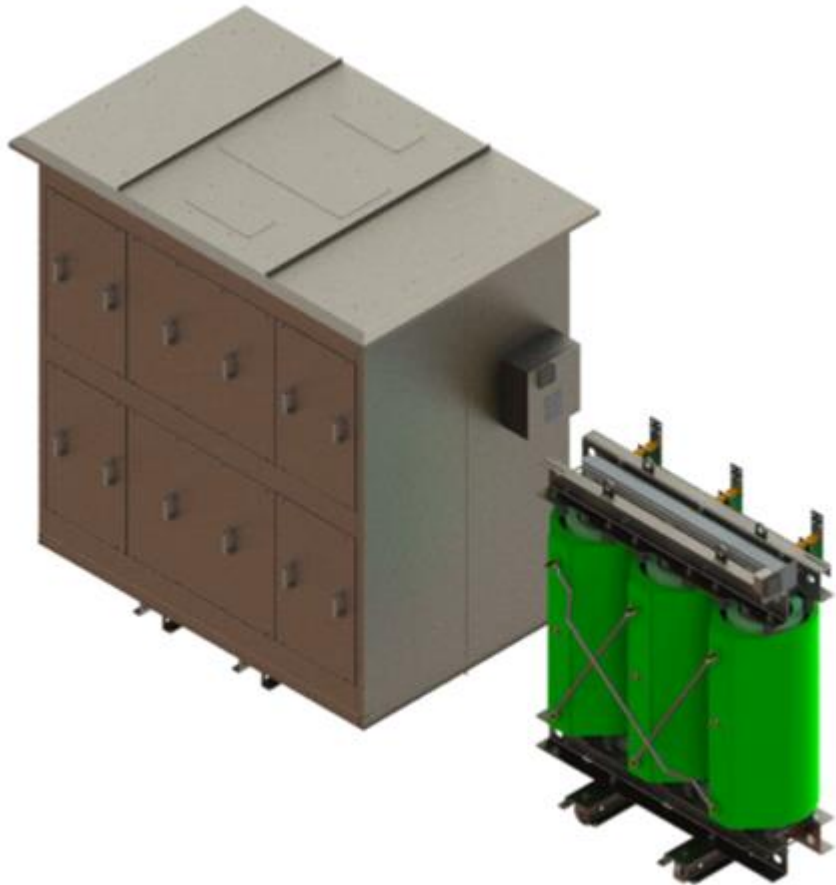
Equipamento escolhido: Transformador Trifásico Seco 14543301 da fabricante WEG, do tipo abaixador, com potência nominal de 1000kVA - conforme a norma **NBR 5356-11**;

Especificações:

- Primário: 13,8kV , enrolamento em Triângulo;
- Secundário: 380V , enrolamento em Estrela;
- Rendimento com FP Unitário: aprox. 98%
- Impedância Base: 6%;
- Perdas Totais: 14,6 kW a 120°C;
- Grau de Proteção: IP-23;
- Monitor de temperatura dos enrolamentos (PT100)

# TRANSFORMADOR DE POTÊNCIA

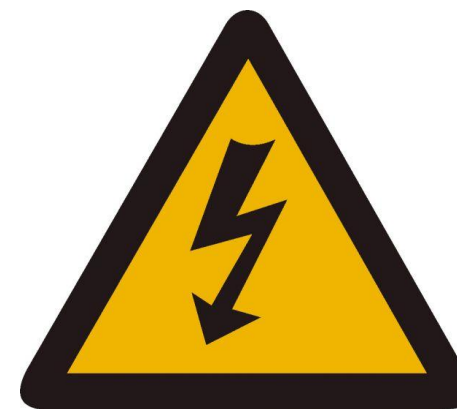
FOTOS:



*Fonte: Manual de instalação de transformadores a seco WEG*

# NÍVEIS DE CURTO-CIRCUITO

- O **Curto-Circuito** ocorre quando há uma ligação accidental entre condutores com diferença de potencial, gerando uma corrente excessiva.
- **Consequências do curto-circuito:**
  - Superaquecimento;
  - Queima de equipamentos;
  - Riscos de incêndio e à segurança dos operadores.
- **Essa análise também influencia:**
  - Escolha e coordenação das proteções;
  - Dimensionamento de barramentos e condutores.
- A norma **ABNT NBR IEC 60947-2** exige que a **capacidade de interrupção dos disjuntores ( $I_{cc}$ )** seja superior à corrente de curto-circuito presumida no ponto de instalação, garantindo o desligamento seguro do circuito.





# NÍVEIS DE CURTO-CIRCUITO

Foram consideradas os seguintes tipos de faltas

- Curto-circuito trifásico;
- Curto-circuito fase-terra.

Fórmulas utilizadas

Curto-Circuito Trifásico:

$$I_{cs} = \frac{V_{base}}{\sqrt{3} \times Z_{eq}}$$

- ***I<sub>cs</sub>***: Corrente trifásica de curto-circuito (A);
- ***V<sub>base</sub>***: Tensão de linha (V);
- ***Z<sub>eq</sub>***: Impedância equivalente até o ponto de falta ( $\Omega$ ).

Curto-Circuito Fase-Terra:

$$I_{cft} = \frac{V_{fase}}{Z_1 + Z_2 + Z_0 + 3Z_f}$$

- ***I<sub>cft</sub>***: Corrente de curto fase-terra (A);
- ***Z<sub>1</sub>*, *Z<sub>2</sub>*, *Z<sub>0</sub>***: Impedâncias de sequência positiva, negativa e zero ( $\Omega$ );
- ***Z<sub>f</sub>***: Impedância de falta à terra (considerada nula).



# NÍVEIS DE CURTO-CIRCUITO

## Dados base:

- Tensão base (MT): 13,8 Kv;
- Tensão base (BT): 380 V;
- Potência base: 100 MVA.

## Impedâncias de suprimento (pu):

- Sequência positiva ( $Z_1$ ):  
R = 0,02 | X = 0,50
- Sequência negativa ( $Z_2$ ):  
R = 0,02 | X = 0,50
- Sequência zero ( $Z_0$ ):  
R = 0,04 | X = 0,80

## Datasheet do Trafo:

- Potência nominal: 1000 kVA;
- Tensões nominais: 13,8 kV / 0,38 kV;
- Impedância percentual ( $Z\%$ ): 6,0%;
- Perdas em carga: 11,7 kW.

## Cálculo da Imp. do Trafo:

$$Z = \frac{Z\% \times P_{base}}{P_{trafo} \times 1000}$$

$Z\%$ : Impedância percentual;

$P_{base}$ : Potência base do sistema (MVA);

$P_{trafo}$ : Potência nominal do transformador (kVA);

Multiplicador de 1000 converte para VA.



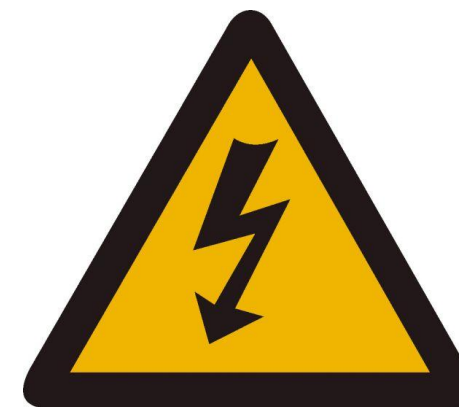
# NÍVEIS DE CURTO-CIRCUITO

## Impedância dos condutores

- Os dados de impedância dos condutores não estavam acessíveis no catálogo do fabricante. Para garantir consistência técnica, foram utilizados valores médios extraídos da tabela da atividade “Ma1 – Curto-Circuito”, conforme mostrado na imagem abaixo.

Seção	Impedância de seqüência positiva (mOhm/m)		Impedância de seqüência zero (mOhm/m)	
	Resistência	Reatância	Resistência	Reatância
1,5	14,8137	0,1378	16,6137	2,9262
2,5	8,8882	0,1345	10,6882	2,8755
4	5,5518	0,1279	7,3552	2,8349
6	3,7035	0,1225	5,5035	2,8000
10	2,2221	0,1207	4,0222	2,7639
16	1,3899	0,1173	3,1890	2,7173
25	0,8891	0,1164	2,6891	2,6692
35	0,6353	0,1128	2,4355	2,6382
50	0,4450	0,1127	2,2450	2,5991
70	0,3184	0,1096	2,1184	2,5681
95	0,2352	0,1090	2,0352	2,5325
120	0,1868	0,1076	1,9868	2,5104
150	0,1502	0,1074	1,9502	2,4843
185	0,1226	0,1073	1,9226	2,4594
240	0,0958	0,1070	1,8958	2,4312
300	0,0781	0,1068	1,8781	2,4067
400	0,0608	0,1058	1,8608	2,3757
500	0,0507	0,1051	1,8550	2,3491
630	0,0292	0,1042	1,8376	2,3001

Fonte: Ma1: curto-circuito em instalação elétrica industrial



# NÍVEIS DE CURTO-CIRCUITO

## Corrente de Curto-Circuito Assimétrica

- Em um curto-circuito, além da componente alternada (AC), existe uma componente contínua (DC) transitória que causa a assimetria da corrente nos primeiros ciclos;
- Essa condição é mais severa nos instantes iniciais da falta e deve ser considerada no dimensionamento das proteções.

### Método 1 (tabela):

$$I_{ca} = F_{assimetria} \times I_{cs}$$

### Método 2 (Cálculo do fator de assimetria):

$$I_{ca} = I_{cs} \times \sqrt{1 + 2e^{-2\tau/t}}$$

### Onde:

- **I<sub>ca</sub>**: Corrente de curto-circuito assimétrica (A);
- **I<sub>cs</sub>**: Corrente de curto-circuito simétrica (A);
- **τ**: Constante de tempo =  $\frac{X}{2\pi fR}$ ;
- **t**: Tempo considerado (1/4 ciclo = 4,16 ms).



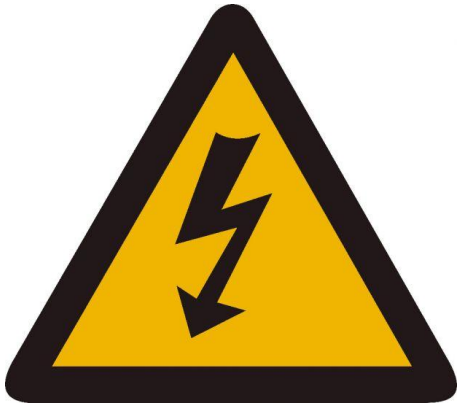
# NÍVEIS DE CURTO-CIRCUITO

## Fatores de assimetria

Os fatores de assimetria foram obtidos da tabela da atividade “Ma1 – Curto-Circuito”, para  $t = 1/4$  ciclo.

Relação	Fator de assimetria	Relação	Fator de assimetria	Relação	Fator de assimetria
X/R	FA	X/R	FA	X/R	FA
0,40	1,00	3,80	1,37	11,00	1,58
0,60	1,00	4,00	1,38	12,00	1,59
0,80	1,02	4,20	1,39	13,00	1,60
1,00	1,04	4,40	1,40	14,00	1,61
1,20	1,07	4,60	1,41	15,00	1,62
1,40	1,10	4,80	1,42	20,00	1,64
1,60	1,13	5,00	1,43	30,00	1,67
1,80	1,16	5,50	1,46	40,00	1,68
2,00	1,19	6,00	1,47	50,00	1,69
2,20	1,21	6,50	1,49	60,00	1,70
2,40	1,24	7,00	1,51	70,00	1,71
2,60	1,26	7,50	1,52	80,00	1,71
2,80	1,28	8,00	1,53	100,00	1,71
3,00	1,30	8,50	1,54	200,00	1,72
3,20	1,32	9,00	1,55	400,00	1,72
3,40	1,34	9,50	1,56	600,00	1,73
3,60	1,35	10,00	1,57	1000,00	1,73

Fonte: Ma1: curto-circuito em instalação elétrica industrial



# NÍVEIS DE CURTO-CIRCUITO

## Resultados obtidos:

A seguir, são apresentados os resultados obtidos para as correntes de curto-circuito nas barras do sistema, determinados por meio de cálculos analíticos:

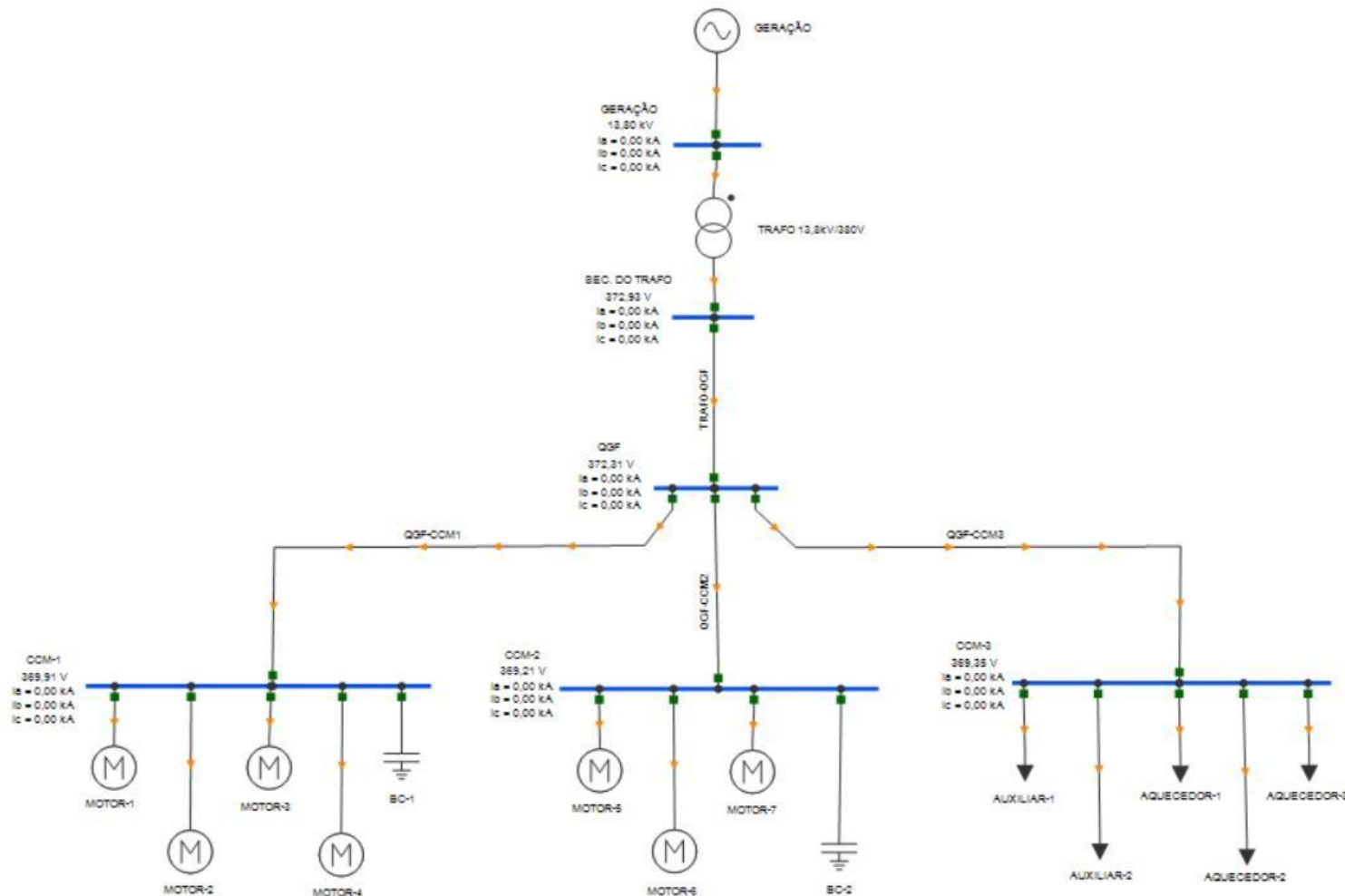
Local	Ics (A)	Icft (A)	Fator de assimetria	Ica (A)
Fornecimento de Energia	8360.7093	6965.9528	1.6626	13900.3611
Transformador - lado BT	23393.3324	23040.2170	1.4540	34014.3752
QGF	22614.1373	22532.8650	1.4231	32181.1683
CCM1	18386.3684	8708.2246	1.2155	22348.3320
CCM2	11711.2390	4366.3327	1.0441	12227.8560
CCM3	15751.9670	5132.0955	1.2201	19218.2686

NOME	ES	VALOR	BASE	GERAÇÃO	TRANSFORMADOR	RAL DE FORÇA
NOME COMPLETO						
10000						
10001						
10002						
10003						
10004						
10005						
10006						
10007						
10008						
10009						
10010						
10011						
10012						
10013						
10014						
10015						
10016						
10017						
10018						
10019						
10020						
10021						
10022						
10023						
10024						
10025						
10026						
10027						
10028						
10029						
10030						
10031						
10032						
10033						
10034						
10035						
10036						
10037						
10038						
10039						
10040						
10041						
10042						
10043						
10044						
10045						
10046						
10047						
10048						
10049						
10050						
10051						
10052						
10053						
10054						
10055						
10056						
10057						
10058						
10059						
10060						
10061						
10062						
10063						
10064						
10065						
10066						
10067						
10068						
10069						
10070						
10071						
10072						
10073						
10074						
10075						
10076						
10077						
10078						
10079						
10080						
10081						
10082						
10083						
10084						
10085						
10086						
10087						
10088						
10089						
10090						
10091						
10092						
10093						
10094						
10095						
10096						
10097						
10098						
10099						
10100						
10101						
10102						
10103						
10104						
10105						
10106						
10107						
10108						
10109						
10110						
10111						
10112						
10113						
10114						
10115						
10116						
10117						
10118						
10119						
10120						
10121						
10122						
10123						
10124						
10125						
10126						
10127						
10128						
10129						
10130						
10131						
10132						
10133						
10134						
10135						
10136						
10137						
10138						
10139						
10140						
10141						
10142						
10143						
10144						
10145						
10146						
10147						
10148						
10149						
10150						
10151						
10152						
10153						
10154						
10155						
10156						
10157						
10158						
10159						
10160						
10161						
10162						
10163						
10164						
10165						
10166						
10167						
10168						
10169						
10170						
10171						
10172						
10173						
10174						
10175						
10176						
10177						
10178						
10179						
10180						
10181						
10182						
10183						
10184						
10185						
10186						
10187						
10188						
10189						
10190						
10191						
10192						
10193						
10194						
10195						
10196						
10197						
10198						
10199						
10200						
10201						

# NÍVEIS DE CURTO-CIRCUITO

## Simulação PSP-UFU:

Para a comprovação dos cálculos, foi realizada uma simulação no software PSP-UFU:



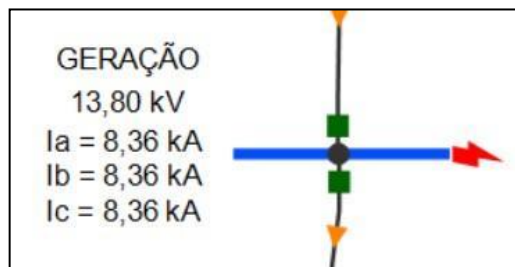
Simulação no PSP-UFU



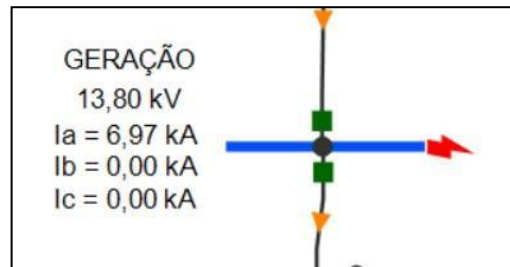
# NÍVEIS DE CURTO-CIRCUITO

## Simulação PSP-UFU:

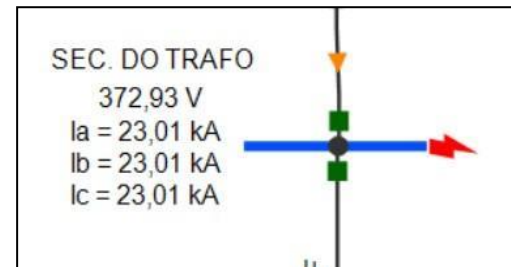
*Falta trifásica geração*



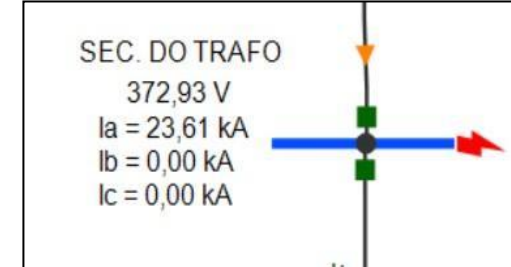
*Falta monofásica geração*



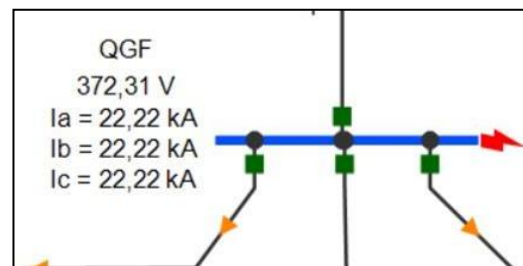
*Falta trifásica sec. do trafo*



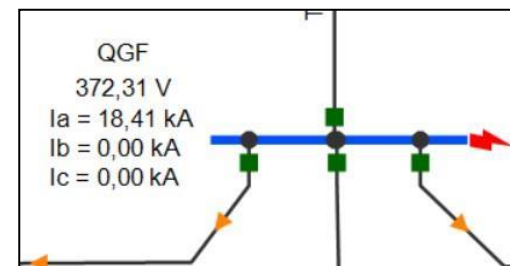
*Falta monofásica sec. do trafo*



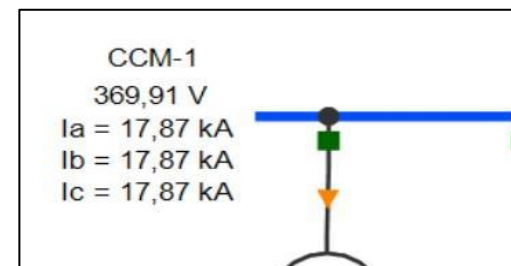
*Falta trifásica QGF*



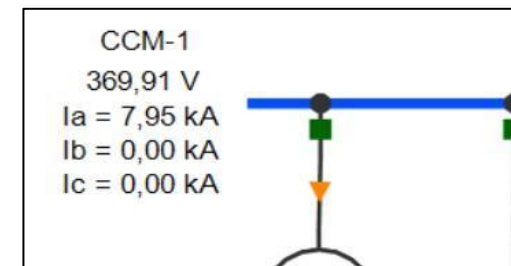
*Falta monofásica QGF*



*Falta trifásica CCM-1*



*Falta monofásica CCM-1*

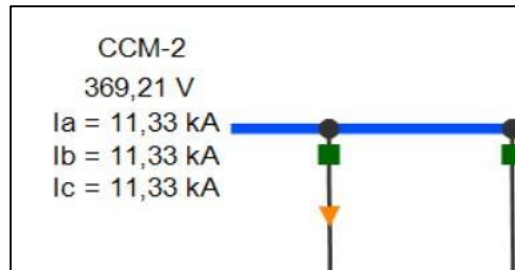




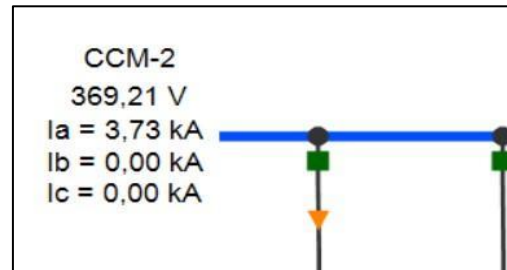
# NÍVEIS DE CURTO-CIRCUITO

## Simulação PSP-UFU:

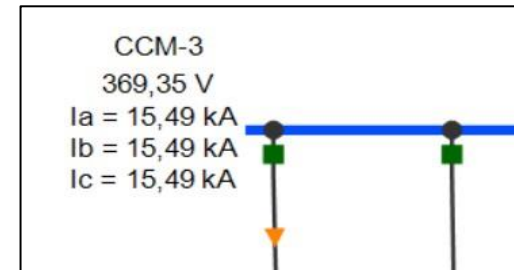
*Falta trifásica CCM-2*



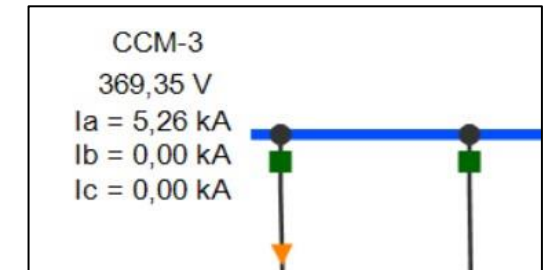
*Falta monofásica CCM-2*



*Falta trifásica CCM-3*



*Falta monofásica CCM-3*

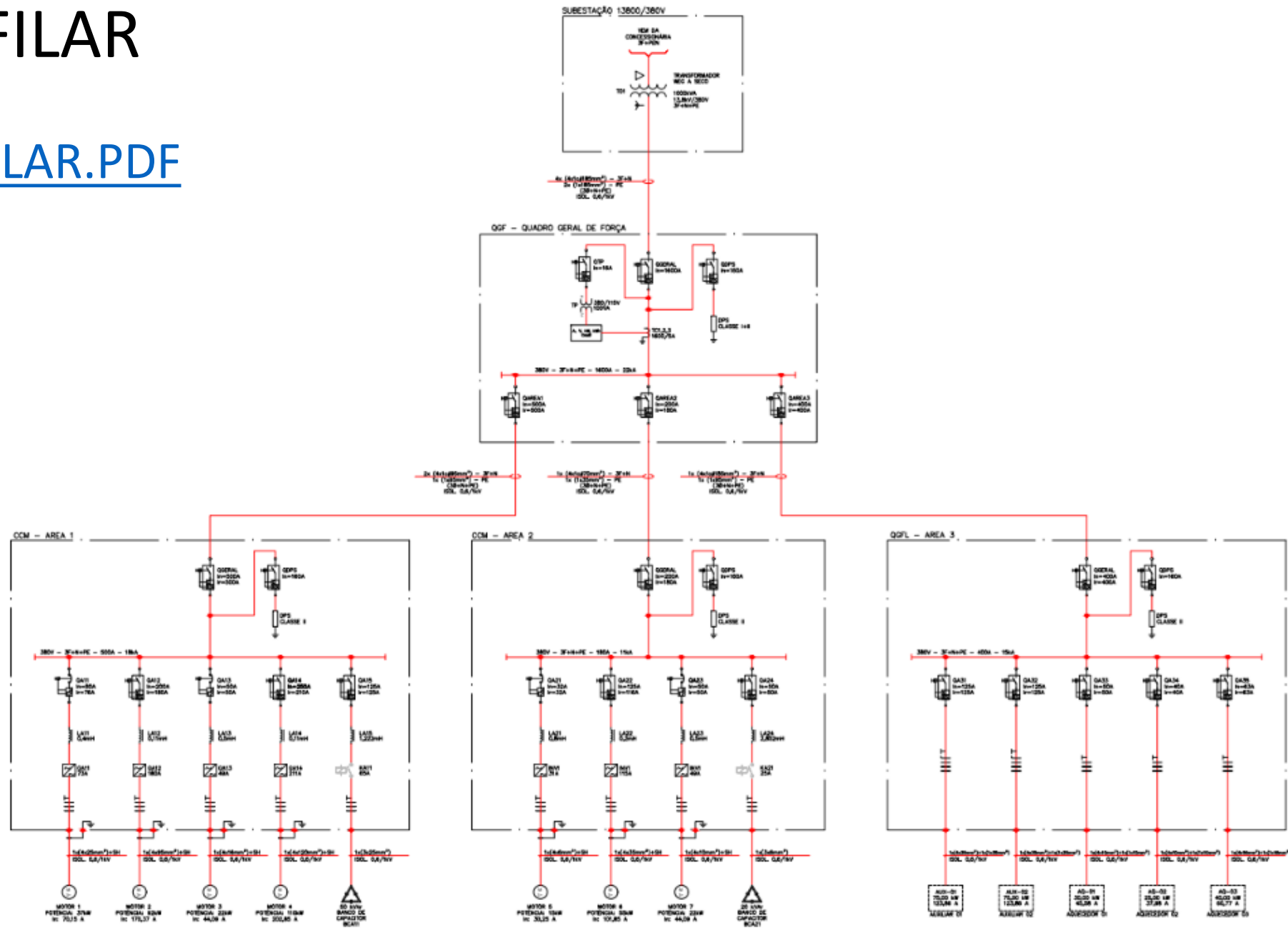


## Resultados obtidos:

	Fornecimento de Energia	Transformador lado BT	QGF	CCM-1	CCM-2	CCM-3
Ics (kA)	8.36	23.01	22.22	17.87	11.33	15.49
Icft (kA)	6.97	23.61	18.41	7.95	3.73	5.26

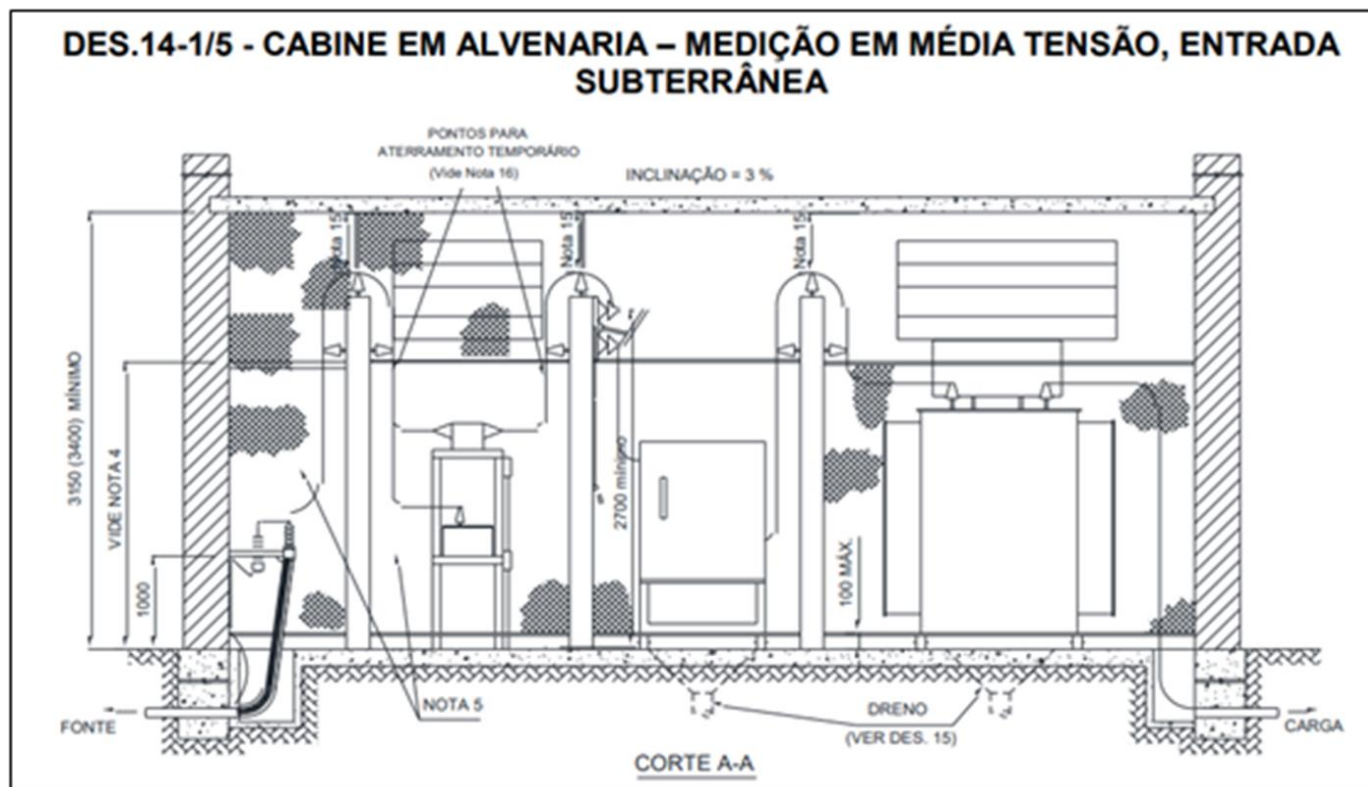
# UNIFILAR

[UNIFILAR.PDF](#)



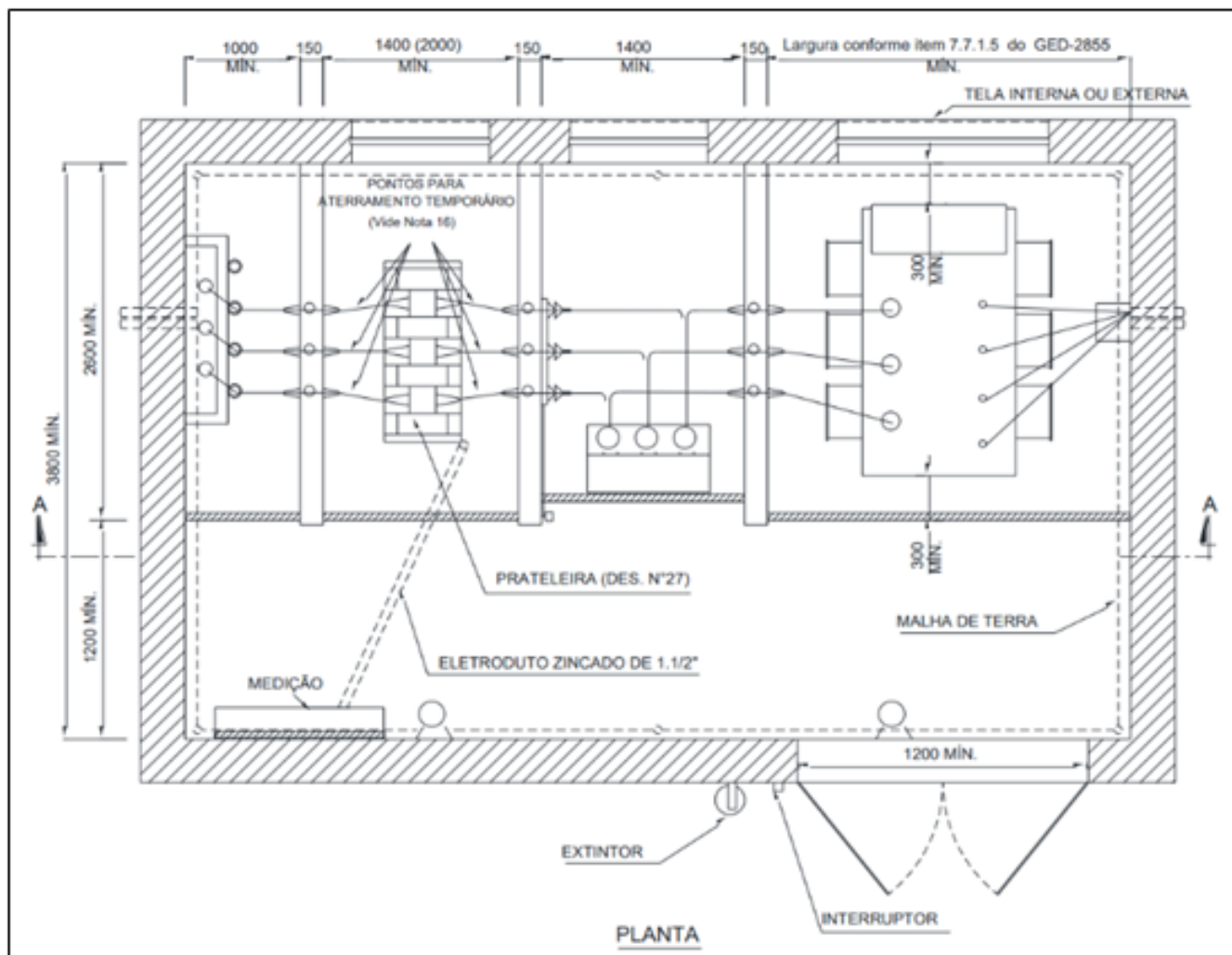
# SUBESTAÇÃO ABRIGADA

A subestação será executada em cabine abrigada de alvenaria, conforme requisitos das normas GED-2855 e GED-2856, garantindo segurança, durabilidade e ventilação adequada, especialmente para ambientes industriais do setor alimentício. O transformador seco IP-23, com rendimento superior a 98%, requer ventilação forçada. Por isso, estão previstos um ventilador para insuflação de ar frio na parte inferior da sala e um exaustor na parte superior para remoção do ar quente.

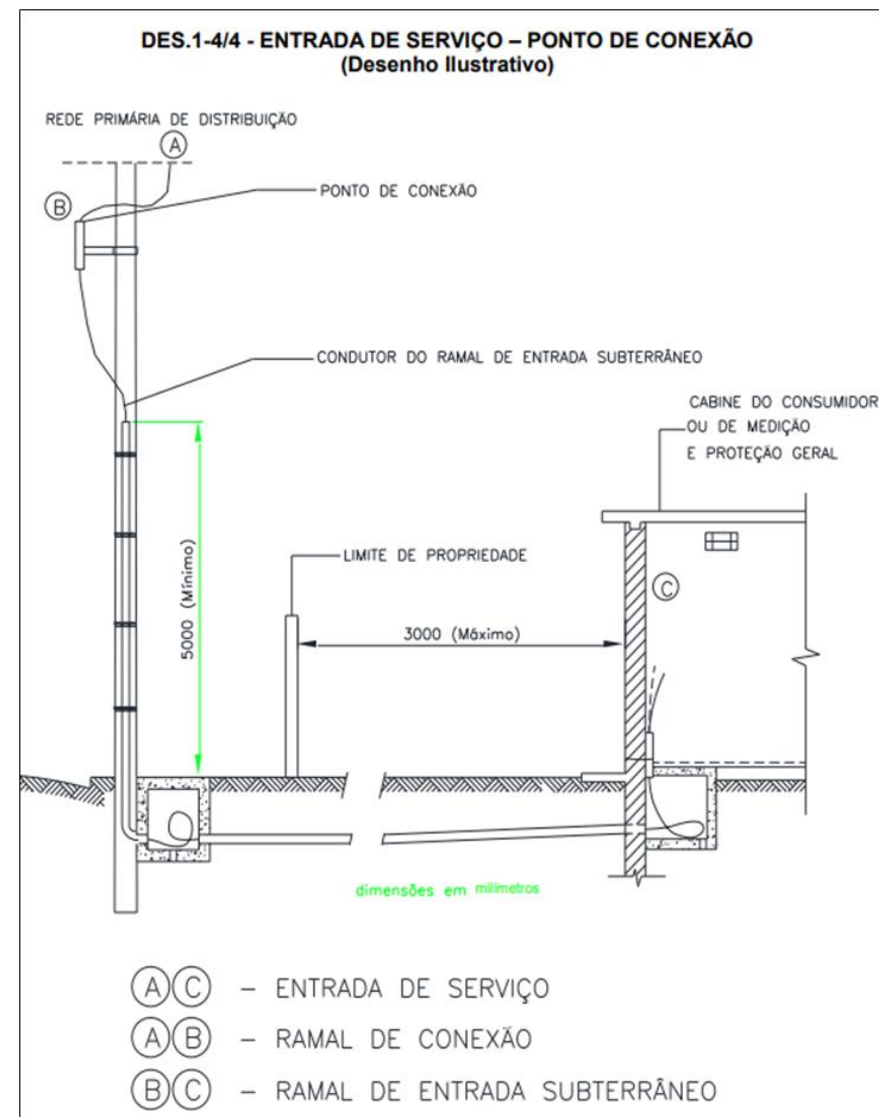


Fonte: Norma GED 2856

# SUBESTAÇÃO ABRIGADA



Fonte: Norma GED 2856



Fonte: Norma GED 2856

# LUMINOTÉCNICO

O projeto luminotécnico a seguir se deu pela utilização dos seguintes parâmetros, é o cálculo feito através do software DIALux EVO.

- Local: escritório comum
- Dimensões: 20 x 15 metros
- Pé direito (PD): 3,5 metros
- Altura de Trabalho (H1): 0,8 metros
- Altura Lâmpada Teto (H2): 0,9 metros
- Teto: superfície branca
- Paredes: Brancas
- Pisos: escuros



*Fonte: DIALux EVO*

# LUMINOTÉCNICO

Com base nos dados passados e a informação que a área se tratava de um escritório comum, adotamos a pior situação possível que é 500 Lux de iluminância local, segundo a figura a seguir:

## 8. Escritórios

Arquivamento, cópia, circulação etc.	300
Escrever, teclar, ler, processar dados	500
Estações de projeto por computador	500

*Fonte: CREDER, Hélio. Instalações elétricas. 16. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2016. Tabela 13.4.*

# LUMINOTÉCNICO

Agora iremos determinar o índice de reflexão que é a capacidade de uma superfície refletir a luz incidente, sendo expresso em forma percentual (%), Seguindo a parametrização estipulada pela norma, conforme a seguir, o índice escolhido foi **751**, onde foi adotado **7** para paredes brancas, **5** para teto de superfície clara e **1** para pisos escuros

Índice	Reflexão	Significado
1	10 %	Superfície escura
3	30 %	Superfície média
5	50 %	Superfície clara
7	70 %	Superfície branca

*Fonte: CREDER, Hélio. Instalações elétricas. 16. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2016. Tabela 13.7.*



# LUMINOTÉCNICO

Agora iremos selecionar o fator de depreciação que é aplicado no cálculo luminotécnico para garantir que, mesmo com a degradação ao longo do tempo, o nível de iluminância continue adequado para a atividade exercida no ambiente. É uma forma de planejar uma iluminação duradoura e eficiente.

Fator de Manutenção	Exemplo
0,80	Ambiente muito limpo, ciclo de manutenção de um ano, 2 000 h/ano de vida até a queima com substituição da lâmpada a cada 8 000 h, substituição individual, luminárias direta e direta/indireta com uma pequena tendência de coleta de poeira.
0,67	Carga de poluição normal no ambiente, ciclo de manutenção de três anos, 2 000 h/ano de vida até a queima com substituição da lâmpada a cada 12 000 h, substituição individual, luminárias direta e direta/indireta com uma pequena tendência de coleta de poeira.
0,57	Carga de poluição normal no ambiente, ciclo de manutenção de três anos, 2 000 h/ano de vida até a queima com substituição da lâmpada a cada 12 000 h, substituição individual, luminárias com uma tendência normal de coleta de poeira.
0,50	Ambiente sujo, ciclo de manutenção de três anos, 8 000 h/ano de vida até a queima com substituição da lâmpada a cada 8 000 h, LLB, substituição em grupo, luminárias com uma tendência normal de coleta de poeira.

Fonte: CREDER, Hélio. *Instalações elétricas*. 16. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2016. Tabela 13.9.

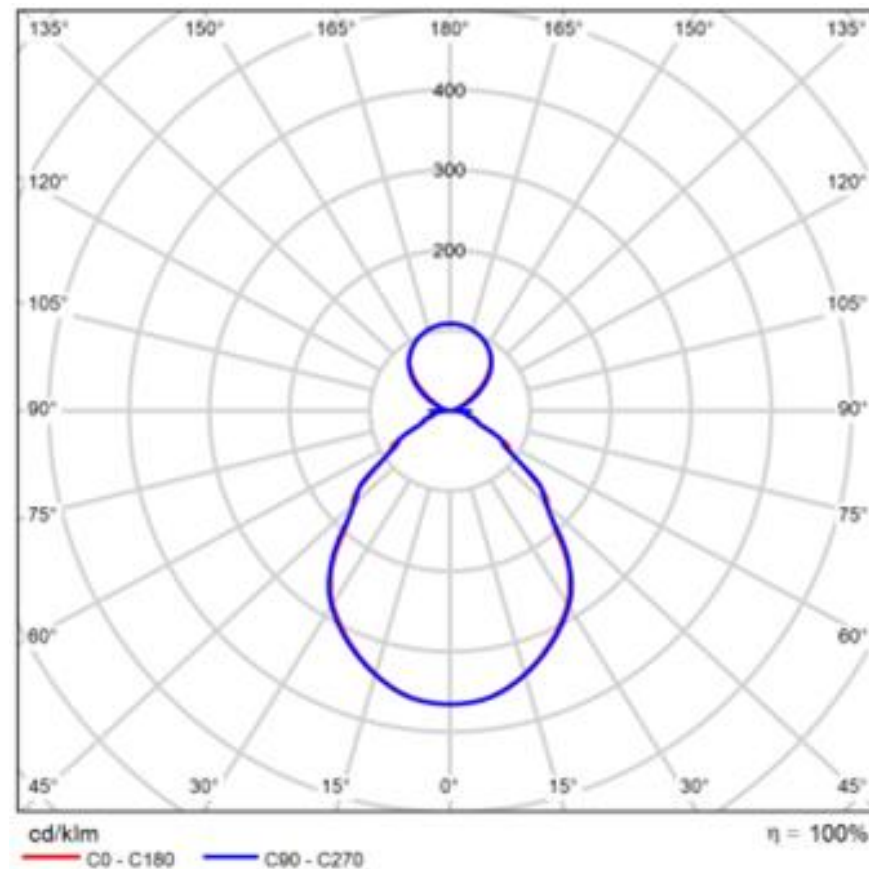


# LUMINOTÉCNICO

Foram utilizados o modelo da lâmpada a seguir, o modelo em questão demonstrou um bom desempenho nos cálculos feitos pelo grupo e a marca em questão possui renome internacional.

 	
Nº do artigo	6937
P	98.0 W
$\Phi_{\text{Lâmpada}}$	11849 lm
$\Phi_{\text{Luminária}}$	11849 lm
$\eta$	100.00 %
Rendimento luminoso	120.9 lm/W
CCT	3000 K
CRI	80

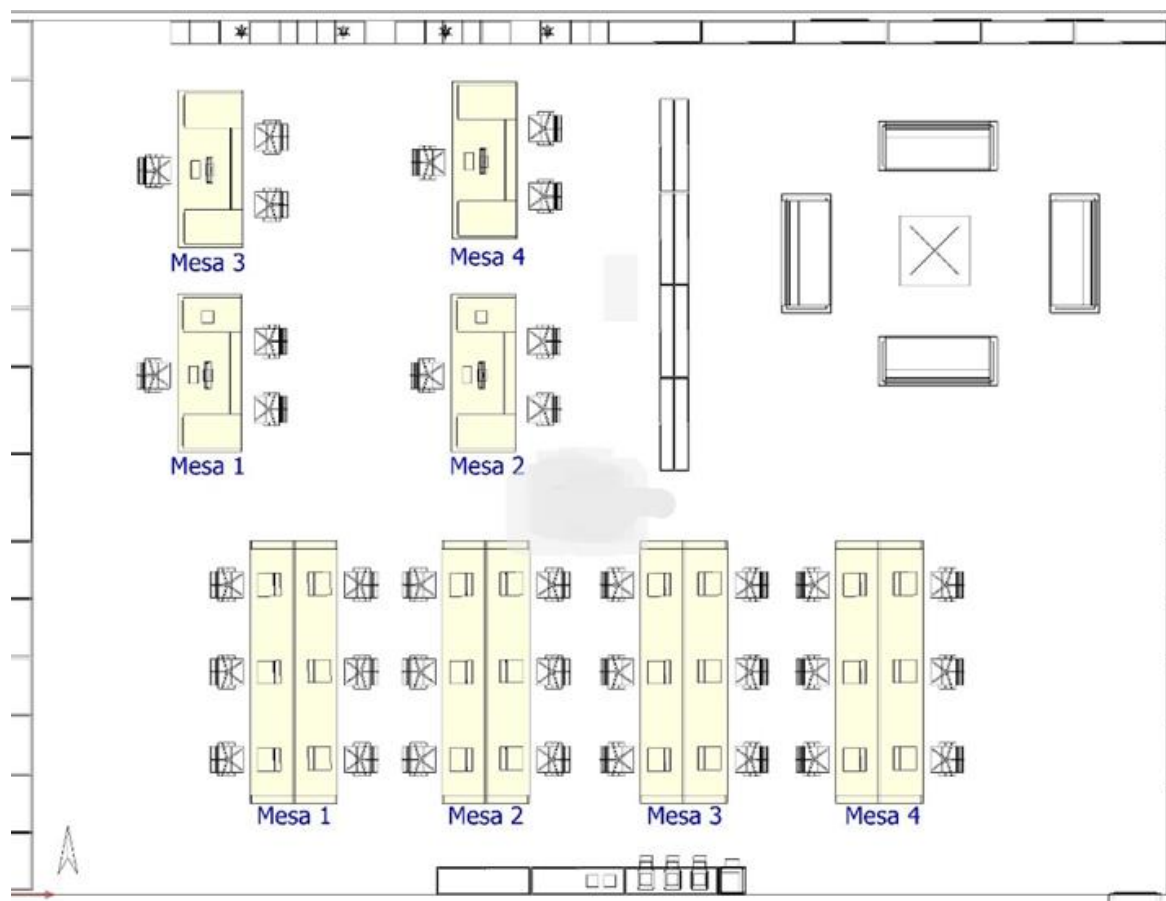
Fonte: DIALux EVO



Fonte: DIALux EVO

# LUMINOTÉCNICO

O grupo propôs um layout arquitetônico de móveis conforme a figura a seguir, para um dimensionamento luminotécnico mais profissional e para melhor compreensão.



**NOTA:** A área dos sofás, armários e bancadas foram desconsideradas dos cálculos, servindo apenas para teor ilustrativo.

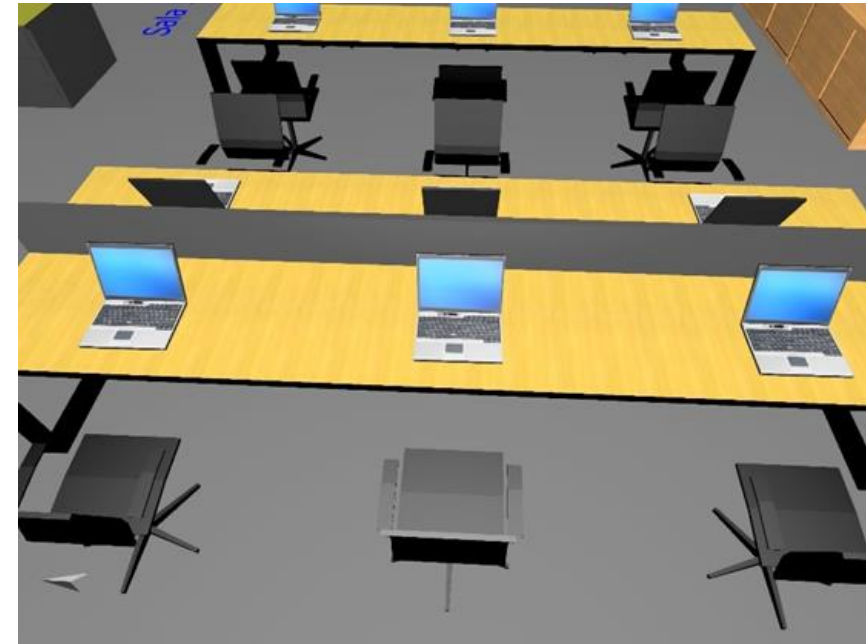
Fonte: DIALux EVO

# LUMINOTÉCNICO

A partir do layout arquitetônico proposto, foi possível definir as áreas destinadas às tarefas visuais. Conforme ilustrado nas imagens a seguir, essas áreas foram estrategicamente posicionadas sobre as mesas, que representam os principais pontos de execução das atividades laborais



*Fonte: DIALux EVO*



*Fonte: DIALux EVO*

# LUMINOTÉCNICO

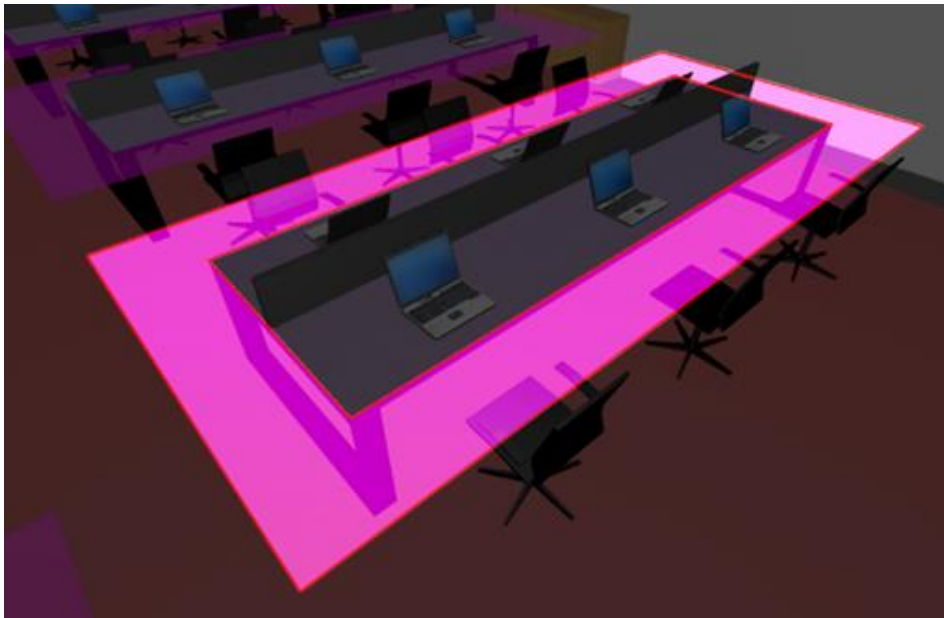
Considerando que foi adotado um nível de iluminância de 500 lux sobre o plano de trabalho, conforme recomendado para ambientes de escritório que exigem tarefas visuais de complexidade média, a norma vigente estabelece que as áreas adjacentes a esse plano ou seja, os arredores imediatos devem apresentar, no mínimo, 300 lux de iluminância.

<b>Iluminância da tarefa (lux)</b>	<b>Iluminância do entorno imediato (lux)</b>
$\geq 750$	500
500	300
300	200
$\leq 200$	Mesma iluminância da área de tarefa

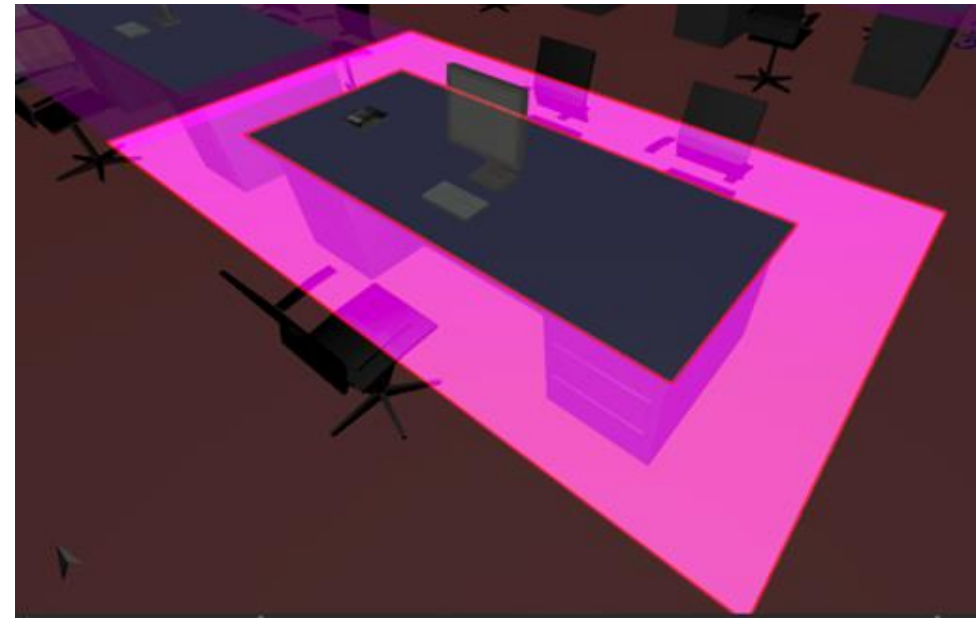
*Fonte: CREDER, Hélio. Instalações elétricas. 16. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2016. Tabela 13.5.*

# LUMINOTÉCNICO

Os arredores da área de tarefa visual correspondem à zona que circunda diretamente a superfície onde se realiza a atividade principal, pela norma ABNT NBR ISO/CIE 8995-1 é estipulada em 0,5 metros.



*Fonte: DIALux EVO*



*Fonte: DIALux EVO*

# LUMINOTÉCNICO

O software DIALux nos permite realizar vários parâmetros de cálculos diferentes, mas o grupo optou pelo plano de trabalho visual sendo um cálculo mais completo.

- **Área de Tarefa Visual:** é a região específica dentro da superfície de cálculo onde se realiza a atividade visual principal.

Fui utilizado somente um tipo de potência luminosa na parametrização dos cálculos luminotécnicos, com foco na forma como o fluxo luminoso foi distribuído para atender aos critérios normativos de iluminância.

- **potência luminosa perpendicular:** refere-se à componente do fluxo luminoso emitido pelas luminárias que incide diretamente de cima para baixo sobre a superfície de trabalho, formando um ângulo de  $90^\circ$  com o plano da tarefa visual.

# LUMINOTÉCNICO

A seguir será apresentada a explicação de cada uma das colunas exibidas no relatório do DIALux

$\bar{E}$ (Nominal)	$E_{\min}$	$E_{\max}$	$U_o (g_1)$ (Nominal)
------------------------	------------	------------	--------------------------

*Fonte: DIALux EVO*

**$E_{\text{nominal}}$  (Iluminância Nominal):** é o valor de iluminância médio calculado para a superfície ou área de tarefa visual.

**$E_{\min}$  (Iluminância Mínima):** é o menor valor de iluminância registrado na superfície de cálculo durante a simulação.

**$E_{\max}$  (Iluminância Máxima):** é o maior valor de iluminância registrado na superfície de cálculo.

# LUMINOTÉCNICO

A seguir será apresentada a explicação de cada uma das colunas exibidas no relatório do DIALux.

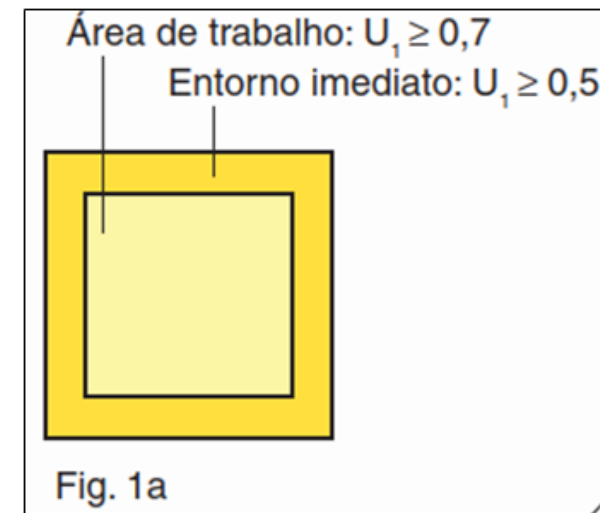
$\bar{E}$ (Nominal)	$E_{\min}$	$E_{\max}$	$U_0 (g_1)$ (Nominal)	$g_2$
------------------------	------------	------------	--------------------------	-------

Fonte: DIALux EVO

**U0 (Uniformidade):** é um parâmetro que indica a quão homogênea é a distribuição da luz sobre uma determinada superfície. Ela é calculada como a razão entre a iluminância mínima e a iluminância média no plano de trabalho:

$$U = E_{\min}/E_{\text{med}}$$

**NOTA:** Lembrando que a norma ABNT NBR ISO/CIE 8995-1 estabelece que a uniformidade para áreas de tarefa visual seja  $U_0 \geq 0.7$  e para entornos imediatos (arredores) ele estabelece que  $U_0 \geq 0.6$ .

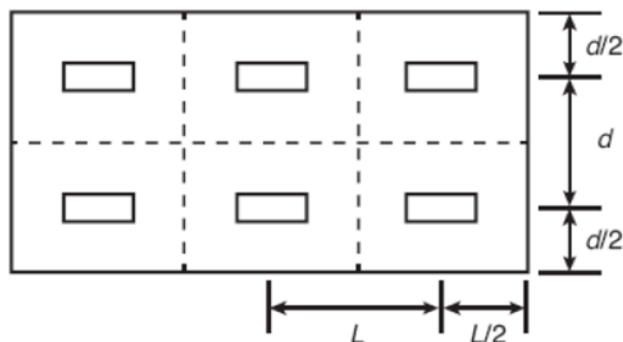


Fonte: ABNT NBR ISO/CIE 8995-1

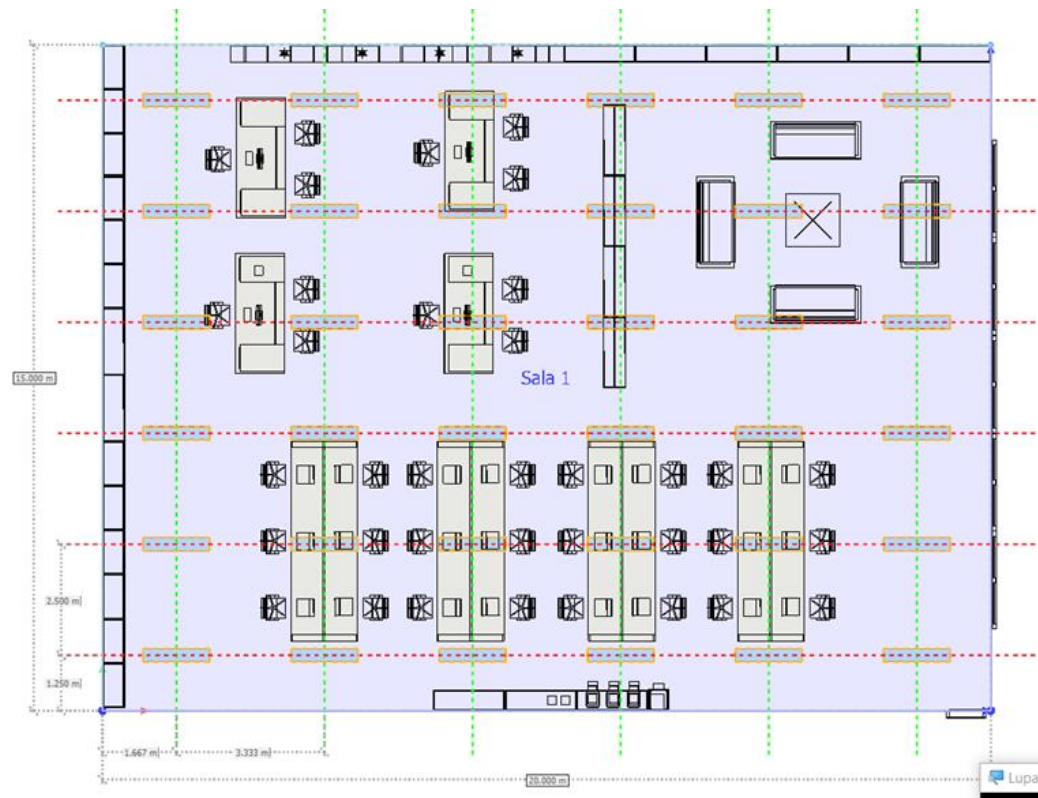


# LUMINOTÉCNICO

Seguindo a parametrização de distâncias estipulada por norma, onde a distância entre a luminária e a parede deve ser metade da distância entre as luminárias. As Figuras a seguir demonstram a distribuição proposta pelo grupo, sendo um sistema de 6 colunas e 6 linhas, totalizando 36 luminárias



*Fonte: CREDER, Hélio. Instalações elétricas. 16. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2016.  
Imagem 13.22.*



*Fonte: DIALux EVO*

# LUMINOTÉCNICO

A seguir mostraremos os resultados obtidos através da simulação no DIALux

Propriedades	$\bar{E}$ (Nominal)	$E_{\min}$	$E_{\max}$	$U_o (g_1)$ (Nominal)
Área da tarefa visual mesa 1 Potência luminosa perpendicular Altura: 0.800 m, Arredores: 0.500 m	824 lx ( $\geq 500$ lx) ✓	599 lx	1101 lx	0.73 ( $\geq 0.60$ ) ✓
Arredores mesa 1 Potência luminosa perpendicular Altura: 0.800 m	993 lx ( $\geq 300$ lx) ✓	778 lx	1357 lx	0.78 ( $\geq 0.40$ ) ✓

*Fonte: DIALux EVO*

Área da tarefa visual mesa 2 Potência luminosa perpendicular Altura: 0.800 m, Arredores: 0.500 m	823 lx ( $\geq 500$ lx) ✓	598 lx	1094 lx	0.73 ( $\geq 0.60$ ) ✓
Arredores mesa 2 Potência luminosa perpendicular Altura: 0.800 m	996 lx ( $\geq 300$ lx) ✓	768 lx	1365 lx	0.77 ( $\geq 0.40$ ) ✓

*Fonte: DIALux EVO*

# LUMINOTÉCNICO

A seguir mostraremos os resultados obtidos através da simulação no DIALux

Área da tarefa visual mesa 3 Potência luminosa perpendicular Altura: 0.800 m, Arredores: 0.500 m	826 lx (≥ 500 lx) ✓	605 lx	1123 lx	0.73 (≥ 0.60) ✓
Arredores mesa 3 Potência luminosa perpendicular Altura: 0.800 m	998 lx (≥ 300 lx) ✓	774 lx	1359 lx	0.78 (≥ 0.40) ✓

*Fonte: DIALux EVO*

Área da tarefa visual mesa 4 Potência luminosa perpendicular Altura: 0.800 m, Arredores: 0.500 m	824 lx (≥ 500 lx) ✓	594 lx	1133 lx	0.72 (≥ 0.60) ✓
Arredores mesa 4 Potência luminosa perpendicular Altura: 0.800 m	997 lx (≥ 300 lx) ✓	755 lx	1377 lx	0.76 (≥ 0.40) ✓

*Fonte: DIALux EVO*

# LUMINOTÉCNICO

A seguir mostraremos os resultados obtidos através da simulação no DIALux

Área da tarefa visual mesa individual 1 Potência luminosa perpendicular Altura: 0.800 m, Arredores: 0.500 m	738 lx (≥ 500 lx) ✓	558 lx	935 lx	0.76 (≥ 0.60) ✓
Arredores mesa individual 1 Potência luminosa perpendicular Altura: 0.800 m	888 lx (≥ 300 lx) ✓	681 lx	1217 lx	0.77 (≥ 0.40) ✓

*Fonte: DIALux EVO*

Área da tarefa visual mesa individual 2 Potência luminosa perpendicular Altura: 0.800 m, Arredores: 0.500 m	763 lx (≥ 500 lx) ✓	497 lx	991 lx	0.65 (≥ 0.60) ✓
Arredores mesa individual 2 Potência luminosa perpendicular Altura: 0.800 m	920 lx (≥ 300 lx) ✓	711 lx	1227 lx	0.77 (≥ 0.40) ✓

*Fonte: DIALux EVO*

# LUMINOTÉCNICO

A seguir mostraremos os resultados obtidos através da simulação no DIALux

Área da tarefa visual mesa individual 3	824 lx	906 lx	1297 lx	0.76
Potência luminosa perpendicular	(≥ 500 lx)			(≥ 0.60)
Altura: 0.800 m, Arredores: 0.500 m	✓			✓
Arredores mesa individual 3	1016 lx	831 lx	1221 lx	0.82
Potência luminosa perpendicular	(≥ 300 lx)			(≥ 0.40)
Altura: 0.800 m	✓			✓

*Fonte: DIALux EVO*

Área da tarefa visual mesa individual 4	823 lx	758 lx	1345 lx	0.73
Potência luminosa perpendicular	(≥ 500 lx)			(≥ 0.60)
Altura: 0.800 m, Arredores: 0.500 m	✓			✓
Arredores mesa individual 4	1048 lx	813 lx	1372 lx	0.78
Potência luminosa perpendicular	(≥ 300 lx)			(≥ 0.40)
Altura: 0.800 m	✓			✓

*Fonte: DIALux EVO*

# LUMINOTÉCNICO

A seguir mostraremos imagens da sala proposta.



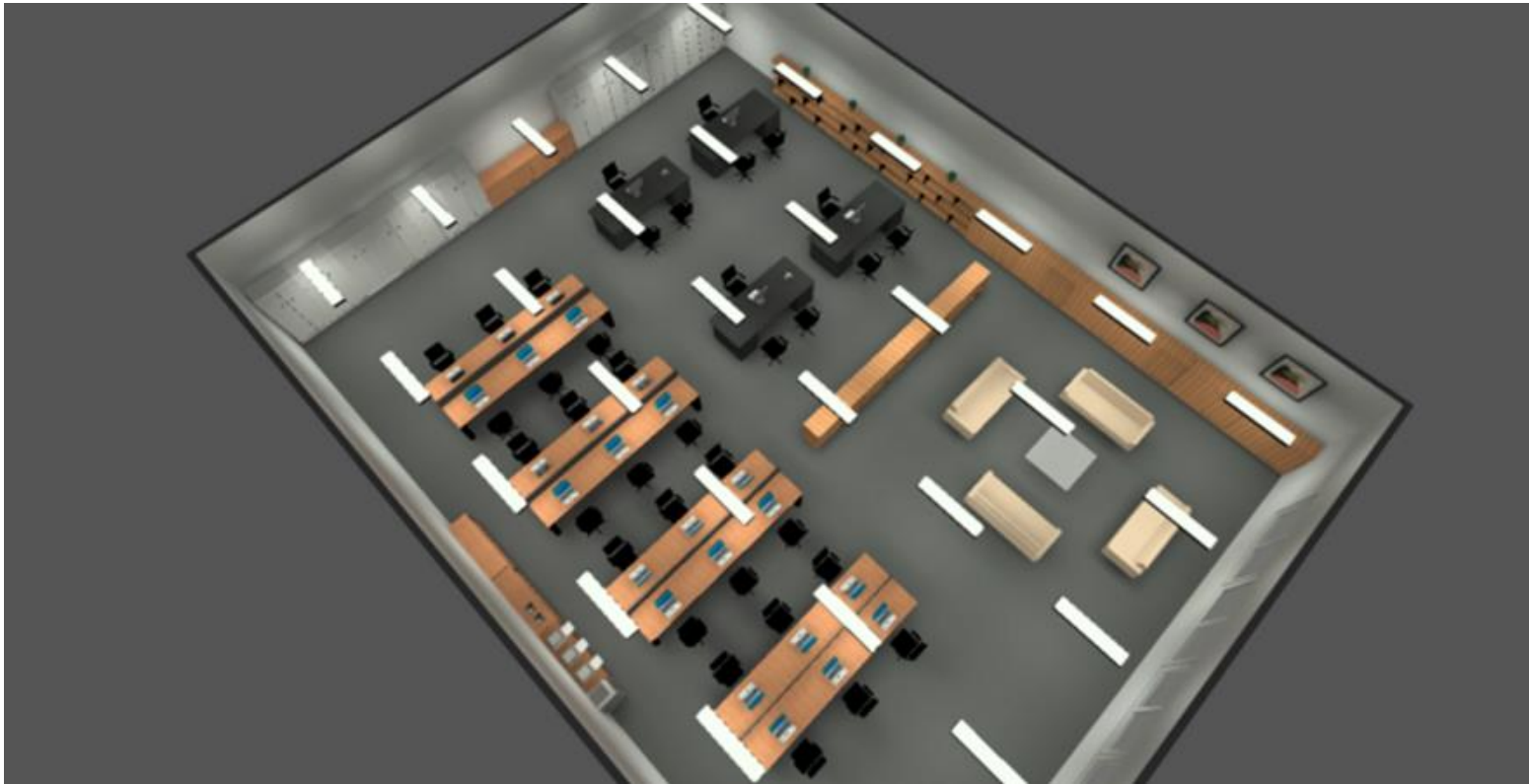
*Fonte: DIALux EVO*



*Fonte: DIALux EVO*

# LUMINOTÉCNICO

A seguir mostraremos imagens da sala proposta.



*Fonte: DIALux EVO*

# CONCLUSÃO

O projeto elétrico industrial proposto pelo grupo, cumpriu com os requisitos técnicos e normativos, garantindo segurança, eficiência e conformidade com as normas aplicáveis.

O grupo conclui que este trabalho foi essencial para o desenvolvimento e aprendizagem coletiva, e um passo importante em nossa trajetória como futuros engenheiros elétricos.



# OBRIGADO!

