

UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO

FERNANDA OLIVEIRA

NATHALIA SANTANA

RICARDO VIEIRA

INSTALAÇÕES ELÉTRICAS I

Memorial de Cálculos

Vitória - ES

2020

1. PREVISÃO MÍNIMA DE CARGAS

1.1. ÁREA DE SERVIÇO

A área de serviço possui uma área de $8,635\text{m}^2$ e um perímetro de $12,250\text{m}$. Com isso, para a iluminação, segundo a NBR 5410, temos que:

$$\text{Potência Mínima} = 100 \text{ VA (primeiros } 6\text{m}^2)$$

Dessa forma, com a potência total de 100 VA, determinamos um ponto de luz de 100 VA para a área de serviço.

Para as tomadas de uso geral (TUG), segundo a NBR 5410 temos que:

$$\text{Número mínimo de tomadas} = 12,250/3,5 = 4 \text{ tomadas}$$

$$\text{Potência Mínima} = 600 \times 3 \text{ (600 VA até 3 tomadas)} + 100 \times 1 \text{ (100 VA às excedentes)} = 1900 \text{ VA}$$

Dessa forma, determinamos três tomadas de 600 VA e uma de 100 VA.

Para as tomadas de uso específico (TUE), temos uma máquina de lavar e secar roupa de 2100 W com $\text{fp} = 0,8$. Dessa forma, temos que:

$$\text{Potência (VA)} = 2100/0,8 = 2625 \text{ VA}$$

1.2. CIRCULAÇÃO/CORREDOR

A circulação/corredor possui uma área de $5,150\text{m}^2$ e um perímetro de $12,300\text{m}$. Com isso, para a iluminação, segundo a NBR 5410, temos que:

$$\text{Potência Mínima} = 100 \text{ VA (área menor que } 6\text{m}^2)$$

Dessa forma, com a potência total de 100 VA, determinamos um ponto de luz de 100 VA para a circulação/corredor.

Para as tomadas de uso geral (TUG), segundo a NBR 5410 temos que:

$$\text{Número mínimo de tomadas} = 1 \text{ tomada (área inferior a } 6\text{m}^2)$$

$$\text{Potência Mínima} = 100 \text{ VA}$$

Dessa forma, determinamos uma tomada de 100 VA.

1.3. COZINHA/COPA

A cozinha/copa possui uma área de $28,708\text{m}^2$ e um perímetro de $24,100\text{m}$. Com isso, para a iluminação, segundo a NBR 5410, temos que:

$$\text{Potência Mínima} = 100 \text{ (primeiros } 6\text{m}^2) + 60 \text{ (acréscimo para cada } 4\text{m}^2 \text{ inteiros)} + 60 + 60 + 60 + 60 = 400 \text{ VA}$$

Dessa forma, com a potência total de 400 VA, determinamos dois pontos de luz de 200 VA cada para a cozinha/copa.

Para as tomadas de uso geral (TUG), segundo a NBR 5410 temos que:

$$\text{Número mínimo de tomadas} = 24,100/3,5 = 7 \text{ tomadas}$$

Potência Mínima = 600×2 (600 VA até 2 pontos, pois o número de tomadas é superior a 6) + 100×5 (100 VA às excedentes) = 1700 VA

Dessa forma, determinamos duas tomadas de 600 VA cada e cinco tomadas de 100 VA cada.

Para as tomadas de uso específico (TUE), temos um forno elétrico de 2560 W e um microondas de 1620 W com $\text{fp} = 0,92$. Considerando um fator unitário para o forno elétrico, temos que:

$$\text{Potência}_{\text{forno}} (\text{VA}) = 2560/1 = 2560 \text{ VA}$$

$$\text{Potência}_{\text{microondas}} (\text{VA}) = 1620/0,92 = 1761 \text{ VA}$$

1.4. JARDIM DE INVERNO/CIRCULAÇÃO

O jardim de inverno/circulação possui uma área de $12,450\text{m}^2$ e um perímetro de 14,300m. Por ser uma área externa não prevista para a norma NBR 5410, utilizamos o “bom senso”, com isso, determinamos dois pontos de luz de 100 VA cada e uma tomada de uso geral (TUG) de 100 VA.

1.5. QUARTO

O quarto possui uma área de $13,260\text{m}^2$ e um perímetro de 14,600m. Com isso, para a iluminação, segundo a NBR 5410, temos que:

$$\text{Potência Mínima} = 100 \text{ (primeiros } 6\text{m}^2) + 60 \text{ (acréscimo para cada } 4\text{m}^2 \text{ inteiros)} = 160 \text{ VA}$$

Dessa forma, arredondamos para uma potência total de 200 VA e determinamos um ponto de luz de 200 VA para o quarto.

Para as tomadas de uso geral (TUG), segundo a NBR 5410 temos que:

$$\text{Número mínimo de tomadas} = 14,600/5 = 3 \text{ tomadas}$$

$$\text{Potência Mínima} = 100 \times 3 = 300 \text{ VA}$$

Dessa forma, determinamos três tomadas de 100 VA cada.

Para as tomadas de uso específico, utilizamos as tabelas de dimensionamento de ar condicionado dadas na unidade 6. Com isso, resultou-se em um valor de 1650 VA, dadas as considerações de área.

1.6. SALA DE TV

A sala de TV possui uma área de $13,650\text{m}^2$ e um perímetro de $14,800\text{m}$. Com isso, para a iluminação, segundo a NBR 5410, temos que:

Potência Mínima = 100 (primeiros 6m^2) + 60 (acréscimo para cada 4m^2 inteiros) = 160 VA

Dessa forma, arredondamos para uma potência total de 200 VA e determinamos um ponto de luz de 200 VA para a sala de TV.

Para as tomadas de uso geral (TUG), segundo a NBR 5410 temos que:

Número mínimo de tomadas = $14,800/5 = 3$ tomadas

Potência Mínima = $100 \times 3 = 300\text{ VA}$

Nesse caso, determinamos que seriam utilizadas cinco tomadas de 100 VA cada, sendo maior que o mínimo previsto.

1.7. SALA DE ESTAR/JANTAR/ESCRITÓRIO

A sala de estar/jantar/escritório possui uma área de $30,581\text{m}^2$ e um perímetro de $23,682\text{m}$. Com isso, para a iluminação, segundo a NBR 5410, temos que:

Potência Mínima = 100 (primeiros 6m^2) + 60 (acréscimo para cada 4m^2 inteiros) + $60 + 60 + 60 + 60 + 60 = 460\text{ VA}$

Dessa forma, arredondamos para uma potência total de 500 VA e determinamos dois pontos de luz de 200 VA cada e um ponto de luz de 100 VA para a sala de estar/jantar/escritório.

Para as tomadas de uso geral (TUG), segundo a NBR 5410 temos que:

Número mínimo de tomadas = $23,682/5 = 5$ tomadas

Potência Mínima = $100 \times 5 = 500\text{ VA}$

Dessa forma, determinamos cinco tomadas de 100 VA cada.

1.8. SUÍTE

A suíte possui uma área de $15,600\text{m}^2$ e um perímetro de $15,800\text{m}$. Com isso, para a iluminação, segundo a NBR 5410, temos que:

Potência Mínima = 100 (primeiros 6m^2) + 60 (acréscimo para cada 4m^2 inteiros) + $60 = 220\text{ VA}$

Dessa forma, arredondamos para uma potência total de 300 VA e determinamos um ponto de luz de 200 VA e um de 100 VA para a suíte.

Para as tomadas de uso geral (TUG), segundo a NBR 5410 temos que:

Número mínimo de tomadas = $15,800/5 = 4$ tomadas

$$\text{Potência Mínima} = 100 \times 4 = 400 \text{ VA}$$

Dessa forma, determinamos quatro tomadas de 100 VA cada.

Para as tomadas de uso específico, utilizamos as tabelas de dimensionamento de ar condicionado dadas na unidade 6. Com isso, resultou-se em um valor de 1650 VA, dadas as considerações de área.

1.9. VARANDA/ESTACIONAMENTO

A varanda/estacionamento possui uma área de $106,639\text{m}^2$ e um perímetro de 71,213m. Como a norma não diz respeito a este ambiente, utilizamos o “bom senso”. Com isso, em relação aos pontos de luz, definimos cinco pontos de 100 VA cada. Em relação às tomadas de uso geral, definimos três tomadas de 600 VA cada e três tomadas de 100 VA cada.

1.10. WC

O WC possui uma área de $4,162\text{m}^2$ e um perímetro de 8,200m. Com isso, para a iluminação, segundo a NBR 5410, temos que:

$$\text{Potência Mínima} = 100 \text{ VA (área menor que } 6\text{m}^2\text{)}$$

Dessa forma, com a potência total de 100 VA, determinamos um ponto de luz de 100 VA para o WC.

Para as tomadas de uso geral (TUG), segundo a NBR 5410 temos que:

$$\text{Número mínimo de tomadas} = 1 \text{ tomada}$$

$$\text{Potência Mínima} = 600 \times 1 \text{ (600 VA até 3 tomadas)} = 600 \text{ VA}$$

Dessa forma, determinamos uma tomada de 600 VA.

Para as tomadas de uso específico (TUE), temos um chuveiro elétrico de 5400 W.

Considerando o fator de potência unitário, temos que:

$$\text{Potência (VA)} = 5400/1 = 5400 \text{ VA}$$

1.11. WC SUITE

O WC suíte possui uma área de $7,112\text{m}^2$ e um perímetro de 13,100m. Com isso, para a iluminação, segundo a NBR 5410, temos que:

$$\text{Potência Mínima} = 100 \text{ VA (primeiros } 6\text{m}^2\text{)}$$

Dessa forma, com a potência total de 100 VA, determinamos um ponto de luz de 100 VA para o WC suíte.

Para as tomadas de uso geral (TUG), segundo a NBR 5410 temos que:

Número mínimo de tomadas = 1 tomada

Potência Mínima = 600×1 (600 VA até 3 tomadas) = 600 VA

Dessa forma, determinamos uma tomada de 600 VA.

Para as tomadas de uso específico (TUE), temos um chuveiro elétrico de 5400 W e uma hidromassagem de 8200 W. Considerando o fator de potência unitário, temos que:

Potência_{_chuveiro} (VA) = $5400/1 = 5400$ VA

Potência_{_hidro} = $8200/1 = 8200$ VA

2. DIMENSIONAMENTO DOS CIRCUITOS TERMINAIS

2.1. CIRCUITO 1

1) Critério da Seção Mínima:

- Circuito de iluminação e tomada (ABNT NBR 5410): $2,5 \text{ mm}^2$ (Fase + Neutro + PE)

2) Capacidade de Corrente:

$$I_p = \frac{S}{V} = \frac{1900}{127} = 14,96 \text{ A}$$

$$I_c \geq \frac{I_p}{F_{CT} \times F_{CR} \times F_{CA}} \Rightarrow I_c \geq \frac{14,96}{1 \times 1 \times 0,7} = 21,37 \text{ A}$$

- Isolação de PVC, 2 condutores carregados, método de instalação B1, temperatura 30°C : $I_c = 24 \text{ A}$, # $2,5 \text{ mm}^2$ (Fase + Neutro + PE)

3) Critério da Queda de Tensão

Adotando cabo de $2,5 \text{ mm}^2$ e $f_p = 0,8$, temos $\Delta V_{\text{unit}} = 14,3 \text{ V/A} \times \text{km}$.

$$\text{Usando: } e(\%) = \frac{\Delta V_{\text{unit}} \times I_p \times l}{V}$$

Trechos	Potência (VA)	I_p (A)	Distância (km)	Δe (%)	Δe_{acum} (%)
1	1900	14,96	0,00388	0,654	0,654
2	200	1,57	0,00177	0,031	0,685
3	100	0,79	0,00528	0,047	0,700
4	1400	11,02	0,00384	0,477	1,130
5	200	1,57	0,00441	0,078	1,208
6	100	0,79	0,0025	0,022	1,231
7	900	7,09	0,00442	0,353	1,483

8	100	0,79	0,00242	0,021	1,504
9	700	5,51	0,00235	0,146	1,629
10	100	0,79	0,00273	0,024	1,653
11	100	0,79	0,0013	0,012	1,142

Como $\Delta e_{\text{acum}} < 4\%$, os condutores devem ser de 2,5 mm².

Analisando os resultados, temos que os condutores fase, neutro e PE devem ser de 2,5 mm².

2.2. CIRCUITO 2

1) Critério da Seção Mínima:

- Circuito de tomada (ABNT NBR 5410): 2,5 mm² (Fase + Neutro + PE)

2) Capacidade de Corrente:

$$I_p = \frac{S}{V} = \frac{1700}{127} = 13,39 \text{ A}$$

$$I_c \geq \frac{I_p}{FCT \times FCR \times FCA} \Rightarrow I_c \geq \frac{13,39}{1 \times 1 \times 0,7} = 19,13 \text{ A}$$

- Isolação de PVC, 2 condutores carregados, método de instalação B1, temperatura 30°C: $I_c = 24 \text{ A}$, # 2,5 mm² (Fase + Neutro + PE)

3) Critério da Queda de Tensão:

Adotando cabo de 2,5 mm² e $f_p = 0,8$, temos $\Delta V_{\text{unit}} = 14,3 \text{ V/A} \times \text{km}$.

$$\text{Usando: } e(\%) = \frac{\Delta V_{\text{unit}} \times I_p \times l}{V}$$

Trechos	Potência (VA)	I_p (A)	Distância (km)	Δe (%)	Δe_{acum} (%)
1	1700	13,39	0,00388	0,585	0,585
2	300	2,36	0,00177	0,047	0,632
3	100	0,79	0,0037	0,033	0,618
4	1300	10,24	0,00379	0,437	1,022
5	1200	9,45	0,00073	0,078	1,099
6	600	4,72	0,0007	0,037	1,137
7	100	0,79	0,00376	0,033	0,665
8	100	0,79	0,00317	0,028	0,660
9	100	0,79	0,00375	0,033	0,665

Como $\Delta e_{\text{acum}} < 4\%$, os condutores devem ser de 2,5 mm².

Analisando os resultados, temos que os condutores fase, neutro e PE devem ser de 2,5 mm².

2.3. CIRCUITO 3

1) Critério da Seção Mínima:

- Circuito de tomada (ABNT NBR 5410): 2,5 mm² (Fase + Neutro + PE)

2) Capacidade de Corrente

$$I_p = \frac{S}{V} = \frac{1900}{127} = 14,96 A$$

$$I_c \geq \frac{I_p}{FCT \times FCR \times FCA} \Rightarrow I_c \geq \frac{14,96}{1 \times 1 \times 0,8} = 18,7 A$$

- Isolação de PVC, 2 condutores carregados, método de instalação B1, temperatura 30°C: $I_c = 24 A$, # 2,5 mm² (Fase + Neutro + PE)

3) Critério da Queda de Tensão

Adotando cabo de 2,5 mm² e fp = 0,8, temos $\Delta V_{unit} = 14,3 V/A \times km$.

$$\text{Usando: } e(\%) = \frac{\Delta V_{unit} \times I_p \times l}{V}$$

Trechos	Potência (VA)	Ip (A)	Distância (km)	Δe (%)	Δe_acum (%)
1	1900	14,96	0,00359	0,605	0,605
2	1900	14,96	0,00478	0,805	1,410
3	100	0,79	0,00311	0,028	1,438
4	1200	9,45	0,00253	0,269	1,679
5	600	4,72	0,00313	0,167	1,576

Como $\Delta e_{acum} < 4\%$, os condutores devem ser de 2,5 mm².

Analisando os resultados, temos que os condutores fase, neutro e PE devem ser de 2,5 mm².

2.4. CIRCUITO 4

1) Critério da Seção Mínima:

- Circuito de iluminação e tomada (ABNT NBR 5410): 2,5 mm² (Fase + Neutro + PE)

2) Capacidade de Corrente:

$$I_p = \frac{S}{V} = \frac{1900}{127} = 14,96 \text{ A}$$

$$I_c \geq \frac{I_p}{FCT \times FCR \times FCA} \Rightarrow I_c \geq \frac{14,96}{1 \times 1 \times 0,7} = 21,37 \text{ A}$$

- Isolação de PVC, 2 condutores carregados, método de instalação B1, temperatura 30°C: $I_c = 24 \text{ A}$, # 2,5 mm² (Fase + Neutro + PE)

3) Critério da Queda de Tensão

Adotando cabo de 2,5 mm² e fp = 0,8, temos $\Delta V_{\text{unit}} = 14,3 \text{ V/A} \times \text{km}$.

$$\text{Usando: } e(\%) = \frac{\Delta V_{\text{unit}} \times I_p \times l}{V}$$

Trechos	Potência (VA)	Ip (A)	Distância (km)	Δe (%)	Δe_acum (%)
1	1900	14,96	0,00445	0,750	0,750
2	700	5,51	0,00232	0,144	0,894
3	600	4,72	0,00258	0,137	1,031
4	1200	9,45	0,00482	0,513	1,262
5	100	0,79	0,00459	0,041	1,303
6	100	0,79	0,00469	0,042	1,304
7	800	6,30	0,0032	0,227	1,489
8	100	0,79	0,00458	0,041	1,530
9	600	4,72	0,00207	0,110	1,600
10	400	3,15	0,00381	0,135	1,735
11	200	1,57	0,00448	0,079	1,814
12	100	0,79	0,00504	0,045	1,859

Como $\Delta e_{\text{acum}} < 4\%$, os condutores devem ser de 2,5 mm².

Analisando os resultados, temos que os condutores fase, neutro e PE devem ser de 2,5 mm².

2.5. CIRCUITO 5

1) Critério da Seção Mínima:

- Circuito de iluminação e tomada (ABNT NBR 5410): 2,5 mm² (Fase + Neutro + PE)

2) Capacidade de Corrente:

$$I_p = \frac{S}{V} = \frac{2000}{127} = 15,75 \text{ A}$$

$$I_c \geq \frac{I_p}{FCT \times FCR \times FCA} \Rightarrow I_c \geq \frac{15,75}{1 \times 1 \times 0,7} = 22,5 \text{ A}$$

- Isolação de PVC, 2 condutores carregados, método de instalação B1, temperatura 30°C: $I_c = 24 \text{ A}$, # 2,5 mm² (Fase + Neutro + PE)

3) Critério da Queda de Tensão

Adotando cabo de 2,5 mm² e fp = 0,8, temos $\Delta V_{\text{unit}} = 14,3 \text{ V/A} \times \text{km}$.

$$\text{Usando: } e(\%) = \frac{\Delta V_{\text{unit}} \times I_p \times l}{V}$$

Trechos	Potência (VA)	Ip (A)	Distância (km)	Δe (%)	Δe_acum (%)
1	2000	15,75	0,00445	0,789	0,789
2	100	0,79	0,0037	0,033	0,822
3	100	0,79	0,00301	0,027	0,816
4	1200	9,45	0,0027	0,287	1,076
5	100	0,79	0,00352	0,031	1,108
6	100	0,79	0,00304	0,027	1,134
7	200	1,57	0,00463	0,082	1,158
8	100	0,79	0,004	0,035	1,194
9	700	5,51	0,0036	0,223	1,300
10	200	1,57	0,00435	0,077	1,377
11	100	0,79	0,00465	0,041	1,341
12	200	1,57	0,00464	0,082	1,382
13	100	0,79	0,00247	0,022	1,404
14	500	3,94	0,00482	0,214	1,003
15	500	3,94	0,00435	0,193	1,196
16	500	3,94	0,00083	0,037	1,232
17	400	3,15	0,00135	0,048	1,280
18	400	3,15	0,00458	0,162	1,443
19	400	3,15	0,00207	0,073	1,516
20	400	3,15	0,00381	0,135	1,651
21	400	3,15	0,00015	0,005	1,657
22	100	0,79	0,00554	0,049	1,706
23	300	2,36	0,00777	0,207	1,863
24	100	0,79	0,00603	0,053	1,917
25	200	1,57	0,00492	0,087	1,950
26	200	1,57	0,0025	0,044	1,995

27	100	0,79	0,00334	0,030	2,024
28	100	0,79	0,00509	0,045	2,040
29	100	0,79	0,00526	0,047	2,087

Como $\Delta e_{\text{acum}} < 4\%$, os condutores devem ser de 2,5 mm².

Analisando os resultados, temos que os condutores fase, neutro devem ser de 2,5 mm².

2.6. CIRCUITO 6

1) Critério da Seção Mínima:

- Circuito de tomada (ABNT NBR 5410): 2,5 mm² (Fase + Neutro + PE)

2) Capacidade de Corrente:

$$I_p = \frac{S}{V} = \frac{2100}{127} = 16,54 \text{ A}$$

$$I_c \geq \frac{I_p}{FCT \times FCR \times FCA} \Rightarrow I_c \geq \frac{16,54}{1 \times 1 \times 0,7} = 23,63 \text{ A}$$

- Isolação de PVC, 2 condutores carregados, método de instalação B1, temperatura 30°C: $I_c = 24 \text{ A}$, # 2,5 mm² (Fase + Neutro + PE)

Porém, para atender a inequação que condiciona o valor de I_n no dimensionamento do DTM para esse circuito, utilizaremos $I_c = 32 \text{ A}$, # 4 mm² (Fase + Neutro + PE)

3) Critério da Queda de Tensão:

Adotando cabo de 4 mm² e $f_p = 0,8$, temos $\Delta V_{\text{unit}} = 8,96 \text{ V/A} \times \text{km}$.

$$\text{Usando: } e(\%) = \frac{\Delta V_{\text{unit}} \times I_p \times l}{V}$$

Trechos	Potência (VA)	I_p (A)	Distância (km)	Δe (%)	Δe_{acum} (%)
1	2100	16,54	0,00388	0,453	0,453
2	2100	16,54	0,00177	0,206	0,659
3	2100	16,54	0,00317	0,370	1,029
4	2100	16,54	0,00115	0,134	1,163
5	100	0,79	0,00777	0,043	1,206
6	1900	14,96	0,0049	0,517	1,680
7	1800	14,17	0,0025	0,250	1,930
8	600	4,72	0,00509	0,170	2,100

Como $\Delta e_{\text{acum}} < 4\%$, os condutores devem ser de 4 mm².
Analisando os resultados, temos que os condutores fase, neutro e PE devem ser de 4 mm².

2.7. CIRCUITO 7

1) Critério da Seção Mínima:

- Circuito de tomada (ABNT NBR 5410): 2,5 mm² (Fase + Fase + PE)

2) Capacidade de Corrente:

$$I_p = \frac{S}{V} = \frac{5400}{220} = 24,55 \text{ A}$$

$$I_c \geq \frac{I_p}{FCT \times FCR \times FCA} \Rightarrow I_c \geq \frac{24,55}{1 \times 1 \times 1} = 24,55 \text{ A}$$

- Isolação de PVC, 2 condutores carregados, método de instalação B1, temperatura 30°C: $I_c = 32 \text{ A}$, # 4 mm² (Fase + Fase + PE)

3) Critério da Queda de Tensão:

Adotando cabo de 4 mm² e $f_p = 0,95$, temos $\Delta V_{\text{unit}} = 10,6 \text{ V/A} \times \text{km}$.

$$\text{Usando: } e(\%) = \frac{\Delta V_{\text{unit}} \times I_p \times l}{V}$$

Trechos	Potência (VA)	I_p (A)	Distância (km)	Δe (%)	Δe_{acum} (%)
1	5400	24,55	0,00643	0,760	0,760
2	5400	24,55	0,00195	0,231	0,991

Como $\Delta e_{\text{acum}} < 4\%$, os condutores devem ser de 4 mm².
Analisando os resultados, temos que os condutores fase e PE devem ser de 4 mm².

2.8. CIRCUITO 8

1) Critério da Seção Mínima:

- Circuito de tomada (ABNT NBR 5410): 2,5 mm² (Fase + Fase + PE)

2) Capacidade de Corrente:

$$I_p = \frac{S}{V} = \frac{5400}{220} = 24,55 \text{ A}$$

$$I_c \geq \frac{I_p}{FCT \times FCR \times FCA} \Rightarrow I_c \geq \frac{24,55}{1 \times 1 \times 1} = 24,55 \text{ A}$$

- Isolação de PVC, 2 condutores carregados, método de

instalação B1, temperatura 30°C: $I_c = 32 A$, # 4 mm² (Fase + Fase + PE)

3) Critério da Queda de Tensão:

Adotando cabo de 4 mm² e $f_p = 0,95$, temos $\Delta V_{unit} = 10,6 V/A \times km$.

Usando: $e(\%) = \frac{\Delta V_{unit} \times I_p \times l}{V}$

Trechos	Potência (VA)	I_p (A)	Distância (km)	Δe (%)	Δe_{acum} (%)
1	5400	24,55	0,00666	0,788	0,788

Como $\Delta e_{acum} < 4\%$, os condutores devem ser de 4 mm².

Analisando os resultados, temos que os condutores fase e PE devem ser de 4 mm².

2.9. CIRCUITO 9

1) Critério da Seção Mínima:

- Circuito de tomada (ABNT NBR 5410): 2,5 mm² (Fase + Fase + PE)

2) Capacidade de Corrente:

$$I_p = \frac{S}{V} = \frac{1650}{220} = 7,5 A$$

$$I_c \geq \frac{I_p}{FCT \times FCR \times FCA} \Rightarrow I_c \geq \frac{7,5}{1 \times 1 \times 1} = 7,5 A$$

- Isolação de PVC, 2 condutores carregados, método de instalação B1, temperatura 30°C: $I_c = 9 A$, # 0,5 mm² (Fase + Fase + PE)

3) Critério da Queda de Tensão:

Adotando cabo de 2,5 mm² e $f_p = 0,95$, temos $\Delta V_{unit} = 16,9 V/A \times km$.

Usando: $e(\%) = \frac{\Delta V_{unit} \times I_p \times l}{V}$

Trechos	Potência (VA)	I_p (A)	Distância (km)	Δe (%)	Δe_{acum} (%)
1	1650	7,50	0,0023	0,133	0,133
2	1650	7,50	0,00257	0,148	0,281

Como $\Delta e_{acum} < 4\%$, os condutores devem ser de 2,5 mm².

Analisando os resultados, temos que os condutores fase e PE devem ser de 2,5 mm².

2.10. CIRCUITO 10

1) Critério da Seção Mínima:

- Circuito de tomada (ABNT NBR 5410): 2,5 mm² (Fase + Fase + PE)

2) Capacidade de Corrente:

$$I_p = \frac{S}{V} = \frac{1650}{220} = 7,5 \text{ A}$$

$$I_c \geq \frac{I_p}{FCT \times FCR \times FCA} \Rightarrow I_c \geq \frac{7,5}{1 \times 1 \times 0,7} = 10,71 \text{ A}$$

- Isolação de PVC, 2 condutores carregados, método de instalação B1, temperatura 30°C: $I_c = 11 \text{ A}$, # 0,75 mm² (Fase + Fase + PE)

3) Critério da Queda de Tensão:

Adotando cabo de 2,5 mm² e $f_p = 0,95$, temos $\Delta V_{\text{unit}} = 16,9 \text{ V/A} \times \text{km}$.

$$\text{Usando: } e(\%) = \frac{\Delta V_{\text{unit}} \times I_p \times l}{V}$$

Trechos	Potência (VA)	I_p (A)	Distância (km)	Δe (%)	Δe_{acum} (%)
1	1650	7,50	0,00445	0,256	0,256
2	1650	7,50	0,0027	0,156	0,412
3	1650	7,50	0,0024	0,138	0,550

Como $\Delta e_{\text{acum}} < 4\%$, os condutores devem ser de 2,5 mm².

Analisando os resultados, temos que os condutores fase e PE devem ser de 2,5 mm².

2.11. CIRCUITO 11

1) Critério da Seção Mínima:

- Circuito de tomada (ABNT NBR 5410): 2,5 mm² (Fase + Neutro + PE)

2) Capacidade de Corrente:

$$I_p = \frac{S}{V} = \frac{1761}{127} = 13,87 \text{ A}$$

$$I_c \geq \frac{I_p}{FCT \times FCR \times FCA} \Rightarrow I_c \geq \frac{13,87}{1 \times 1 \times 0,8} = 17,34 \text{ A}$$

- Isolação de PVC, 2 condutores carregados, método de instalação B1, temperatura 30°C: $I_c = 17,5 \text{ A}$, # 1,5 mm² (Fase + Neutro + PE)

3) Critério da Queda de Tensão:

Adotando cabo de 2,5 mm² e fp = 0,95, temos $\Delta V_{\text{unit}} = 16,9 \text{ V/A} \times \text{km}$.

Usando: $e(\%) = \frac{\Delta V_{\text{unit}} \times I_p \times l}{V}$

Trechos	Potência (VA)	Ip (A)	Distância (km)	Δe (%)	Δe_acum (%)
1	1761	13,87	0,00254	0,469	0,469

Como $\Delta e_{\text{acum}} < 4\%$, os condutores devem ser de 2,5 mm².

Analisando os resultados, temos que os condutores fase, neutro e PE devem ser de 2,5 mm².

2.12. CIRCUITO 12

1) Critério da Seção Mínima:

- Circuito de tomada (ABNT NBR 5410): 2,5 mm² (Fase + Neutro + PE)

2) Capacidade de Corrente:

$$I_p = \frac{S}{V} = \frac{2560}{127} = 20,16 \text{ A}$$

$$I_c \geq \frac{I_p}{FCT \times FCR \times FCA} \Rightarrow I_c \geq \frac{20,16}{1 \times 1 \times 0,8} = 25,2 \text{ A}$$

- Isolação de PVC, 2 condutores carregados, método de instalação B1, temperatura 30°C: $I_c = 32 \text{ A}$, # 4 mm² (Fase + Neutro + PE)

3) Critério da Queda de Tensão:

Adotando cabo de 4 mm² e fp = 0,95, temos $\Delta V_{\text{unit}} = 10,6 \text{ V/A} \times \text{km}$.

Usando: $e(\%) = \frac{\Delta V_{\text{unit}} \times I_p \times l}{V}$

Trechos	Potência (VA)	Ip (A)	Distância (km)	Δe (%)	Δe_acum (%)
1	2560	20,16	0,00254	0,427	0,427

Como $\Delta e_{\text{acum}} < 4\%$, os condutores devem ser de 4 mm².

Analisando os resultados, temos que os condutores fase, neutro e PE devem ser de 4 mm².

2.13. CIRCUITO 13

1) Critério da Seção Mínima:

- Circuito de tomada (ABNT NBR 5410): 2,5 mm² (Fase + Neutro + PE)

2) Capacidade de Corrente:

$$I_p = \frac{S}{V} = \frac{2625}{127} = 20,67 \text{ A}$$

$$I_c \geq \frac{I_p}{FCT \times FCR \times FCA} \Rightarrow I_c \geq \frac{20,67}{1 \times 1 \times 1} = 20,67 \text{ A}$$

- Isolação de PVC, 2 condutores carregados, método de instalação B1, temperatura 30°C: $I_c = 24 \text{ A}$, # 2,5 mm² (Fase + Neutro + PE)

Porém, para atender a inequação que condiciona o valor de I_n no dimensionamento do DTM para esse circuito, utilizaremos $I_c = 32 \text{ A}$, # 4 mm² (Fase + Neutro + PE)

3) Critério da Queda de Tensão:

Adotando cabo de 4 mm² e $f_p = 0,8$, temos $\Delta V_{\text{unit}} = 8,96 \text{ V/A} \times \text{km}$.

$$\text{Usando: } e(\%) = \frac{\Delta V_{\text{unit}} \times I_p \times l}{V}$$

Trechos	Potência (VA)	I_p (A)	Distância (km)	Δe (%)	Δe_{acum} (%)
1	1900	14,96	0,00254	0,268	0,268
2	1900	14,96	0,00604	0,638	0,906

Como $\Delta e_{\text{acum}} < 4\%$, os condutores devem ser de 4 mm².

Analisando os resultados, temos que os condutores fase, neutro e PE devem ser de 4 mm².

2.14. CIRCUITO 14

1) Critério da Seção Mínima:

- Circuito de tomada (ABNT NBR 5410): 2,5 mm² (Fase + Fase + PE)

2) Capacidade de Corrente:

$$I_p = \frac{S}{V} = \frac{8200}{220} = 37,27 \text{ A}$$

$$I_c \geq \frac{I_p}{FCT \times FCR \times FCA} \Rightarrow I_c \geq \frac{37,27}{1 \times 1 \times 1} = 37,27 \text{ A}$$

- Isolação de PVC, 2 condutores carregados, método de instalação B1, temperatura 30°C: $I_c = 41 \text{ A}$, # 6 mm² (Fase + Fase + PE)

3) Critério da Queda de Tensão:

Adotando cabo de 6 mm² e $f_p = 0,95$, temos $\Delta V_{\text{unit}} = 7,07 \text{ V/A} \times \text{km}$.

Usando: $e(\%) = \frac{\Delta V_{\text{unit}} \times I_p \times l}{V}$

Trechos	Potência (VA)	I_p (A)	Distância (km)	Δe (%)	Δe_{acum} (%)
1	8200	37,27	0,00395	0,473	0,473
2	8200	37,27	0,00338	0,405	0,878
3	8200	37,27	0,00324	0,388	1,266

Como $\Delta e_{\text{acum}} < 4\%$, os condutores devem ser de 6 mm².

Analisando os resultados, temos que os condutores fase e PE devem ser de 6 mm².

3. DIMENSIONAMENTO DOS DISJUNTORES TERMOMAGNÉTICOS

3.1. CIRCUITO 1

Proteção contra sobrecorrente:

$$(1) I_p \leq I_n \leq I_z$$

$$(2) I_2 \leq 1,45 \times I_z$$

Pela NBR IEC 60898: $I_2 = 1,45 \times I_n$

Então a condição (1) satisfaz.

$$I_p = 14,96 \text{ A}$$

$$I_z = 16,8 \text{ A}$$

$$14,96 \text{ A} \leq 16 \text{ A} \leq 16,8 \text{ A}$$

$$I_n = 16 \text{ A (Folha técnica GE - Disjuntor GE31C16)}$$

Proteção contra curto circuito:

$$(1) I_{cs} \geq 0,5 \times I_k = 0,5 \times 1 \text{ kA} = 0,5 \text{ kA}$$

$$I_{cs} = 3 \text{ kA (Folha técnica GE)}$$

$$3 \text{ kA} \geq 0,5 \text{ kA}$$

Máximo tempo de atuação DTM

$$t \leq \frac{(K^2 \times S^2)}{I^2}$$

K = 115 (da tab. 30)

$$t \leq \frac{(115^2 \times 2,5^2)}{500^2} = 0,33 \text{ s}$$

$$\frac{I_k}{I_n} = \frac{500}{16} = 31,25$$

Pela curva de atuação do DTM

$$T_{dd} = 0,01 \text{ s} < 0,33 \text{ s}$$

3.2. CIRCUITO 2

Proteção contra sobrecorrente:

$$(1) I_p \leq I_n \leq I_z$$

$$(2) I_2 \leq 1,45 \times I_z$$

Pela NBR IEC 60898: $I_2 = 1,45 \times I_n$

Então a condição (1) satisfaz.

$$I_p = 13,39 \text{ A}$$

$$I_z = 16,8 \text{ A}$$

$$13,39 \text{ A} \leq 16 \text{ A} \leq 16,8 \text{ A}$$

$$I_n = 16 \text{ A (Folha técnica GE - Disjuntor GE31C16)}$$

Proteção contra curto circuito:

$$(1) I_{cs} \geq 0,5 \times I_k = 0,5 \times 1 \text{ kA} = 0,5 \text{ kA}$$

$$I_{cs} = 3 \text{ kA (Folha técnica GE)}$$

$$3 \text{ kA} \geq 0,5 \text{ kA}$$

Máximo tempo de atuação DTM

$$t \leq \frac{(K^2 \times S^2)}{I^2}$$

K = 115 (da tab. 30)

$$t \leq \frac{(115^2 \times 2,5^2)}{500^2} = 0,33 \text{ s}$$

$$\frac{I_k}{I_n} = \frac{500}{16} = 31,25$$

Pela curva de atuação do DTM

$$T_{dd} = 0,01 \text{ s} < 0,33 \text{ s}$$

3.3. CIRCUITO 3

Proteção contra sobrecorrente:

$$(1) I_p \leq I_n \leq I_z$$

$$(2) I_2 \leq 1,45 \times I_z$$

Pela NBR IEC 60898: $I_2 = 1,45 \times I_n$

Então a condição (1) satisfaz.

$$I_p = 14,96 \text{ A}$$

$$I_z = 19,2 \text{ A}$$

$$14,96 \text{ A} \leq 16 \text{ A} \leq 19,2 \text{ A}$$

$$I_n = 16 \text{ A (Folha técnica GE - Disjuntor GE31C16)}$$

Proteção contra curto circuito:

$$(1) I_{cs} \geq 0,5 \times I_k = 0,5 \times 1 \text{ kA} = 0,5 \text{ kA}$$

$$I_{cs} = 3 \text{ kA (Folha técnica GE)}$$

$$3 \text{ kA} \geq 0,5 \text{ kA}$$

Máximo tempo de atuação DTM

$$t \leq \frac{(K^2 \times S^2)}{I^2}$$

$$K = 115 \text{ (da tab. 30)}$$

$$t \leq \frac{(115^2 \times 2,5^2)}{500^2} = 0,33 \text{ s}$$

$$\frac{I_k}{I_n} = \frac{500}{16} = 31,25$$

Pela curva de atuação do DTM

$$T_{dd} = 0,01 \text{ s} < 0,33 \text{ s}$$

3.4. CIRCUITO 4

Proteção contra sobrecorrente:

$$(1) I_p \leq I_n \leq I_z$$

$$(2) I_2 \leq 1,45 \times I_z$$

Pela NBR IEC 60898: $I_2 = 1,45 \times I_n$

Então a condição (1) satisfaz.

$$I_p = 14,96 \text{ A}$$

$$I_z = 16,8 \text{ A}$$

$$14,96 \text{ A} \leq 16 \text{ A} \leq 16,8 \text{ A}$$

$$I_n = 16 \text{ A (Folha técnica GE - Disjuntor GE31C16)}$$

Proteção contra curto circuito:

$$(1) I_{cs} \geq 0,5 \times I_k = 0,5 \times 1 \text{ kA} = 0,5 \text{ kA}$$

$$I_{cs} = 3 \text{ kA (Folha técnica GE)}$$

$$3 \text{ kA} \geq 0,5 \text{ kA}$$

Máximo tempo de atuação DTM

$$t \leq \frac{(K^2 \times S^2)}{I^2}$$

$$K = 115 \text{ (da tab. 30)}$$

$$t \leq \frac{(115^2 \times 2,5^2)}{500^2} = 0,33 \text{ s}$$

$$\frac{I_k}{I_n} = \frac{500}{16} = 31,25$$

Pela curva de atuação do DTM

$$T_{dd} = 0,01 \text{ s} < 0,33 \text{ s}$$

3.5. CIRCUITO 5

Proteção contra sobrecorrente:

$$(1) I_p \leq I_n \leq I_z$$

$$(2) I_2 \leq 1,45 \times I_z$$

$$\text{Pela NBR IEC 60898: } I_2 = 1,45 \times I_n$$

Então a condição (1) satisfaz.

$$I_p = 15,75 \text{ A}$$

$$I_z = 16,8 \text{ A}$$

$$15,75 \text{ A} \leq 16 \text{ A} \leq 16,8 \text{ A}$$

$$I_n = 16 \text{ A (Folha técnica GE - Disjuntor GE31C16)}$$

Proteção contra curto circuito:

$$(1) I_{cs} \geq 0,5 \times I_k = 0,5 \times 1 \text{ kA} = 0,5 \text{ kA}$$

$$I_{cs} = 3 \text{ kA (Folha técnica GE)}$$

$$3 \text{ kA} \geq 0,5 \text{ kA}$$

Máximo tempo de atuação DTM

$$t \leq \frac{(K^2 \times S^2)}{I^2}$$

K = 115 (da tab. 30)

$$t \leq \frac{(115^2 \times 2,5^2)}{500^2} = 0,33 \text{ s}$$

$$\frac{I_k}{I_n} = \frac{500}{16} = 31,25$$

Pela curva de atuação do DTM

$$T_{dd} = 0.01 \text{ s} < 0.33 \text{ s}$$

3.6. CIRCUITO 6

Proteção contra sobrecorrente:

$$(1) I_p \leq I_n \leq I_z$$

$$(2) I_2 \leq 1,45 \times I_z$$

Pela NBR IEC 60898: $I_2 = 1,45 \times I_z$

Então a condição (1) satisfaz.

$$I_p = 16,54 \text{ A}$$

$$I_z = 22,4 \text{ A}$$

$$16,54 \text{ A} \leq 20 \text{ A} \leq 22,4 \text{ A}$$

$$I_n = 20 \text{ A (Folha técnica GE - Disjuntor GE31C20)}$$

Proteção contra curto circuito:

$$(1) I_{cs} \geq 0,5 \times I_k = 0,5 \times 1 \text{ kA} = 0,5 \text{ kA}$$

$$I_{cs} = 3 \text{ kA (Folha técnica GE)}$$

$$3 \text{ kA} \geq 0,5 \text{ kA}$$

Máximo tempo de atuação DTM

$$t \leq \frac{(K^2 \times S^2)}{I^2}$$

K = 115 (da tab. 30)

$$t \leq \frac{(115^2 \times 4^2)}{500^2} = 0,85 \text{ s}$$

$$\frac{I_k}{I_n} = \frac{500}{20} = 25$$

Pela curva de atuação do DTM

$$T_{dd} = 0.01 \text{ s} < 0.85 \text{ s}$$

3.7. CIRCUITO 7

Proteção contra sobrecorrente:

$$(1) I_p \leq I_n \leq I_z$$

$$(2) I_2 \leq 1,45 \times I_z$$

Pela NBR IEC 60898: $I_2 = 1,45 \times I_n$

Então a condição (1) satisfaz.

$$I_p = 24,55 \text{ A}$$

$$I_z = 32 \text{ A}$$

$$24,55 \text{ A} \leq 25 \text{ A} \leq 32 \text{ A}$$

$$I_n = 25 \text{ A (Folha técnica GE - Disjuntor GE31B25)}$$

Proteção contra curto circuito:

$$(1) I_{cs} \geq 0,5 \times I_k = 0,5 \times 1 \text{ kA} = 0,5 \text{ kA}$$

$$I_{cs} = 3 \text{ kA (Folha técnica GE)}$$

$$3 \text{ kA} \geq 0,5 \text{ kA}$$

Máximo tempo de atuação DTM

$$t \leq \frac{(K^2 \times S^2)}{I^2}$$

$$K = 115 \text{ (da tab. 30)}$$

$$t \leq \frac{(115^2 \times 4^2)}{500^2} = 0,85 \text{ s}$$

$$\frac{I_k}{I_n} = \frac{500}{25} = 20$$

Pela curva de atuação do DTM

$$T_{dd} = 0,01 \text{ s} < 0,85 \text{ s}$$

3.8. CIRCUITO 8

Proteção contra sobrecorrente:

$$(1) I_p \leq I_n \leq I_z$$

$$(2) I_2 \leq 1,45 \times I_z$$

Pela NBR IEC 60898: $I_2 = 1,45 \times I_n$

Então a condição (1) satisfaz.

$$I_p = 24,55 \text{ A}$$

$$I_z = 32 \text{ A}$$

$$24,55 \text{ A} \leq 25 \text{ A} \leq 32 \text{ A}$$

$$I_n = 25 \text{ A (Folha técnica GE - Disjuntor GE31B25)}$$

Proteção contra curto circuito:

$$(1) I_{cs} \geq 0,5 \times I_k = 0,5 \times 1 \text{ kA} = 0,5 \text{ kA}$$

$$I_{cs} = 3 \text{ kA (Folha técnica GE)}$$

$$3 \text{ kA} \geq 0,5 \text{ kA}$$

Máximo tempo de atuação DTM

$$t \leq \frac{(K^2 \times S^2)}{I^2}$$

$$K = 115 \text{ (da tab. 30)}$$

$$t \leq \frac{(115^2 \times 4^2)}{500^2} = 0,85 \text{ s}$$

$$\frac{I_k}{I_n} = \frac{500}{25} = 20$$

Pela curva de atuação do DTM

$$T_{dd} = 0,01 \text{ s} < 0,85 \text{ s}$$

3.9. CIRCUITO 9

Proteção contra sobrecorrente:

$$(1) I_p \leq I_n \leq I_z$$

$$(2) I_2 \leq 1,45 \times I_z$$

$$\text{Pela NBR IEC 60898: } I_2 = 1,45 \times I_n$$

Então a condição (1) satisfaz.

$$I_p = 7,5 \text{ A}$$

$$I_z = 24 \text{ A}$$

$$7,5 \text{ A} \leq 20 \text{ A} \leq 24 \text{ A}$$

$$I_n = 20 \text{ A (Folha técnica GE - Disjuntor GE31C20)}$$

Proteção contra curto circuito:

$$(1) I_{cs} \geq 0,5 \times I_k = 0,5 \times 1 \text{ kA} = 0,5 \text{ kA}$$

$$I_{cs} = 3 \text{ kA (Folha técnica GE)}$$

$$3 \text{ kA} \geq 0,5 \text{ kA}$$

Máximo tempo de atuação DTM

$$t \leq \frac{(K^2 \times S^2)}{I^2}$$

K = 115 (da tab. 30)

$$t \leq \frac{(115^2 \times 2,5^2)}{500^2} = 0,33 \text{ s}$$

$$\frac{I_k}{I_n} = \frac{500}{20} = 25$$

Pela curva de atuação do DTM

$$T_{dd} = 0,01 \text{ s} < 0,33 \text{ s}$$

3.10. CIRCUITO 10

Proteção contra sobrecorrente:

$$(1) I_p \leq I_n \leq I_z$$

$$(2) I_2 \leq 1,45 \times I_z$$

Pela NBR IEC 60898: $I_2 = 1,45 \times I_n$

Então a condição (1) satisfaz.

$$I_p = 7,5 \text{ A}$$

$$I_z = 16,8 \text{ A}$$

$$7,5 \text{ A} \leq 16 \text{ A} \leq 16,8 \text{ A}$$

$$I_n = 16 \text{ A (Folha técnica GE - Disjuntor GE31C16)}$$

Proteção contra curto circuito:

$$(1) I_{cs} \geq 0,5 \times I_k = 0,5 \times 1 \text{ kA} = 0,5 \text{ kA}$$

$$I_{cs} = 3 \text{ kA (Folha técnica GE)}$$

$$3 \text{ kA} \geq 0,5 \text{ kA}$$

Máximo tempo de atuação DTM

$$t \leq \frac{(K^2 \times S^2)}{I^2}$$

K = 115 (da tab. 30)

$$t \leq \frac{(115^2 \times 2,5^2)}{500^2} = 0,33 \text{ s}$$

$$\frac{I_k}{I_n} = \frac{500}{16} = 31,25$$

Pela curva de atuação do DTM

$$T_{dd} = 0,01 \text{ s} < 0,33 \text{ s}$$

3.11. CIRCUITO 11

Proteção contra sobrecorrente:

$$(1) I_p \leq I_n \leq I_z$$

$$(2) I_2 \leq 1,45 \times I_z$$

$$\text{Pela NBR IEC 60898: } I_2 = 1,45 \times I_n$$

Então a condição (1) satisfaz.

$$I_p = 13,87 \text{ A}$$

$$I_z = 16,8 \text{ A}$$

$$13,87 \text{ A} \leq 16 \text{ A} \leq 16,8 \text{ A}$$

$$I_n = 16 \text{ A (Folha técnica GE - Disjuntor GE31C16)}$$

Proteção contra curto circuito:

$$(1) I_{cs} \geq 0,5 \times I_k = 0,5 \times 1 \text{ kA} = 0,5 \text{ kA}$$

$$I_{cs} = 3 \text{ kA (Folha técnica GE)}$$

$$3 \text{ kA} \geq 0,5 \text{ kA}$$

Máximo tempo de atuação DTM

$$t \leq \frac{(K^2 \times S^2)}{I^2}$$

$$K = 115 \text{ (da tab. 30)}$$

$$t \leq \frac{(115^2 \times 2,5^2)}{500^2} = 0,33 \text{ s}$$

$$\frac{I_k}{I_n} = \frac{500}{16} = 31,25$$

Pela curva de atuação do DTM

$$T_{dd} = 0,01 \text{ s} < 0,33 \text{ s}$$

3.12. CIRCUITO 12

Proteção contra sobrecorrente:

$$(1) I_p \leq I_n \leq I_z$$

$$(2) I_2 \leq 1,45 \times I_z$$

$$\text{Pela NBR IEC 60898: } I_2 = 1,45 \times I_n$$

Então a condição (1) satisfaz.

$$I_p = 20,16 \text{ A}$$

$$I_z = 22,4 \text{ A}$$

$$20,16 \text{ A} \leq 25 \text{ A} \leq 25,6 \text{ A}$$

$$I_n = 25 \text{ A (Folha técnica GE - Disjuntor GE31B25)}$$

Proteção contra curto circuito:

$$(1) I_{cs} \geq 0,5 \times I_k = 0,5 \times 1 \text{ kA} = 0,5 \text{ kA}$$

$$I_{cs} = 3 \text{ kA (Folha técnica GE)}$$

$$3 \text{ kA} \geq 0,5 \text{ kA}$$

Máximo tempo de atuação DTM

$$t \leq \frac{(K^2 \times S^2)}{I^2}$$

$$K = 115 \text{ (da tab. 30)}$$

$$t \leq \frac{(115^2 \times 4^2)}{500^2} = 0,85 \text{ s}$$

$$\frac{I_k}{I_n} = \frac{500}{25} = 20$$

Pela curva de atuação do DTM

$$T_{dd} = 0,01 \text{ s} < 0,85 \text{ s}$$

3.13. CIRCUITO 13

Proteção contra sobrecorrente:

$$(1) I_p \leq I_n \leq I_z$$

$$(2) I_2 \leq 1,45 \times I_z$$

$$\text{Pela NBR IEC 60898: } I_2 = 1,45 \times I_n$$

Então a condição (1) satisfaz.

$$I_p = 20,67 \text{ A}$$

$$I_z = 32 \text{ A}$$

$$20,67 \text{ A} \leq 32 \text{ A} \leq 32 \text{ A}$$

$$I_n = 32 \text{ A (Folha técnica GE - Disjuntor GE31C32)}$$

Proteção contra curto circuito:

$$(1) I_{cs} \geq I_k$$

$$I_k = 0,5 \times 1 \text{ kA} = 0,5 \text{ kA}$$

$$I_{cs} = 3 \text{ kA (Folha técnica GE)}$$

$$3 \text{ kA} \geq 0,5 \text{ kA}$$

Máximo tempo de atuação DTM

$$t \leq \frac{(K^2 \times S^2)}{I^2}$$

K = 115 (da tab. 30)

$$t \leq \frac{(115^2 \times 4^2)}{500^2} = 0,85 \text{ s}$$

$$\frac{I_k}{I_n} = \frac{500}{32} = 15,625$$

Pela curva de atuação do DTM

$$T_{dd} = 0,01 \text{ s} < 1,90 \text{ s}$$

3.14. CIRCUITO 14

Proteção contra sobrecorrente:

$$(1) I_p \leq I_n \leq I_z$$

$$(2) I_2 \leq 1,45 \times I_z$$

Pela NBR IEC 60898: $I_2 = 1,45 \times I_n$

Então a condição (1) satisfaz.

$$I_p = 37,27 \text{ A}$$

$$I_z = 41 \text{ A}$$

$$37,27 \text{ A} \leq 40 \text{ A} \leq 41 \text{ A}$$

$$I_n = 40 \text{ A (Folha técnica GE - Disjuntor GE31C40)}$$

Proteção contra curto circuito:

$$(1) I_{cs} \geq 0,5 \times I_k = 0,5 \times 1 \text{ kA} = 0,5 \text{ kA}$$

$$I_{cs} = 3 \text{ kA (Folha técnica GE)}$$

$$3 \text{ kA} \geq 0,5 \text{ kA}$$

Máximo tempo de atuação DTM

$$t \leq \frac{(K^2 \times S^2)}{I^2}$$

K = 115 (da tab. 30)

$$t \leq \frac{(115^2 \times 6^2)}{500^2} = 1,90 \text{ s}$$

$$\frac{I_k}{I_n} = \frac{500}{40} = 12,5$$

Pela curva de atuação do DTM

$$T_{dd} = 0,01 \text{ s} < 1,90 \text{ s}$$

4. DIMENSIONAMENTO DO DISPOSITIVO DIFERENCIAL RESIDUAL

Será instalado um único DDR no QDC. A corrente seccionada será de:

$$I_n = \frac{S_{3\phi}}{\sqrt{3} \times V_L} = \frac{34160}{\sqrt{3} \times 220 \times 0,9} = 99,61 \text{ A}$$

Logo, pegamos o DDR de $I_N = 100\text{A}$, e pela NBR 5410:2004 estabelece DR de alta sensibilidade ($I_{\Delta n} \leq 30\text{mA}$), para proteção que pelo catálogo da BHS Automação¹ é o modelo BIR-100-4P-30mA.

5. DIMENSIONAMENTO DOS ELETRODUTOS

5.1. ELETRODUTO TRECHO 1

A área total ocupada pelos condutores dimensionados anteriormente é de:

$$S_t = 4 \times \left(\frac{\pi \times 3,7^2}{4} \right) + 3 \times \left(\frac{\pi \times 4,2^2}{4} \right) = 84,57 \text{ mm}^2$$

Como temos três condutores carregados a taxa de ocupação deve ser:

$$T_x = 0,4, \text{ logo teremos:}$$

$$D_i = 2 \sqrt{\left(\frac{S_t}{\pi \times T_x} \right)} = 2 \sqrt{\left(\frac{84,57}{\pi \times 0,4} \right)} = 16,41 \text{ mm}$$

Logo, $D_i = 19 \text{ mm}$, e assim o eletroduto de PVC deve ser de 25 mm.

Porém, devido ao comprimento e o número de curvas temos:

$$L_{\text{real}} = 3,88 \text{ m}$$

Curvas de 90°: $N = 1$,

$$\text{Distância máxima entre CPs: } L_{\text{max}} = 15 - 3 \times N = 15 - 3 \times 1 = 12 \text{ m}$$

Não é necessário aumentar o diâmetro do eletroduto, pois $L_{\text{real}} < L_{\text{max}}$ (3,88 < 12 m).

5.2. ELETRODUTO TRECHO 2

A área total ocupada pelos condutores dimensionados anteriormente é de:

$$S_t = 7 \times \left(\frac{\pi \times 3,7^2}{4} \right) + 3 \times \left(\frac{\pi \times 4,2^2}{4} \right) = 116,83 \text{ mm}^2$$

¹ Fonte: <https://www.bhseletronica.com.br/pdf/catalogo-interruptor-diferencial-residual-bir-rev-set-18.pdf>

Como temos três condutores carregados a taxa de ocupação deve ser:

$T_x = 0,4$, logo teremos:

$$D_i = 2\sqrt{\left(\frac{S_t}{\pi \times T_x}\right)} = 2\sqrt{\left(\frac{116,83}{\pi \times 0,4}\right)} = 19,28 \text{ mm}$$

Logo, $D_i = 25 \text{ mm}$, e assim o eletroduto de PVC deve ser de 32 mm.

5.3. ELETRODUTO TRECHO 3

A área total ocupada pelos condutores dimensionados anteriormente é de:

$$S_t = 7 \times \left(\frac{\pi \times 3,7^2}{4}\right) = 75,26 \text{ mm}^2$$

Como temos três condutores carregados a taxa de ocupação deve ser:

$T_x = 0,4$, logo teremos:

$$D_i = 2\sqrt{\left(\frac{S_t}{\pi \times T_x}\right)} = 2\sqrt{\left(\frac{75,26}{\pi \times 0,4}\right)} = 15,48 \text{ mm}$$

Logo, $D_i = 19 \text{ mm}$, e assim o eletroduto de PVC deve ser de 25 mm.

Porém, devido ao comprimento e o número de curvas temos:

$$L_{\text{real}} = 3,94 \text{ m}$$

Curvas de 90°: $N = 1$

Distância máxima entre CPs: $L_{\text{max}} = 15 - 3 \times N = 15 - 3 \times 1 = 12 \text{ m}$

Não é necessário aumentar o diâmetro do eletroduto, pois $L_{\text{real}} < L_{\text{max}}$
(3,94 < 12 m).

5.4. ELETRODUTO TRECHO 4

A área total ocupada pelos condutores dimensionados anteriormente é de:

$$S_t = 5 \times \left(\frac{\pi \times 3,7^2}{4}\right) + 3 \times \left(\frac{\pi \times 4,2^2}{4}\right) = 95,32 \text{ mm}^2$$

Como temos três condutores carregados a taxa de ocupação deve ser:

$T_x = 0,4$, logo teremos:

$$D_i = 2\sqrt{\left(\frac{S_t}{\pi \times T_x}\right)} = 2\sqrt{\left(\frac{95,32}{\pi \times 0,4}\right)} = 17,42 \text{ mm}$$

Logo, $D_i = 19 \text{ mm}$, e assim o eletroduto de PVC deve ser de 25 mm.

Porém, devido ao comprimento e o número de curvas temos:

$$L_{\text{real}} = 7,77 \text{ m}$$

Curvas de 90°: $N = 2$

Distância máxima entre CPs: $L_{\text{max}} = 15 - 3 \times N = 15 - 3 \times 2 = 9 \text{ m}$

Não é necessário aumentar o diâmetro do eletroduto, pois $L_{\text{real}} < L_{\text{max}}$
(7,77 < 9 m).

5.5. ELETRODUTO TRECHO 5

A área total ocupada pelos condutores dimensionados anteriormente é de:

$$S_t = 7 \times \left(\frac{\pi \times 3,7^2}{4} \right) = 75,26 \text{ mm}^2$$

Como temos três condutores carregados a taxa de ocupação deve ser:

$$T_x = 0,4, \text{ logo teremos:}$$

$$D_i = 2\sqrt{\left(\frac{S_t}{\pi \times T_x} \right)} = 2\sqrt{\left(\frac{75,26}{\pi \times 0,4} \right)} = 15,48 \text{ mm}$$

Logo, $D_i = 19 \text{ mm}$, e assim o eletroduto de PVC deve ser de 25 mm.

Porém, devido ao comprimento e o número de curvas temos:

$$L_{\text{real}} = 4,45 \text{ m}$$

Curvas de 90°: $N = 1$,

$$\text{Distância máxima entre CPs: } L_{\text{max}} = 15 - 3 \times N = 15 - 3 \times 1 = 12 \text{ m}$$

Não é necessário aumentar o diâmetro do eletroduto, pois $L_{\text{real}} < L_{\text{max}}$
(4,45 < 12 m).

5.6. ELETRODUTO TRECHO 6

A área total ocupada pelos condutores dimensionados anteriormente é de:

$$S_t = 2 \times \left(\frac{\pi \times 3,7^2}{4} \right) + 3 \times \left(\frac{\pi \times 4,2^2}{4} \right) = 63,07 \text{ mm}^2$$

Como temos três condutores carregados a taxa de ocupação deve ser:

$$T_x = 0,4, \text{ logo teremos:}$$

$$D_i = 2\sqrt{\left(\frac{S_t}{\pi \times T_x} \right)} = 2\sqrt{\left(\frac{63,07}{\pi \times 0,4} \right)} = 14,17 \text{ mm}$$

Logo, $D_i = 15,4 \text{ mm}$, e assim o eletroduto de PVC deve ser de 20 mm.

Ao analisar todos os “piores” trechos, definiu-se que os eletrodutos de PVC utilizados na instalação da residência devem ser de 32 mm.

6. CLASSIFICAÇÃO DA UNIDADE CONSUMIDORA

6.1. POTÊNCIA INSTALADA

- Iluminação: 2700 W

- Tomada: ($S = 245,947 \text{ mm}^2 \Rightarrow 220 < S \leq 250$) $14 \cdot 100 + 3 \cdot 600 = 3200 \text{ W}$
- Chuveiro WC: 5400 W
- Chuveiro WC Suíte: 5400 W
- Ar-Condicionado Quarto: $1650 \cdot 0,903 = 1490 \text{ W}$
- Ar-Condicionado Suite: $1650 \cdot 0,903 = 1490 \text{ W}$
- Microondas: $1761 \cdot 0,92 = 1620 \text{ W}$
- Forno Elétrico: 2560 W
- Máquina de lavar e secar roupa: $2625 \cdot 0,8 = 2100 \text{ W}$
- Hidromassagem: 8200 W

Total: 34,16 kW

6.2. CLASSE DE ATENDIMENTO EDP

- Categoria T3 trifásico (três fases + neutro), disjuntor termomagnético tripolar de 100 A, condutores do ramal de entrada e de ligação de cobre isolado (PVC) com #35 mm², condutor de cobre nu para aterramento com #16 mm².

7. DIMENSIONAMENTO DO CIRCUITO ALIMENTADOR

1) Critério da Seção Mínima:

- Esse critério não se aplica ao circuito alimentador, o dimensionamento deve ser feito usando o critério da capacidade de corrente e queda de tensão.

2) Capacidade de Corrente:

$$I_p = \frac{S_{3\phi}}{\sqrt{3} \times V_L} = \frac{34160}{\sqrt{3} \times 220 \times 0,9} = 99,61 \text{ A}$$

$$I_c \geq \frac{I_p}{FCT \times FCR \times FCA} \Rightarrow I_c \geq \frac{99,61}{1 \times 1 \times 1} = 99,61 \text{ A}$$

- Isolação de PVC, 3 condutores carregados, método de instalação D, temperatura 30°C: $I_c = 103 \text{ A}$, # 35 mm² (3 Fases), # 25 mm² (Neutro) e # 16 mm² (PE)

3) Critério da Queda de Tensão:

$$\Delta V_{unit} = \frac{e(\%) \times V_L}{I_p \times l} = \frac{0,01 \times 220}{99,61 \times 0,01629} = 1,36 \text{ V/A.Km}$$

Para eletroduto de PVC (material não-magnético), circuito trifásico e um fator de potência de 0,95, obtemos um ΔV de 1,09 V/A.Km (valor abaixo de 1,36 V/A.Km) que corresponde a um condutor de 35 mm².

Logo, pelo método de tensão unitária pode-se usar cabo de 35 mm² (3 Fases), 25 mm² (Neutro) e 16 mm² (PE).

Assim, o circuito alimentador terá os seus condutores fases com seção de 35 mm² (3 Fases), 25 mm² (Neutro) e 16 mm² (PE).

7.1. DIMENSIONAMENTO DO ELETRODUTO

A área total ocupada pelos condutores dimensionados anteriormente é de:

$$S_t = 3 \times \left(\frac{\pi \times 11,0^2}{4} \right) + 2 \times \left(\frac{\pi \times 8,5^2}{4} \right) = 398,59 \text{ mm}^2$$

Como temos três condutores carregados a taxa de ocupação deve ser:

$T_x = 0,4$, logo teremos:

$$D_i = 2 \sqrt{\left(\frac{S_t}{\pi \times T_x} \right)} = 2 \sqrt{\left(\frac{398,59}{\pi \times 0,4} \right)} = 35,62 \text{ mm}$$

Logo, $D_i = 39,8 \text{ mm}$, e assim o eletroduto de PVC rígido deve ser de 50 mm ou 1.1/2".

Porém, devido ao comprimento e o número de curvas temos:

$$L_{\text{real}} = 16,29 \text{ m}$$

Curvas de 90°: $N = 2$,

$$\text{Distância máxima entre CPs: } L_{\text{max}} = 15 - 3 \cdot N = 15 - 3 \cdot 2 = 9 \text{ m}$$

Podemos verificar que a distância real (L_{real}) é superior a distância máxima (L_{max}). Assim, devemos calcular o número de aumentos do diâmetro do eletroduto.

$$A = \frac{L_{\text{real}} - L_{\text{max}}}{6} = \frac{16,29 - 9}{6} = 1,22$$

Dessa forma devemos aumentar o eletroduto em duas vezes o valor nominal, logo, encontramos 75 mm ou 2.1/2".