****

**ENGENHARIA DE COMPUTAÇÃO**

5º período

**DISCIPLINA**

Instalações Elétricas

**PROFESSOR RESPONSÁVEL**

Ezequiel Junio de Lima

**MEMORIAL**

**PROJETO ELÉTRICO RESIDENCIAL**

**AUTORA**

Vanessa Cristina Furtado Fagundes

14141000062

**Poços de Caldas, 04 de julho de 2019**

1. **Circuitos de Iluminação............................................................................................3**
   1. **Método dos Lúmens...........................................................................................3**
2. **Pontos de Tomada...................................................................................................13**
   1. **Tabela de Tomadas...........................................................................................13**
3. **Dimensionamento...................................................................................................15**
   1. **Determinação da Carga Instalada....................................................................15**
   2. **Cálculo de Demanda.........................................................................................15**
   3. **Dimensionamento dos Condutores.................................................................17**
      1. **Divisão de Circuitos................................................................................17**
      2. **Dimensionamento das Fases.................................................................22**
         1. **Seção Mínima................................................................................22**
         2. **Capacidade de Condução de Corrente.......................................22**
         3. **Queda de Tensão..........................................................................25**
         4. **Sobrecarga....................................................................................25**
         5. **Curto Circuito................................................................................26**
         6. **Choques Elétricos........................................................................27**
      3. **Dimensionamento do condutor neutro..................................................28**
      4. **Dimensionamento do condutor de proteção.........................................28**
      5. **Dimensionamento de Eletrodutos.........................................................29**
4. **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.........................................................................31**

**ANEXO I – Lista de Materiais........................................................................................32**

1. **Circuitos de Iluminação**

Como regra geral, a NBR 5410 estabelece que as cargas de iluminação devem ser determinadas como resultado da aplicação da NBR 5413: Iluminância de interiores – Procedimento. Como alternativa ao uso da NBR 5413, e especificamente em unidades residenciais, a NBR 5410 apresenta o seguinte critério de previsão de carga de iluminação para cada cômodo ou dependência:

1. Áreas iguais ou inferiores a 6 m², atribuir um mínimo de 100 VA;

2. Áreas Superiores a 6 m², atribuir um mínimo de 100VA para os primeiros 6 m², acrescidos de 60 VA para cada aumento de 4 m² inteiros.

* 1. **Método dos Lúmens**

Para todos os cômodos da residência, foi adotado o método dos Lúmens, seguindo os procedimentos descritos na NBR 5413: Iluminância de Interiores – Procedimento.

* Passo 1

O iluminamento médio pode ser calculado através da dimensão do cômodo e as atividades realizadas naquele local. Com isso, obtêm-se

|  |  |
| --- | --- |
| Primeiro Pavimento | |
| Cômodo | Iluminamento E (lux) |
| Suíte Hospedes | 200 |
| WC Hospedes | 200 |
| Lavabo | 200 |
| Hall | 150 |
| Área de Serviço | 150 |
| Dispensa | 150 |
| Cozinha | 300 |
| Sala de Estar | 200 |
| Sala de Jantar | 200 |

|  |  |
| --- | --- |
| Segundo Pavimento | |
| Cômodo | Iluminamento E (lux) |
| Sacada | 150 |
| Suíte casal | 200 |
| Suite 2 | 200 |
| Closet | 200 |
| WC 1/ WC 2/ Banho | 200 |
| Suíte 1 | 200 |
| Escada | 150 |
| Hall Escada | 150 |
| Garagem | 150 |

* Passo 2

Após definido o iluminamento, foi estabelecido os tipos de lâmpadas e luminárias a serem instaladas nos cômodos. Todas as lâmpadas e luminárias escolhidas são do tipo LED, para maior eficiência energética.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Primeiro Pavimento | | | |
| Cômodo | Lâmpada | Luminária | Fluxo Luminoso (ᵩ) lm |
| Suíte Hospedes | Lâmpada LED bulbo filamento 4w 400lm 2400k bivolt empalux | PIPE LUMINÁRIA PAREDE | 400 |
| Lâmpada embutida na luminária | LUMINÁRIA EMBUTIDA ITAIM PANDORA 1C 0578-G 15W 675lm 3000K | 675 |
| Lâmpada LED G9/Halopin Bipino 3w 6000k 302lm | Luminária Plafon Quadrado com Cristal, WEE, MY-93128L/C6, Cromado | 302 |
| WC Hospedes | Lâmpada embutida na luminária | LUMINÁRIA EMBUTIDA ITAIM PANDORA 1C 0578-G 15W 675lm 3000K | 675 |
| Lâmpada embutida na luminária | LUMINÁRIA EMBUTIDA DIFUSORA ITAIM ÓRBITA 11W 631lm 3000K | 631 |
| Lavabo | Lâmpada embutida na luminária | LUMINÁRIA EMBUTIDA DIFUSORA ITAIM ÓRBITA 11W 631lm 3000K | 631 |
| Hall | Lâmpada embutida na luminária | LUMINÁRIA EMBUTIDA DIFUSORA ITAIM MINOTAURO PE 16W 1608lm 4000K | 1608 |
| Lâmpada embutida na luminária | LUMINÁRIA EMBUTIDA ITAIM PANDORA 1C 0578-G 15W 675lm 3000K | 631 |
| Área de Serviço | Lâmpada embutida na luminária | LUMINÁRIA EMBUTIDA ITAIM PANDORA 1C 0578-G 15W 675lm 3000K | 631 |
| Lâmpada embutida na luminária | LUMINÁRIA EMBUTIDA DIFUSORA ITAIM ÓRBITA 11W 631lm 3000K | 675 |
| Dispensa | Lâmpada embutida na luminária | LUMINÁRIA EMBUTIDA ITAIM PANDORA 1C 0578-G 15W 675lm 3000K | 675 |
| Cozinha | Lâmpada LED bulbo filamento vintage 2400k quente 2w 200 lm | Kit 3 Pendentes Vegas (Preto Textura / Bronze) bocal g27 | 200 |
| Lâmpada embutida na luminária | LUMINÁRIA EMBUTIDA DIFUSORA ITAIM MINOTAURO PE 16W 1608lm 4000K | 1608 |
| Sala de Estar | Lâmpada embutida na luminária | LUMINÁRIA EMBUTIDA ITAIM PANDORA 1C 0578-G 15W 675lm 3000K | 675 |
| Lâmpada LED G9/Halopin Bipino 3w 6000k 302lm | Pendente C/ Cristal Ref:930-50c P/sala Estar COM 3 LAMPADAS G27 | 302 |
| Sala de Jantar | Lâmpada LED Vela Leitosa LED 4w 300 lm 3000K | LUSTRE DE CRISTAL BUCKINGHAM CHAMPAGNE 32 BRAÇOS - TUPIARA 32 LÂMPADAS | 300 |
| Garagem | Lâmpada embutida na luminária | LUMINÁRIA EMBUTIDA DIFUSORA ITAIM MINOTAURO PE 16W 1608lm 4000K | 1608 |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Segundo Pavimento | | | |
| Cômodo | Lâmpada | Luminária | Fluxo Luminoso (ᵩ) lm |
| Sacada | Lâmpada embutida na luminária | LUMINÁRIA EMBUTIDA ITAIM PANDORA 1C 0578-G 15W 675lm 3000K | 675 |
| Suíte casal | Lâmpada LED bulbo filamento 4w 400lm 2400k bivolt empalux | PIPE LUMINÁRIA PAREDE | 400 |
| Lâmpada embutida na luminária | LUMINÁRIA EMBUTIDA ITAIM PANDORA 1C 0578-G 15W 675lm 3000K | 675 |
| Lâmpada LED G9/Halopin Bipino 3w 6000k 302lm | Luminária Plafon Quadrado com Cristal, WEE, MY-93128L/C6, Cromado | 302 |
| Suite 2 | Lâmpada embutida na luminária | LUMINÁRIA EMBUTIDA ITAIM PANDORA 1C 0578-G 15W 675lm 3000K | 675 |
| Lâmpada LED G9/Halopin Bipino 3w 6000k 302lm | Luminária Plafon Quadrado com Cristal, WEE, MY-93128L/C6, Cromado | 302 |
| Closet | Lâmpada LED bulbo filamento 4w 400lm 2400k bivolt empalux | PIPE LUMINÁRIA PAREDE | 400 |
| Lâmpada embutida na luminária | LUMINÁRIA EMBUTIDA DIFUSORA ITAIM MINOTAURO PE 16W 1608lm 4000K | 1608 |
| WC 1/ WC 2 | Lâmpada embutida na luminária | LUMINÁRIA EMBUTIDA ITAIM PANDORA 1C 0578-G 15W 675lm 3000K | 672 |
| Lâmpada embutida na luminária | LUMINÁRIA EMBUTIDA DIFUSORA ITAIM ÓRBITA 11W 631lm 3000K | 631 |
| Banho | Lâmpada embutida na luminária | LUMINÁRIA EMBUTIDA DIFUSORA ITAIM ÓRBITA 11W 631lm 3000K | 631 |
| Lâmpada embutida na luminária | LUMINÁRIA EMBUTIDA ITAIM PANDORA 1C 0578-G 15W 675lm 3000K | 672 |
| Lâmpada embutida na luminária | LUMINÁRIA EMBUTIDA DIFUSORA ITAIM MINOTAURO PE 16W 1608lm 4000K | 1608 |
| Suíte 1 | Lâmpada embutida na luminária | LUMINÁRIA EMBUTIDA ITAIM PANDORA 1C 0578-G 15W 675lm 3000K | 675 |
| Lâmpada LED G9/Halopin Bipino 3w 6000k 302lm | Luminária Plafon Quadrado com Cristal, WEE, MY-93128L/C6, Cromado | 302 |
| Lâmpada LED bulbo filamento 4w 400lm 2400k bivolt empalux | PIPE LUMINÁRIA PAREDE | 400 |
| Escada | Lâmpada embutida na luminária | ARANDELA ITAIM DIRETA 1727-G 17 W 1493lm 4000K | 1493 |
| Hall Escada | Lâmpada embutida na luminária | LUMINÁRIA EMBUTIDA ITAIM PANDORA 1C 0578-G 15W 675lm 3000K | 672 |
| Lâmpada embutida na luminária | LUMINÁRIA EMBUTIDA DIFUSORA ITAIM MINOTAURO PE 16W 1608lm 4000K | 1608 |

* Passo 3

De posse das lâmpadas e luminárias escolhidas, é necessário calcular os índices e fatores que influenciam no iluminamento do cômodo. Neste caso, será determinado o Índice do recinto, o fator de utilização e o fator de depreciação do local. O índice do recinto é calculado por:

Onde:

C – comprimento do cômodo

L – largura do cômodo

h – altura de distância entre a luminária e o plano de trabalho



Portanto, o índice do recinto (K) de cada cômodo foi:

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Cômodo | L | C | h | K |
| Suíte Hospedes | 3.4 | 3.78 | 2.38 | 0.752089136 |
| WC Hospedes | 1.4 | 2.65 | 2.23 | 0.410784477 |
| Lavabo | 1.4 | 1.6 | 2.23 | 0.334828102 |
| Hall | 2.6 | 5.7 | 3.08 | 0.579721483 |
| Área de Serviço | 2.45 | 2.3 | 2.24 | 0.529605263 |
| Dispensa | 1.4 | 2.45 | 3.08 | 0.289256198 |
| Cozinha | 4.2 | 4 | 2.08 | 0.984990619 |
| Sala de Estar | 4.2 | 3.75 | 2.38 | 0.832408435 |
| Sala de Jantar | 4.2 | 3.5 | 5.5 | 0.520661157 |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Cômodo | L | C | h | K |
| Sacada | 1.1 | 3.85 | 3.02 | 0.72 |
| Suíte casal | 4.05 | 4.05 | 2.32 | 0.94 |
| Suite 2 | 3.4 | 3.78 | 2.32 | 0.85 |
| Closet | 4.33 | 3.85 | 2.32 | 0.94 |
| WC 1/ WC 2 | 1.4 | 2.65 | 2.17 | 0.72 |
| Banho | 2.32 | 3.85 | 2.17 | 0.72 |
| Suíte 1 | 4.2 | 3.6 | 2.32 | 0.85 |
| Escada | 2.32 | 2 | 2.52 | 0.72 |
| Hall Escada | 2.45 | 4.63 | 3.02 | 0.72 |
| Garagem | 5.35 | 4.65 | 3.02 | 0.85 |

De posse do índice do recinto, juntamente com a eficiência da luminária obtida através do catálogo, foi possível obter o Fator de Utilização (Fu) de cada cômodo. Por fim, o Fator de Depreciação (Fd) é calculado de acordo com período de manutenção estipulado para os ambientes, uma vez que com o passar do tempo, os detritos do ar se acumularão nas paredes e luminárias, afetando assim, o desempenho luminoso do local. Assim, adotando ambientes limpos com pequenos períodos de manutenção, obtêm-se:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Cômodo | Luminária | Fu | Fd |
| Suíte Hospedes | PIPE LUMINÁRIA PAREDE | 0.85 | 0.95 |
| LUMINÁRIA EMBUTIDA ITAIM PANDORA 1C 0578-G 15W 675lm 3000K | 0.85 | 0.95 |
| Luminária Plafon Quadrado com Cristal, WEE, MY-93128L/C6, Cromado | 0.85 | 0.95 |
| WC Hospedes | LUMINÁRIA EMBUTIDA ITAIM PANDORA 1C 0578-G 15W 675lm 3000K | 0.72 | 0.95 |
| LUMINÁRIA EMBUTIDA DIFUSORA ITAIM ÓRBITA 11W 631lm 3000K | 0.72 | 0.95 |
| Lavabo | LUMINÁRIA EMBUTIDA DIFUSORA ITAIM ÓRBITA 11W 631lm 3000K | 0.72 | 0.95 |
| Hall | LUMINÁRIA EMBUTIDA DIFUSORA ITAIM MINOTAURO PE 16W 1608lm 4000K | 0.72 | 0.95 |
| LUMINÁRIA EMBUTIDA ITAIM PANDORA 1C 0578-G 15W 675lm 3000K | 0.72 | 0.95 |
| Área de Serviço | LUMINÁRIA EMBUTIDA ITAIM PANDORA 1C 0578-G 15W 675lm 3000K | 0.72 | 0.95 |
| LUMINÁRIA EMBUTIDA DIFUSORA ITAIM ÓRBITA 11W 631lm 3000K | 0.72 | 0.95 |
| Dispensa | LUMINÁRIA EMBUTIDA ITAIM PANDORA 1C 0578-G 15W 675lm 3000K | 0.72 | 0.95 |
| Cozinha | Kit 3 Pendentes Vegas (Preto Textura / Bronze) bocal g27 | 0.72 | 0.95 |
| LUMINÁRIA EMBUTIDA DIFUSORA ITAIM MINOTAURO PE 16W 1608lm 4000K | 0.94 | 0.95 |
| Sala de Estar | LUMINÁRIA EMBUTIDA ITAIM PANDORA 1C 0578-G 15W 675lm 3000K | 0.94 | 0.95 |
| Pendente C/ Cristal Ref:930-50c P/sala Estar COM 3 LAMPADAS G27 | 0.85 | 0.95 |
| Sala de Jantar | LUSTRE DE CRISTAL BUCKINGHAM CHAMPAGNE 32 BRAÇOS - TUPIARA 32 LÂMPADAS | 0.85 | 0.95 |
| Garagem | LUMINÁRIA EMBUTIDA DIFUSORA ITAIM MINOTAURO PE 16W 1608lm 4000K | 0.85 | 0.95 |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Cômodo | Luminária | Fu | Fd |
| Sacada | LUMINÁRIA EMBUTIDA ITAIM PANDORA 1C 0578-G 15W 675lm 3000K | 0.72 | 0.95 |
| Suíte casal | PIPE LUMINÁRIA PAREDE | 0.94 | 0.95 |
| LUMINÁRIA EMBUTIDA ITAIM PANDORA 1C 0578-G 15W 675lm 3000K | 0.85 | 0.95 |
| Luminária Plafon Quadrado com Cristal, WEE, MY-93128L/C6, Cromado | 0.94 | 0.95 |
| Suite 2 | LUMINÁRIA EMBUTIDA ITAIM PANDORA 1C 0578-G 15W 675lm 3000K | 0.85 | 0.95 |
| Luminária Plafon Quadrado com Cristal, WEE, MY-93128L/C6, Cromado | 0.85 | 0.95 |
| Closet | PIPE LUMINÁRIA PAREDE | 0.94 | 0.95 |
| LUMINÁRIA EMBUTIDA DIFUSORA ITAIM MINOTAURO PE 16W 1608lm 4000K | 0.94 | 0.95 |
| WC 1/ WC 2 | LUMINÁRIA EMBUTIDA ITAIM PANDORA 1C 0578-G 15W 675lm 3000K | 0.72 | 0.95 |
| LUMINÁRIA EMBUTIDA DIFUSORA ITAIM ÓRBITA 11W 631lm 3000K | 0.72 | 0.95 |
| Banho | LUMINÁRIA EMBUTIDA DIFUSORA ITAIM ÓRBITA 11W 631lm 3000K | 0.72 | 0.95 |
| LUMINÁRIA EMBUTIDA ITAIM PANDORA 1C 0578-G 15W 675lm 3000K | 0.72 | 0.95 |
| LUMINÁRIA EMBUTIDA DIFUSORA ITAIM MINOTAURO PE 16W 1608lm 4000K | 0.72 | 0.95 |
| Suíte 1 | LUMINÁRIA EMBUTIDA ITAIM PANDORA 1C 0578-G 15W 675lm 3000K | 0.85 | 0.95 |
| Luminária Plafon Quadrado com Cristal, WEE, MY-93128L/C6, Cromado | 0.85 | 0.95 |
| PIPE LUMINÁRIA PAREDE | 0.85 | 0.95 |
| Escada | ARANDELA ITAIM DIRETA 1727-G 17 W 1493lm 4000K | 0.72 | 0.95 |
| Hall Escada | LUMINÁRIA EMBUTIDA ITAIM PANDORA 1C 0578-G 15W 675lm 3000K | 0.72 | 0.95 |
| LUMINÁRIA EMBUTIDA DIFUSORA ITAIM MINOTAURO PE 16W 1608lm 4000K | 0.72 | 0.95 |

* Passo 4

Diante de todos esses dados, é possível então, determinar o número de lâmpadas (n) necessárias para produzir o Iluminamento médio (Passo 1) de cada cômodo, através da equação:

Onde:

E– Iluminamento médio

C – Comprimento

L – Largura

Fu – Fator de Utilização

Fd – Fator de Depreciação

ᵩ - Fluxo Luminoso

Portanto, para o projeto luminotécnico da residência, será necessário:

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Cômodo | Luminária | Número de Lâmpadas (n) | Iluminância Obtida | Iluminância Total |
| Suíte Hospedes | PIPE LUMINÁRIA PAREDE | 1 | 25.13227513 | 241.0813492 |
| LUMINÁRIA EMBUTIDA ITAIM PANDORA 1C 0578-G 15W 675lm 3000K | 3 | 127.2321429 |
| Luminária Plafon Quadrado com Cristal, WEE, MY-93128L/C6, Cromado | 6 | 113.8492063 |
| WC Hospedes | LUMINÁRIA EMBUTIDA ITAIM PANDORA 1C 0578-G 15W 675lm 3000K | 1 | 123.8943396 | 232.6706199 |
| LUMINÁRIA EMBUTIDA DIFUSORA ITAIM ÓRBITA 11W 631lm 3000K | 2 | 232.6706199 |
| Lavabo | LUMINÁRIA EMBUTIDA DIFUSORA ITAIM ÓRBITA 11W 631lm 3000K | 1 | 192.6803571 | 192.6803571 |
| Hall | LUMINÁRIA EMBUTIDA DIFUSORA ITAIM MINOTAURO PE 16W 1608lm 4000K | 1 | 44.32478303 | 150.3876567 |
| LUMINÁRIA EMBUTIDA ITAIM PANDORA 1C 0578-G 15W 675lm 3000K | 1 | 106.0628737 |
| Área de Serviço | LUMINÁRIA EMBUTIDA ITAIM PANDORA 1C 0578-G 15W 675lm 3000K | 1 | 76.5934339 | 158.5277728 |
| LUMINÁRIA EMBUTIDA DIFUSORA ITAIM ÓRBITA 11W 631lm 3000K | 1 | 81.93433895 |
| Dispensa | LUMINÁRIA EMBUTIDA ITAIM PANDORA 1C 0578-G 15W 675lm 3000K | 1 | 134.606414 | 134.606414 |
| Cozinha | Kit 3 Pendentes Vegas (Preto Textura / Bronze) bocal g27 | 3 | 156.2099125 | 341.8914286 |
| LUMINÁRIA EMBUTIDA DIFUSORA ITAIM MINOTAURO PE 16W 1608lm 4000K | 4 | 341.8914286 |
| Sala de Estar | LUMINÁRIA EMBUTIDA ITAIM PANDORA 1C 0578-G 15W 675lm 3000K | 5 | 173.0357143 | 219.4861905 |
| Pendente C/ Cristal Ref:930-50c P/sala Estar COM 3 LAMPADAS G27 | 3 | 46.45047619 |
| Sala de Jantar | LUSTRE DE CRISTAL BUCKINGHAM CHAMPAGNE 32 BRAÇOS - TUPIARA 32 LÂMPADAS | 16 | 223.3469388 | 223.3469388 |
| Garagem | LUMINÁRIA EMBUTIDA DIFUSORA ITAIM MINOTAURO PE 16W 1608lm 4000K | 3 | 156.582454 | 156.582454 |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Cômodo | Luminária | Número de Lâmpadas (n) | Iluminância Obtida | Iluminância Total |
| Sacada | LUMINÁRIA EMBUTIDA ITAIM PANDORA 1C 0578-G 15W 675lm 3000K | 1 | 109.0200708 | 109.0200708 |
| Suíte casal | PIPE LUMINÁRIA PAREDE | 1 | 21.77716811 | 198.3419296 |
| LUMINÁRIA EMBUTIDA ITAIM PANDORA 1C 0578-G 15W 675lm 3000K | 3 | 99.69135802 |
| Luminária Plafon Quadrado com Cristal, WEE, MY-93128L/C6, Cromado | 6 | 98.65057156 |
| Suite 2 | LUMINÁRIA EMBUTIDA ITAIM PANDORA 1C 0578-G 15W 675lm 3000K | 3 | 127.2321429 | 241.0813492 |
| Luminária Plafon Quadrado com Cristal, WEE, MY-93128L/C6, Cromado | 6 | 113.8492063 |
| Closet | PIPE LUMINÁRIA PAREDE | 1 | 21.42707177 | 232.6706199 |
| LUMINÁRIA EMBUTIDA DIFUSORA ITAIM MINOTAURO PE 16W 1608lm 4000K | 2 | 172.2736571 |
| WC 1/ WC 2 | LUMINÁRIA EMBUTIDA ITAIM PANDORA 1C 0578-G 15W 675lm 3000K | 1/1 | 123.8943396 | 232.6706199 |
| LUMINÁRIA EMBUTIDA DIFUSORA ITAIM ÓRBITA 11W 631lm 3000K | 2/2 | 232.6706199 |
| Banho | LUMINÁRIA EMBUTIDA DIFUSORA ITAIM ÓRBITA 11W 631lm 3000K | 2 | 96.6421854 | 226.060009 |
| LUMINÁRIA EMBUTIDA ITAIM PANDORA 1C 0578-G 15W 675lm 3000K | 2 | 102.9216301 |
| LUMINÁRIA EMBUTIDA DIFUSORA ITAIM MINOTAURO PE 16W 1608lm 4000K | 1 | 123.1383789 |
| Suíte 1 | LUMINÁRIA EMBUTIDA ITAIM PANDORA 1C 0578-G 15W 675lm 3000K | 3 | 108.1473214 | 204.9191468 |
| Luminária Plafon Quadrado com Cristal, WEE, MY-93128L/C6, Cromado | 6 | 96.7718254 |
| PIPE LUMINÁRIA PAREDE | 2 | 42.72486772 |
| Escada | ARANDELA ITAIM DIRETA 1727-G 17 W 1493lm 4000K | 1 | 220.0887931 | 220.0887931 |
| Hall Escada | LUMINÁRIA EMBUTIDA ITAIM PANDORA 1C 0578-G 15W 675lm 3000K | 2 | 81.04165381 | 178.0022039 |
| LUMINÁRIA EMBUTIDA DIFUSORA ITAIM MINOTAURO PE 16W 1608lm 4000K | 1 | 96.96055009 |

**NOTA: Lâmpadas inseridas na área interna e fachada da residência foram dispostas de modo arquitetônico, não havendo cálculo luminotécnico para tal. Porém, todas são contabilizadas nos circuitos que virão a seguir.**

1. **Pontos de Tomadas**

Os pontos de tomadas são divididos em dois tipos:

* TUG – Tomada de Uso Geral, normalmente pontos comuns na residência onde o equipamento a ser conectado varia constantemente.
* TUE – Tomada de Uso Específico, destinadas a equipamentos que ficam fixos, como geladeira, forno elétrico, máquina de lavar-roupas.

A NBR 5410 determina algumas regras para instalação de pontos de tomada, portanto, seguindo a norma, foi feita a seguinte divisão:

* 1. **Tabela de Tomadas**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Cômodo | Perímetro | Regra | Uso | Nº TUG | Potência TUG | Nº TUE | Potência TUE | Total VA |
| Suíte Hospedes | 14.36 | 1 ponto de tomada para cada 5m, ou fração, de perímetro. | Uso geral | 3 | 100 |  |  | 300 |
| Sala de Jantar | 22.9 | Uso geral | 1 | 100 |  |  | 100 |
| Sala de Estar | 15.9 | Uso geral | 9 | 100 |  |  | 900 |
| Suite casal | 16.2 | Uso geral | 4 | 100 |  |  | 400 |
| Suite 2 | 14.36 | Uso geral | 4 | 100 |  |  | 400 |
| Suite 1 | 15.6 | Uso geral | 4 | 100 |  |  | 400 |
| Área de Serviço | 9.5 | no mínimo uma tomada para cada 3,5m, ou fração de perímetro (600VA as 3 primeiras e 100VA excedentes). | Máquina de Secar |  |  | 1 | 2000 | 2000 |
| Uso geral | 3 | 600 |  |  | 1800 |
| Cozinha | 16.4 | Forno Elétrico |  |  | 1 | 4500 | 4500 |
| Uso geral | 2 | 100 | 3 | 600 | 2000 |
| Bancada Cozinha | 8.1 | Uso geral | 4 | 100 |  |  | 400 |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Cômodo | Perímetro | Regra | Uso | Nº TUG | Potência TUG | Nº TUE | Potência TUE | Total VA |
| Closet | 16.36 | se a área for superior a 6m2, pelo menos uma tomada para cada 5 m, ou fração de perímetro, espaçadas tão uniformemente quanto possível (no mínimo 100VA por tomada). | Uso geral | 3 | 100 |  |  | 300 |
| Lavabo | 6 | uma tomada junto ao lavatório (600VA até três tomadas e 100VA para cada tomada excedente) | Uso geral | 1 | 600 |  |  | 600 |
| WC Hospedes | 8.1 | Uso geral | 1 | 600 |  |  | 600 |
| WC 1 | 8.1 | Uso geral | 1 | 600 |  |  | 600 |
| WC 2 | 8.1 | Uso geral | 1 | 600 |  |  | 600 |
| Banho | 12.34 | Uso geral | 2 | 600 | 2 | 100 | 1400 |
| Hall | 14.5 | pelo menos uma tomada (no mínimo 100VA por tomada). | Uso geral | 3 | 100 |  |  | 300 |
| Dispensa | 7.7 | Uso geral | 2 | 100 |  |  | 200 |
| Sacada | 9.9 | Uso geral | 2 | 100 |  |  | 200 |
| Escada | 10.74 | Uso geral | 2 | 100 |  |  | 200 |
| Hall Escada | 12.06 | Uso geral | 2 | 100 |  |  | 200 |
| Garagem | 20 | Uso geral | 2 | 100 | 3 | 600 | 2000 |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Cômodo | Perímetro | Regra | Uso | Nº TUG | Potência TUG | Nº TUE | Potência TUE | Total VA |
| Chuveiro WC Hóspedes |  | potência igual à potência nominal do equipamento a ser alimentado. | Chuveiro |  |  | 1 | 7800 | 7800 |
| Chuveiro WC Suite 1 |  | Chuveiro |  |  | 1 | 7800 | 7800 |
| Chuveiro WC Suite 2 |  | Chuveiro |  |  | 1 | 7800 | 7800 |
| Chuveiro WC Casal 1 |  | Chuveiro |  |  | 1 | 7800 | 7800 |
| Chuveiro WC Casal 2 |  | Chuveiro |  |  | 1 | 7800 | 7800 |
| Banheira |  | Banheira |  |  | 1 | 4000 | 4000 |
| Tomadas do Jardim |  | pelo menos uma tomada (no mínimo 100VA por tomada). | Uso geral | 3 | 100 | 1 | 600 | 900 |

1. **Dimensionamento**

Após definido as lâmpadas e tomadas, é necessário dimensionar o projeto.

* 1. **Determinação de carga instalada**

Para definição do tipo de fornecimento, deve-se determinar a carga instalada somando-se a potência em kW dos aparelhos de iluminação, aquecimento, eletrodomésticos, refrigeração, motores e maquinas de solda que possam ser ligados em sua unidade consumidora. A partir do valor da carga instalada será definido pela CEMIG, com base na ND-5.1: fevereiro/2006, o tipo de fornecimento.

Carga Instalada em questão: 63,938 KW

No caso das unidades consumidoras urbanas, cuja carga instalada seja superior a 20 kW, o fornecimento deve ser a 4 fios, sendo a entrada de serviço dimensionada pela demanda.

* 1. **Cálculo de demanda**

O dimensionamento da entrada de serviço de uma residência em perímetro urbano pode ser calculado por:

D = a + b + c + d

Onde:

a: demanda referente à iluminação e tomadas

b: demanda relativa aos aparelhos eletrodomésticos e de aquecimento

b1: chuveiros, torneiras e cafeteiras elétricas;

b2: aquecedores de água por acumulação e por passagem;

b3: fornos, fogões e aparelhos tipo "Grill";

b4: máquinas de lavar e secar roupas, máquinas de lavar louças e ferro elétrico;

b5: demais aparelhos (TV, conjunto de som, ventilador, geladeira, freezer, etc.).

c: demanda dos aparelhos condicionadores de ar, determinada por:

- 100%, para os primeiros 5 aparelhos;

- 86 %, para os demais.

No caso de condicionador central de ar, utilizar fator de demanda igual a 100%.

d: demanda de motores elétricos

Portanto:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Fator de Demanda 1º Pavimento | | | |
| Demanda A | | | |
| Tipo de Circuito | Potência (KVA) | Fator de Demanda | Potência Corrigida |
| ILUMINAÇÃO | 1.187 | 0.81 | 0.96147 |
| TOMADAS GERAIS PRIMEIRO PAVIMENTO | 2 | 0.81 | 1.62 |
| TOMADAS COZINHA | 2 | 0.81 | 1.62 |
| TOMADAS AREA DE SERVIÇO | 2 | 0.81 | 1.62 |
| TOMADAS GERAIS | 2.2 | 0.76 | 1.672 |
| TOMADAS GARAGEM | 2 | 0.81 | 1.62 |
| JARDIM | 1.164 | 0.76 | 0.88464 |
| QUADRO DE CARGAS 2 | 4.01916 |  | 4.01916 |
|  |  | **SOMATORIO** | **14.01727** |
| Demanda B | | | |
| Tipo de Circuito | Potência (KVA) | Fator de Demanda | Potência Corrigida |
| CHUVEIRO WC HOSPEDES | 7.8 | 0.43 | - |
| MÁQUINA DE SECAR | 2 | - |
| FORNO ELÉTRICO | 4.5 | - |
| QUADRO DE CARGAS 2 | 35.2 |  |
|  |  | **SOMATORIO** | **21.285** |
|  |  | TOTAL | 35.30227 |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Fator de Demanda 2º Pavimento | | | |
| Demanda A | | | |
| Tipo de Circuito | Potência (KVA) | Fator de Demanda | Potência Corrigida |
| TOMADAS QUARTOS SEGUNDO PAVIMENTO | 2 | 0.81 | 1.62 |
| TOMADAS SUITE CASAL | 2 | 0.81 | 1.62 |
| ILUMINAÇÃO 2º PAVIMENTO | 0.906 | 0.86 | 0.77916 |
|  | 4.906 | **SOMATORIO** | **4.01916** |
| Demanda B | | | |
| Tipo de Circuito | Potência (KVA) | Fator de Demanda | Potência Corrigida |
| CHUVEIRO WC CASAL 1 | 7.8 | 0.7 | - |
| CHUVEIRO WC CASAL 2 | 7.8 | - |
| BANHEIRA WC CASAL | 4 | - |
| CHUVEIRO WC SUITE 1 | 7.8 | - |
| CHUVEIRO WC SUITE 2 | 7.8 | - |
|  | 35.2 | **SOMATORIO** | **24.64** |
|  |  | **TOTAL** | **28.65916** |

**Demanda total: 35.30227 kVA**

De acordo com a Tabela 2 da norma ND-5.1 Dezembro/2017, é possível definir:

* Ramal de Entrada

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Condutor Cobre PVC 70º | Eletroduto | |
| PVC | Aço |
| 35 | 40 | 32 |

* Aterramento

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Aterramento | | |
| Nº Eletrodos | Condutor Cobre Nu | Condutor de Proteção |
| 2 | 10 | 16 |

* 1. **Dimensionamento de condutores**
     1. **Divisão de circuitos**

Seguindo se as recomendações da NBR 5410, os circuitos terminais devem ser individualizados pela função dos equipamentos de utilização que alimentam. Em particular, devem ser previstos circuitos terminais distintos para iluminação e tomadas de corrente. Em unidades residenciais e similares, devem ser previstos circuitos independentes para cada equipamento com corrente nominal superior a 10 A.

Cada circuito deve ter seu próprio condutor neutro. As tomadas da copa-cozinha e área de serviço devem fazer parte de circuitos exclusivos. Sempre que possível, deve-se projetar circuitos independentes para os quartos, salas (dependências sociais), cozinhas e dependências de serviço.

As cargas devem ser distribuídas entre as fases, de modo a obter-se o maior equilíbrio possível. Recomenda-se limitar a corrente a 10 A nos circuitos de iluminação e tomadas de uso geral.

* Tabela de divisão dos circuitos

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Circuito 1 - Iluminação Primeiro Andar | | | | Tensão: | 220 | |
| Cômodo | Potência (VA) | Corrente (A) | Potência Total (VA) | | | Corrente Total (A) |
| Suíte Hospedes | 134 | 0.609090909 | 1187 | | | 5.395454545 |
| WC Hospedes | 74 | 0.336363636 |
| Lavabo | 22 | 0.1 |
| Hall | 31 | 0.140909091 |
| Área de Serviço | 52 | 0.236363636 |
| Dispensa | 30 | 0.136363636 |
| Cozinha | 140 | 0.636363636 |
| Sala de Estar | 168 | 0.763636364 |
| Sala de Jantar | 128 | 0.581818182 |
| Garagem | 96 | 0.436363636 |
| Calçada | 132 | 0.6 |
| Fachada Casa | 180 | 0.818181818 |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Circuito 2 - Tomadas gerais Primeiro Pavimento | | | Tensão: | 220 |
| Cômodo | Potência (VA) | Corrente (A) | Potência Total (VA) | Corrente Total (A) |
| Suíte Hospedes | 300 | 1.363636364 | 2000 | 9.090909091 |
| WC Hospedes | 600 | 2.727272727 |
| Lavabo | 600 | 2.727272727 |
| Hall | 300 | 1.363636364 |
| Dispensa | 200 | 0.909090909 |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Circuito 3 - Tomadas Cozinha | | | Tensão: | 220 |
| Cômodo | Potência (VA) | Corrente (A) | Potência Total (VA) | Corrente Total (A) |
| Cozinha | 2000 | 9.090909091 | 2000 | 9.090909091 |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Circuito 4 - Tomadas Aréa de Serviço | | | Tensão: | 220 |
| Cômodo | Potência (VA) | Corrente (A) | Potência Total (VA) | Corrente Total (A) |
| Área de Serviço | 2000 | 9.090909091 | 2000 | 9.090909091 |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Circuito 5 - Tomadas Gerais | | | Tensão: | 220 |
| Cômodo | Potência (VA) | Corrente (A) | Potência Total (VA) | Corrente Total (A) | |
| Sala de Jantar | 100 | 0.454545455 | 2000 | 9.090909091 | |
| Sala de Estar | 900 | 4.090909091 |
| Bancada Cozinha | 400 | 1.818181818 |
| Escada | 200 | 0.909090909 |
| Hall Escada | 200 | 0.909090909 |
| Closet | 200 | 0.909090909 |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Circuito 6 - Chuveiro WC Hóspedes | | | Tensão: | 220 |
| Cômodo | Potência (VA) | Corrente (A) | Potência Total (VA) | Corrente Total (A) |
| Chuveiro WC Hóspedes | 7800 | 35.45454545 | 7800 | 35.45454545 |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Circuito 7 - Tomadas Quartos Segundo Pavimento | | | Tensão: | 220 |
| Cômodo | Potência (VA) | Corrente (A) | Potência Total (VA) | Corrente Total (A) |
| Suite 2 | 400 | 1.818181818 | 2000 | 9.090909091 |
| WC 1 | 600 | 2.727272727 |
| WC 2 | 600 | 2.727272727 |
| Suite 1 | 400 | 1.818181818 |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Circuito 8 - Tomadas Suite Casal | | | Tensão: | 220 |
| Cômodo | Potência (VA) | Corrente (A) | Potência Total (VA) | Corrente Total (A) |
| Sacada | 200 | 0.909090909 | 2000 | 9.090909091 |
| Suite casal | 400 | 1.818181818 |
| Banho | 1400 | 6.363636364 |

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Circuito 9 - Chuveiro WC Suite Casal 1 | | | Tensão: | | | 220 | |
| Cômodo | Potência (VA) | Corrente (A) | Potência Total (VA) | | | Corrente Total (A) |
| Chuveiro WC Casal 1 | 7800 | 35.45454545 | 7800 | | | 35.45454545 |
| Circuito 10 - Chuveiro WC Suite Casal 2 | |  | | Tensão: | 220 | | | |
| Cômodo | Potência (VA) | Corrente (A) | | Potência Total (VA) | Corrente Total (A) | | | |
| Chuveiro WC Casal 2 | 7800 | 35.45454545 | | 7800 | 35.45454545 | | | |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Circuito 11 - Tomadas Garagem | | | Tensão: | 220 |
| Cômodo | Potência (VA) | Corrente (A) | Potência Total (VA) | Corrente Total (A) |
| Garagem | 2000 | 9.090909091 | 2000 | 9.090909091 |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Circuito 12 - Banheira WC Suite Casal | | | Tensão: | 220 |
| Cômodo | Potência (VA) | Corrente (A) | Potência Total (VA) | Corrente Total (A) |
| Banheira | 4000 | 18.18181818 | 4000 | 18.18181818 |

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Circuito 13 - Chuveiro WC Suite 1 | | | Tensão: | 220 | |
| Cômodo | Potência (VA) | Corrente (A) | Potência Total (VA) | Corrente Total (A) |
| Chuveiro WC Suite 1 | 7800 | 35.45454545 | 7800 | 35.45454545 |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Circuito 14 - Chuveiro WC Suite 2 | | | Tensão: | 220 |
| Cômodo | Potência (VA) | Corrente (A) | Potência Total (VA) | Corrente Total (A) |
| Chuveiro WC Suite 2 | 7800 | 35.45454545 | 7800 | 35.45454545 |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Circuito 15 - Jardim | | | Tensão: | 220 |
| Cômodo | Potência (VA) | Corrente (A) | Potência Total (VA) | Corrente Total (A) |
| Iluminação do Jardim | 1164 | 5.290909091 | 2064 | 9.381818182 |
| Tomadas do Jardim | 900 | 4.090909091 |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Circuito 16 - Iluminação Segundo Andar | | | Tensão: | 220 |
| Cômodo | Potência (VA) | Corrente (A) | Potência Total (VA) | Corrente Total (A) |
| Sacada | 22 | 0.1 | 906 | 4.118181818 |
| Suite casal | 134 | 0.609090909 |
| Suite 2 | 126 | 0.572727273 |
| Closet | 72 | 0.327272727 |
| WC 1 | 74 | 0.336363636 |
| WC 2 | 74 | 0.336363636 |
| Banho | 136 | 0.618181818 |
| Suite 1 | 142 | 0.645454545 |
| Escada | 34 | 0.154545455 |
| Hall Escada | 92 | 0.418181818 |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Circuito 17 - Forno Elétrico | | | Tensão: | 220 |
| Cômodo | Potência (VA) | Corrente (A) | Potência Total (VA) | Corrente Total (A) |
| Forno Elétrico | 4500 | 20.45454545 | 4500 | 20.45454545 |

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Circuito 18 - Máquina de Secar | | | Tensão: | 220 | |
| Cômodo | Potência (VA) | Corrente (A) | Potência Total (VA) | Corrente Total (A) |
| Máquina de Secar | 2000 | 9.090909091 | 2000 | 9.090909091 |

* + 1. **Dimensionamento das fases**
       1. **Seção Mínima**

De acordo com a NBR 5410-2004, as seções mínimas admitidas são:

|  |  |
| --- | --- |
| Circuito | Seção Mínima |
| 1 | 1,5 |
| 2 | 2,5 |
| 3 | 2,5 |
| 4 | 2,5 |
| 5 | 2,5 |
| 6 | 2,5 |
| 7 | 2,5 |
| 8 | 2,5 |
| 9 | 2,5 |
| 10 | 2,5 |
| 11 | 2,5 |
| 12 | 2,5 |
| 13 | 2,5 |
| 14 | 2,5 |
| 15 | 2,5 |
| 16 | 1,5 |
| 17 | 2,5 |
| 18 | 2,5 |

* + - 1. **Capacidade de Condução de Corrente**

Para determinação da seção seguiram-se os seguintes passos:

1. Calcular a corrente de projeto do circuito;
2. Determinar o método de instalação;
3. Aplicar os fatores de correção apropriados.

* Cálculo da Corrente de Projeto

Para o cálculo da corrente de projeto, utiliza-se:

Onde:

: Corrente de Projeto

P: Potência ativa total do circuito

V: Tensão do circuito

: Fator de potência total do circuito

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| CIRCUITO | POTÊNCIA (VA) | POTÊNCIA (W) | FATOR DE POTÊNCIA | TENSÃO(V) | CORRENTE(A) |
| 1 | 1187 | 593.5 | 0,5 | 220 | 5.395454545 |
| 2 | 2000 | 1840 | 0,92 | 220 | 9.090909091 |
| 3 | 2000 | 1840 | 0,92 | 220 | 9.090909091 |
| 4 | 2000 | 1840 | 0,92 | 220 | 9.090909091 |
| 5 | 2000 | 1840 | 0,92 | 220 | 9.090909091 |
| 6 | 7800 | 7800 | 1 | 220 | 35.45454545 |
| 7 | 2000 | 1840 | 0,92 | 220 | 9.090909091 |
| 8 | 2000 | 1800 | 0,92 | 220 | 9.090909091 |
| 9 | 7800 | 7800 | 1 | 220 | 35.45454545 |
| 10 | 7800 | 7800 | 1 | 220 | 35.45454545 |
| 11 | 2000 | 1840 | 0,92 | 220 | 9.090909091 |
| 12 | 4000 | 3680 | 0,92 | 220 | 18.18181818 |
| 13 | 7800 | 7800 | 1 | 220 | 35.45454545 |
| 14 | 7800 | 7800 | 1 | 220 | 35.45454545 |
| 15 | 2064 | 1032 | 0,5 | 220 | 9.381818182 |
| 16 | 906 | 453 | 0,5 | 220 | 4.118181818 |
| 17 | 4500 | 4500 | 1 | 220 | 20.45454545 |
| 18 | 2000 | 1840 | 0,92 | 220 | 9.090909091 |

* Método de Instalação

De acordo com a NBR-5410: 2004 - tabela 33 página 90, o método de instalação será do tipo B1: condutores isolados ou cabos unipolares em eletroduto de seção circular embutido em alvenaria.

* Fatores de Correção

Nas instalações elétricas, há 3 fatores estruturais que influenciam no projeto, a saber:

K1 – Fato de correção de temperatura, sendo este para isolação de PVC a temperatura de 40ºC

K2 – Fator de Correção para resistividade térmica do solo

K3 – Fator de Correção para agrupamento de circuitos.

Esses fatores influenciam na corrente de projeto, que pode ser corrigida através da equação:

Através do valor da corrente corrigida, é possível estabelecer o valor da seção do cabo necessário para suprir a demanda de corrente.

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Circuito | Corrente de Projeto | k1 | k2 | k3 | Corrente Corrigida | Seção do Cabo |
| 1 | 5.39545455 | 0.87 | 1 | 0.7 | 8.859531273 | 1.5 |
| 2 | 9.09090909 | 0.87 | 1 | 0.7 | 14.92760113 | 2.5 |
| 3 | 9.09090909 | 0.87 | 1 | 0.7 | 14.92760113 | 2.5 |
| 4 | 9.09090909 | 0.87 | 1 | 0.7 | 14.92760113 | 2.5 |
| 5 | 9.09090909 | 0.87 | 1 | 0.7 | 14.92760113 | 4 |
| 6 | 35.4545455 | 0.87 | 1 | 1 | 40.7523511 | 10 |
| 7 | 9.09090909 | 0.87 | 1 | 0.7 | 14.92760113 | 2.5 |
| 8 | 9.09090909 | 0.87 | 1 | 0.7 | 14.92760113 | 2.5 |
| 9 | 35.4545455 | 0.87 | 1 | 1 | 40.7523511 | 10 |
| 10 | 35.4545455 | 0.87 | 1 | 1 | 40.7523511 | 10 |
| 11 | 9.09090909 | 0.87 | 1 | 0.7 | 14.92760113 | 2.5 |
| 12 | 18.1818182 | 0.87 | 1 | 1 | 20.89864159 | 2.5 |
| 13 | 35.4545455 | 0.87 | 1 | 1 | 40.7523511 | 10 |
| 14 | 35.4545455 | 0.87 | 1 | 1 | 40.7523511 | 10 |
| 15 | 9.38181818 | 0.87 | 1 | 1 | 10.78369906 | 1.5 |
| 16 | 4.11818182 | 0.87 | 1 | 1 | 4.73354232 | 1.5 |
| 17 | 9.09090909 | 1 | 1 | 1 | 9.090909091 | 2.5 |
| 18 | 20.4545455 | 1 | 1 | 1 | 20.45454545 | 4 |

* + - 1. **Queda de Tensão**

De acordo com a NBR 5410:2004, em qualquer ponto de utilização da instalação, a queda de tensão verificada não deve ser superior a 5%, calculados a partir do ponto de entrega, dados em relação ao valor da tensão nominal da instalação.

Onde:

: Queda de tensão

: comprimento do circuito

: Corrente de projeto

: Resistência do condutor

: Reatância do condutor

: Fator de Potência

: Fator Reativo

Em concordância com a Equação acima, foi obtido então:

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Circuito |  | cos | sen | t | R | x | L |  | % |
| 1 | 5.395454 | 0.5 | 0.866025 | 2 | 14.48 | 0.16 | 16.2997 | 2.131047 | 0.968657698 |
| 2 | 9.090909 | 0.92 | 0.391918 | 2 | 8.87 | 0.15 | 8.58 | 2.105408 | 0.9570035 |
| 3 | 9.090909 | 0.8 | 0.6 | 2 | 8.87 | 0.15 | 7.01 | 1.503922 | 0.683600809 |
| 4 | 9.090909 | 0.8 | 0.6 | 2 | 8.87 | 0.15 | 4.8 | 1.02979 | 0.468086146 |
| 5 | 10 | 0.92 | 0.391918 | 2 | 5.52 | 0.14 | 8.23809 | 1.38878 | 0.631263702 |
| 6 | 35.45454 | 1 | 0 | 2 | 3.69 | 0.13 | 7.5 | 2.255643 | 1.025292106 |
| 7 | 9.090909 | 0.92 | 0.391918 | 2 | 8.87 | 0.15 | 9.425 | 2.312758 | 1.051253845 |
| 8 | 9.090909 | 0.92 | 0.391918 | 2 | 8.87 | 0.15 | 8.32 | 2.041607 | 0.928003394 |
| 9 | 35.45454 | 1 | 0 | 2 | 3.69 | 0.13 | 5 | 1.503762 | 0.683528071 |
| 10 | 35.45454 | 1 | 0 | 2 | 3.69 | 0.13 | 3.2 | 0.962408 | 0.437457965 |
| 11 | 9.090909 | 0.92 | 0.391918 | 2 | 8.87 | 0.15 | 11.315 | 2.776537 | 1.262062308 |
| 12 | 18.18181 | 0.92 | 0.391918 | 2 | 8.87 | 0.15 | 3.6 | 1.236743 | 0.562155902 |
| 13 | 35.45454 | 1 | 0 | 2 | 3.69 | 0.13 | 7 | 2.105266 | 0.956939299 |
| 14 | 35.45454 | 1 | 0 | 2 | 3.69 | 0.13 | 7 | 2.105266 | 0.956939299 |
| 15 | 5.290909 | 0.5 | 0.866025 | 2 | 14.48 | 0.16 | 24.5876 | 2.20663 | 1.003013696 |
| 16 | 4.118181 | 0.5 | 0.866025 | 2 | 14.48 | 0.16 | 33.72 | 2.35546 | 1.0706635 |
| 17 | 9.090909 | 0.92 | 0.391918 | 2 | 14.48 | 0.16 | 2 | 0.486702 | 0.221228214 |
| 18 | 20.45454 | 1 | 0 | 2 | 5.52 | 0.14 | 4 | 0.903273 | 0.410578512 |

* + - 1. **Sobrecarga**

A característica de funcionamento de um dispositivo protegendo um circuito contra sobrecargas deve satisfazer às duas seguintes condições:

Onde:

: Corrente de projeto

: Capacidade de condução

: Corrente nominal do dispositivo de proteção

: Corrente convencional de atuação

Todos os disjuntores utilizados foram especificados de acordo com as normas NBR IEC 60898, 60947-2 e NBR 5361 e atendem a condição de .

Segue abaixo os cálculos:

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Circuito | Seção do Cabo |  | k1 | k2 | k3 |  |  |  |
| 1 | 1.5 | 17.5 | 0.87 | 1 | 0.7 | 5.39545455 | 10 | 10.6575 |
| 2 | 2.5 | 24 | 0.87 | 1 | 0.7 | 9.09090909 | 10 | 14.616 |
| 3 | 2.5 | 24 | 0.87 | 1 | 0.7 | 9.09090909 | 10 | 14.616 |
| 4 | 2.5 | 24 | 0.87 | 1 | 0.7 | 9.09090909 | 10 | 14.616 |
| 5 | 4 | 32 | 0.87 | 1 | 0.7 | 10 | 16 | 19.488 |
| 6 | 10 | 57 | 0.87 | 1 | 1 | 35.4545455 | 40 | 49.59 |
| 7 | 2.5 | 24 | 0.87 | 1 | 0.7 | 9.09090909 | 10 | 14.616 |
| 8 | 2.5 | 24 | 0.87 | 1 | 0.7 | 9.09090909 | 10 | 14.616 |
| 9 | 10 | 57 | 0.87 | 1 | 1 | 35.4545455 | 40 | 49.59 |
| 10 | 10 | 57 | 0.87 | 1 | 1 | 35.4545455 | 40 | 49.59 |
| 11 | 2.5 | 24 | 0.87 | 1 | 0.7 | 9.09090909 | 10 | 14.616 |
| 12 | 2.5 | 24 | 0.87 | 1 | 1 | 18.1818182 | 20 | 20.88 |
| 13 | 10 | 57 | 0.87 | 1 | 1 | 35.4545455 | 40 | 49.59 |
| 14 | 10 | 57 | 0.87 | 1 | 1 | 35.4545455 | 40 | 49.59 |
| 15 | 1.5 | 17.5 | 0.87 | 1 | 1 | 5.29090909 | 10 | 15.225 |
| 16 | 1.5 | 17.5 | 0.87 | 1 | 1 | 4.11818182 | 10 | 15.225 |
| 17 | 2.5 | 24 | 1 | 1 | 1 | 9.09090909 | 10 | 24 |
| 18 | 4 | 32 | 1 | 1 | 1 | 20.4545455 | 25 | 32 |

* + - 1. **Curto Circuito**

A suportabilidade a correntes de curto-circuito dos condutores, determina o tipo de dispositivo de proteção dos mesmos, podendo modificar sua seção. Os condutores devem ser protegidos por dispositivos de proteção com as seguintes características:

Onde:

: corrente de curto-circuito presumida;

: corrente máxima de interrupção (ruptura) do dispositivo de proteção.

Na rede de distribuição onde a residência se encontra, há um transformador de 75kVA cujo valor aproximado da corrente de curto-circuito trifásico no transformador 220/127 V é de 3,8 kA. Dessa forma, os disjuntores adotados devem possuir uma corrente de ruptura 3,8kA. Portando, serão utilizados disjuntores com 4,5kA de corrente de ruptura.

* + - 1. **Choques Elétricos**

Para a proteção contra choques elétricos, foi empregado o dispositivo diferencial residual (DR). O dispositivo DR detecta a soma fasorial das correntes que percorrem os condutores vivos de um circuito em um determinado ponto do circuito, isto é, a corrente diferencial-residual (IDR) no ponto considerado, provoca a interrupção do circuito quando IDR ultrapassa um valor preestabelecido, chamado de corrente diferencial residual nominal de atuação (). Para maior proteção da residência, foi empregado 1 DR em cada circuito geral, de forma a atender todos os circuitos dos dois pavimentos.

Após feita a verificação de todos estes fatores, pôde-se determinar então a seção da fase de cada circuito sendo:

|  |  |
| --- | --- |
| Circuito | Seção do Cabo |
| 1 | 1.5 |
| 2 | 2.5 |
| 3 | 2.5 |
| 4 | 2.5 |
| 5 | 4 |
| 6 | 10 |
| 7 | 2.5 |
| 8 | 2.5 |
| 9 | 10 |
| 10 | 10 |
| 11 | 2.5 |
| 12 | 2.5 |
| 13 | 10 |
| 14 | 10 |
| 15 | 1.5 |
| 16 | 1.5 |
| 17 | 2.5 |
| 18 | 4 |

* + 1. **Dimensionamento do condutor neutro**

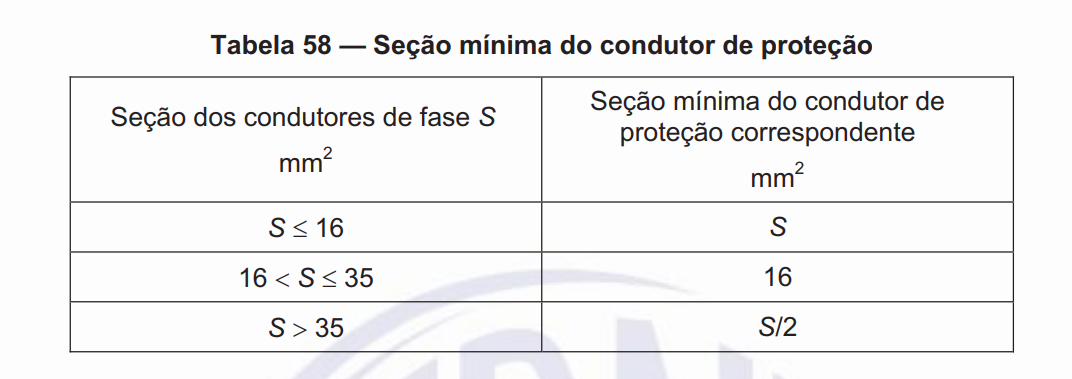
O condutor neutro deve possuir a mesma seção que os condutores fase nos seguintes casos:

* Circuitos monofásicos;
* Circuitos bifásicos com neutro (2 fases + neutro), quando a taxa de 3ª harmônica e seus múltiplos não for superior a 33%;
* Circuitos trifásicos com neutro, quando a taxa de 3a harmônica e seus múltiplos não for superior a 33%.

No presente caso, temos circuitos bifásicos com baixa taxa harmônica, logo o condutor neutro segue a seção do condutor fase.

* + 1. **Dimensionamento do condutor de proteção**

A NBR 5410 recomenda o uso de condutores de proteção, que, preferencialmente, deverão ser condutores isolados, cabos unipolares ou veias de cabos multipolares. A tabela na sequência apresenta a seção mínima do condutor de proteção em função da seção dos condutores fase do circuito.



Como em todos os circuitos a seção das fases não ultrapassam 16mm, a seção dos condutores de proteção será a mesma que a fase do seu respectivo circuito.

* + 1. **Dimensionamento de Eletrodutos**

Na utilização de condutos fechados (eletrodutos) deve observar as seguintes exigências:

* Os circuitos devem pertencer à mesma instalação (mesmo Quadro);
* Os condutores devem ser semelhantes (intervalo de 3 seções normalizadas);
* Todos os condutores devem possuir a mesma temperatura máxima;
* Todos os condutores devem ser isolados para a maior tensão nominal;
* É vedada a utilização de eletrodutos que não sejam expressamente apresentados e comercializados como tal;
* A NBR 5410 somente permite a utilização de eletrodutos não-propagantes de chama e, quando embutidos, suportem os esforços de deformação característicos da técnica construtiva utilizada.
* Nos eletrodutos só devem ser instalados condutores isolados, cabos unipolares e multipolares.
* Normalmente, em instalações elétricas de baixa tensão, utiliza-se eletrodutos de PVC rígido, quando a instalação for embutida, ou eletrodutos metálicos, quando aparente.

A taxa de ocupação do eletroduto não deve ser superior a:

* 53% no caso de um condutor;
* 31% no caso de dois condutores;
* 40% no caso de três ou mais condutores;

Para uniformidade no projeto, foi calculado o eletroduto para a área com maior número de cabos, sendo:

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Número de Cabos | Seção | Área externa total (mm²) | Área Eletroduto mm² | Seção Eletroduto pol |
| 6 | 1.5 | 114.511052 | 356.33 | 1 |
| 3 | 2.5 |
| 3 | 4 |

Portanto, para a **instalação interna da residência** deverá ser usado eletroduto corrugado de **1 polegada**. Para a instalação de **abastecimento da rede** até o quadro geral deverá ser usado eletroduto corrugado de **1 ½ polegadas**.

**NOTA: Para fins de validade deste projeto, deverá instalar OBRIGATORIAMENTE eletroduto corrugado flexível de PVC não propagante de chama que atenda a norma NBR-5410.**

1. **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**
2. NBR 5410 – Instalações Elétricas de baixa Tensão - ABNT, 2008.
3. Instalações Elétricas de Baixa Tensão – Ezequiel Junio de Lima, 2019.
4. Fornecimento de Energia Elétrica em Tensão Secundária – Rede de Distribuição Aérea – Edificações Individuais- CEMIG, 2019.
5. Catálogo Minidisjuntores, Siemens, 2019.
6. Catálogo Técnico – Tigre, 2019.

**ANEXO I**

**Lista de Materiais**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Material | Descrição | Valor Unitário | Quantidade | Valor Final |
| Resultado de imagem para Plafon Quadrado com Cristal, WEE, MY-93128L/C6, Cromado | Plafon Quadrado com Cristal, WEE, MY-93128L/C6, Cromado | 728.58 | 4 | 2914.32 |
|  | Lâmpada LED G9/Halopin Bipino 3w 6000k 302lm | 14.99 | 24 | 359.76 |
|  | PIPE LUMINÁRIA PAREDE | 109.9 | 8 | 879.2 |
| LÃ¢mpada LED Bulbo Filamento 4W Luz Amarela Bivolt Empalux | LÂMPADA LED BULBO FILAMENTO 4W 400lm 2400k BIVOLT EMPALUX | 13.62 | 8 | 108.96 |
| Resultado de imagem para luminÃ¡ria embutida teto | LUMINÁRIA EMBUTIDA DIFUSORA ITAIM MINOTAURO PE 16W 1608lm 4000K |  | 11 | 0 |
|  | Pendente C/ Cristal Ref:930-50c P/sala Estar COM 3 LAMPADAS G27 | 1,290.00 | 1 | 1290 |
|  | Kit 3 Pendentes Vegas (Preto Textura / Bronze) bocal g27 | 180.00 | 1 | 180 |
| https://www.inspirehome.com.br/media/catalog/product/cache/1/image/9df78eab33525d08d6e5fb8d27136e95/1/0/1004760-A_3.jpg | LÂMPADA LED BULBO FILAMENTO VINTAGE 2400K QUENTE 2W STELLA STH6335/24 200 lm | 41.90 | 3 | 125.7 |
|  | LUMINÁRIA EMBUTIDA ITAIM PANDORA 1C 0578-G 15W 675lm 3000K |  | 3 | 0 |
|  | LUMINÁRIA EMBUTIDA DIFUSORA ITAIM ÓRBITA 11W 631lm 3000K |  | 6 | 0 |
|  | LUSTRE DE CRISTAL BUCKINGHAM CHAMPAGNE 32 BRAÇOS - TUPIARA 32 LÂMPADAS | 15,413.90 | 1 | 15413.9 |
|  | Lâmpada Vela Leitosa LED 4w 300 lm 3000K | 12.9 | 16 | 206.4 |
|  | ARANDELA ITAIM DIRETA 1727-G 17 W 1493lm 4000K |  | 1 | 0 |
|  | Spot Balizador LED 3W 6000K para Piso | 34.9 | 22 | 767.8 |
|  | Refletor Holofote MicroLED SMD 30w 3500lm RGB Colorido com Controle | 69.9 | 3 | 209.7 |
|  | Chuveiro Lorenzetti Acqua Duo 220v/7800w Preto E Cromado | 349 | 5 | 1745 |
|  | Banheira de Hidromassagem 170x110x45cm Neo Confort Sensea 367,749W | 1,549.00 | 1 | 1549 |
|  | Conjunto 1 Interruptor Horizontal Simples 10a 220v Simon 19 Branco | 1.99 | 21 | 41.79 |
|  | Conjunto 2 Interruptores Simples - Alumbra Inova - 5437 | 16.26 | 4 | 65.04 |
|  | INTERRUPTOR PARALELO 10A 4X2 1 TECLA BRANCO ILUS IRIEL | 9.07 | 20 | 181.4 |
|  | Interruptor Intermediário BELEZE ENERBRAS | 16.22 | 5 | 81.1 |
|  | Conjunto de Tomada Energia 10A Branco S19 Simon | 2.99 | 40 | 119.6 |
|  | Conjunto 2 Tomadas 2P+T Miluz 10A 250V Branco - S3B60440 - SCHNEIDER | 16.08 | 5 | 80.4 |
|  | Conjunto 4X2 - 3 tomadas 2P+T 10A 250V~ Tramontina | 15.66 | 2 | 31.32 |
|  | Conjunto 1 interruptor simples + 2 tomadas 2P+T 20A 4x2 - LIZ - Tramontina | 15 | 1 | 15 |
|  | Conjunto 1 Interruptor Simples 1 Tomada 2P+T Tramontina | 14.34 | 1 | 14.34 |
|  | Conjunto Montado Liz 4x2 - 2 Interruptores Simples + 1 Tomada NBR 14136 10A - 250V~ - Tramontina | 14.53 | 4 | 58.12 |
|  | Caixa De Luz Plástica Retangular 2x4 Amarela - Tigre | 1.29 | 79 | 101.91 |
|  | Caixa De Luz Plástica Octagonal 4x4 Com Fundo Móvel Amarela - Tigre | 2.59 | 50 | 129.5 |
| Resultado de imagem para caixa de passagem  embutir na parede tigre | Caixa De Passagem De Embutir CPT15 Tigre | 33.9 | 6 | 203.4 |
|  | Cabo de Energia 750v 1,5mm² Flexicom Antichama com 50 Metros Preto Cobrecom | 40 | 23.1 | 924 |
|  | Cabo de Energia 750v 2,5mm² Flexicom Antichama com 50 Metros Preto | 60 | 13.38 | 802.8 |
|  | Cabo de Energia 750v 4mm² Flexicom Antichama com 100 Metros Vermelho | 160 | 1.68 | 268.8 |
|  | Cabo de Energia 750v 10mm² Flexicom Antichama com 100 Metros Preto | 430 | 0.999 | 429.57 |
|  | Eletroduto Corrugado Tigre 32mm 1 Pol 25m Laranja | 118 | 9 | 1062 |
|  | [Tubo Duto Corrugado Eletroduto Conduíte 1 1/2 Pol. 50mts](https://www.google.com/aclk?sa=l&ai=DChcSEwihq92NsJfjAhVEBZEKHWx_CrMYABANGgJjZQ&sig=AOD64_2BwZ8js-qo4fYKQ_qhqYOw31SUSg&ctype=5&q=&ved=0ahUKEwi0-diNsJfjAhUVILkGHcQ1DY8QpysIRA&adurl=) | 100 | 1 | 100 |