



UFPR



TE243

Eletricidade Aplicada II

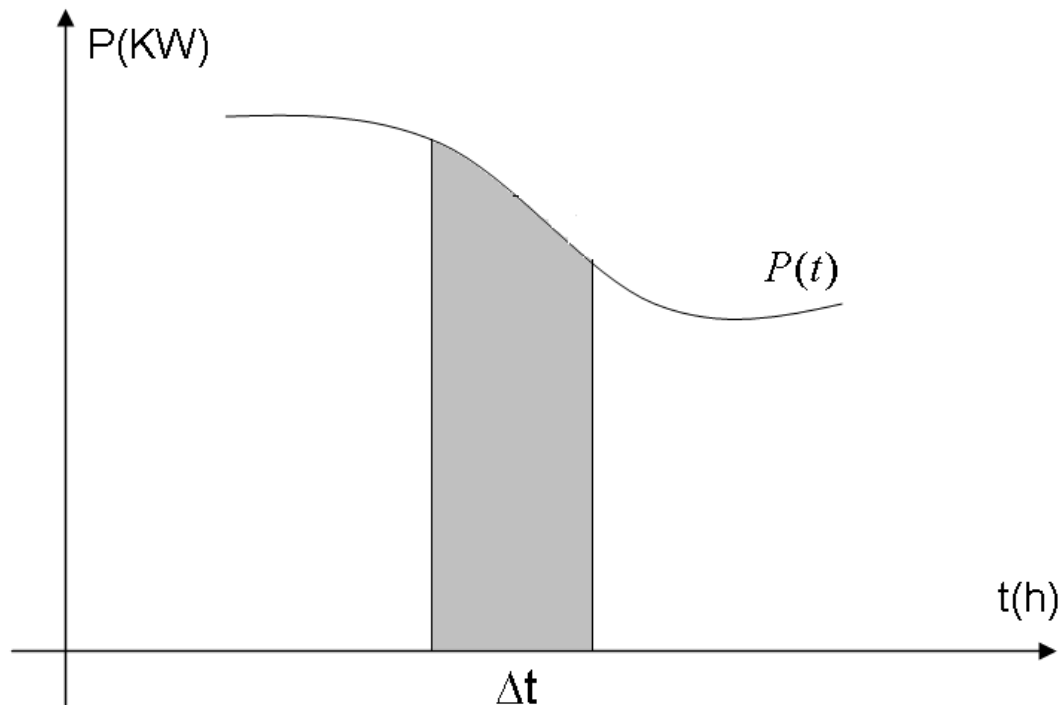
Capítulo 2 – Previsão de cargas em instalações elétricas

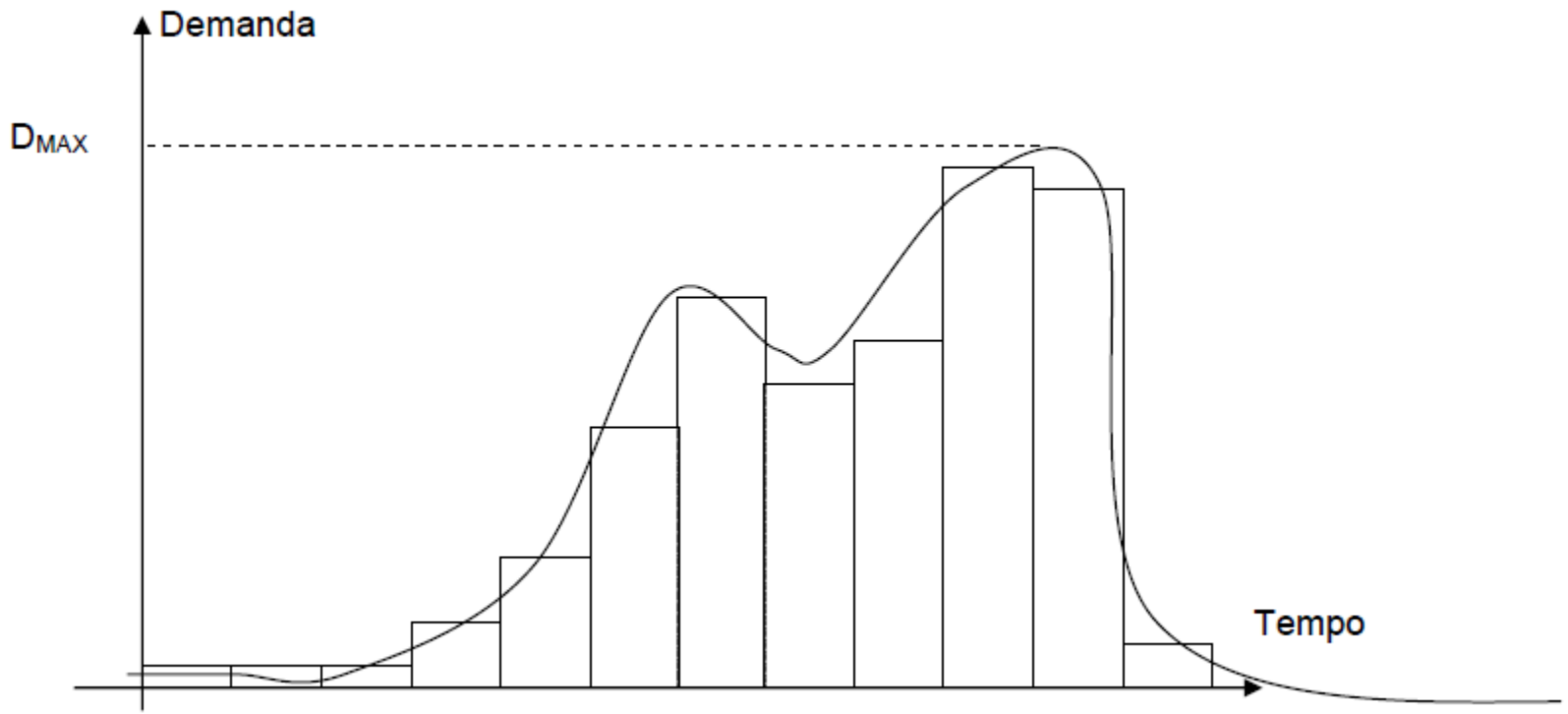
1. Conceitos Básicos

- “CARGA: Qualquer equipamento ou conjunto de equipamentos ligados a um sistema elétrico e absorvendo potência desse sistema.”
- A carga pode ser expressa em termos de impedância, de corrente, de potência ativa, reativa ou aparente, ou de uma característica não elétrica, conforme as circunstâncias peculiares a cada caso.”

- Em termos de instalações elétricas:
 - Carga Instalada: “ Somatório das potências nominais de todos os equipamentos elétricos e dos pontos de luz instalados na unidade consumidora.”
- Tipos de Cargas:
 - Industriais: Motores, fornos, caldeiras, máquinas de solda e etc.
 - Não Industriais: Iluminação, aquecimento, ventilação, ar condicionado, equipamentos de cozinha e lavanderia e etc.

- Demanda (D): “ É o valor médio da carga em um intervalo de tempo especificado” – geralmente 15 minutos.





2. Planejamento de uma Instalação

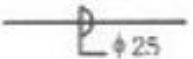








- No projeto de uma instalação elétrica deverá constar:
 - a) Localização dos pontos de consumo de energia elétrica, com respectivas cargas, seus comandos e indicações dos circuitos a que estão ligados;
 - b) Localização dos quadros e centros de distribuição;
 - c) O trajeto dos condutores e sua proteção mecânica, inclusive dimensões dos condutos e caixas;
 - d) Quadro de cargas, indicando os circuitos e respectivas cargas, fases em que serão ligados os diversos circuitos, número de pontos ativos, etc.

Etapas a Serem Consideradas no Desenvolvimento de um Projeto:


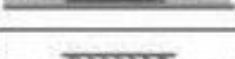
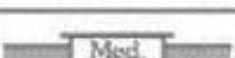
1. Avaliação da potência(carga) de cada ponto;
2. Cálculo de demanda;
3. Divisão da carga em circuitos parciais;
4. Fiação, isto é, traçado e dimensionamento dos Condutores elétricos;
5. Dimensionamento dos eletrodutos;
6. Dimensionamento dos alimentadores;
7. Dimensionamento da proteção dos circuitos;
8. Diagrama unifilar dos quadros de distribuição;
9. Listagem de material.

Símbolo:

Dutos e Distribuição




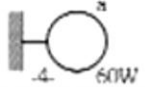





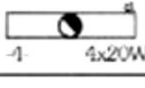
Multifilar	Unifilar	Significado	Observações
		Eletroduto embutido no teto ou parede. Diâmetro 25 mm.	Todas as dimensões em mm. Indicar a bitola se não for 15 mm.
		Eletroduto embutido no piso.	
		Tubulação para telefone externo.	
		Tubulação para telefone interno.	
		Tubulação para campainha, som, anunciador ou outro sistema.	Indicar na legenda o sistema passante.
<u>R ou S ou T</u>		Condutor de fase no interior do eletroduto.	Cada traço representa um condutor. Indicar bitola (seção), número do circuito e a bitola (seção) dos condutores, exceto se forem de 1,5 mm ² .
N		Condutor neutro no interior do eletroduto.	
		Condutor de retorno no interior do eletroduto.	
↓ ou PE		Condutor de proteção (terra) no interior do eletroduto.	

Símbolo: Quadros de distribuição


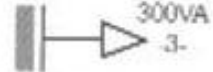




Multifilar	Unifilar	Significado	Observações
		Quadro terminal de luz e força aparente. QD	Indicar as cargas de luz em watts e de força em W ou kW.
		Quadro terminal de luz e força embutido. QD	
		Quadro geral de luz e força aparente. QD	
		Quadro geral de luz e força embutido. QD	
		Caixa de telefones. QD	
		Caixa para medidor ou Quadro de medição embutido. QM	

Símbolo:

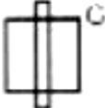
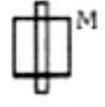




Luminárias, Refletores e Lâmpadas

Multifilar	Unifilar	Significado	Observações
		Ponto de luz incandescente no teto (aparente). Indicar o número de lâmpadas e a potência em watts.	A letra minúscula indica o ponto de comando, e o número entre dois traços, o circuito.
		Ponto de luz incandescente no teto (embutido).	
		Ponto de luz incandescente na parede (arandela).	Deve-se indicar a altura da arandela.
		Ponto de luz a vapor de mercúrio no teto. Indicar o número de lâmpadas e a potências em watts.	A letra minúscula indica o ponto de comando, e o número entre dois traços, o circuito.
		Ponto de luz fluorescente no teto (aparente) (indicar o número de lâmpadas e na legenda, o tipo de partida do reator).	A letra minúscula indica o ponto de comando, e o número entre dois traços, o circuito.
		Ponto de luz fluorescente na parede.	Deve-se indicar a altura da luminária.
		Ponto de luz fluorescente no teto (embutido).	
		Ponto de luz fluorescente no teto em circuito vigia (emergência).	

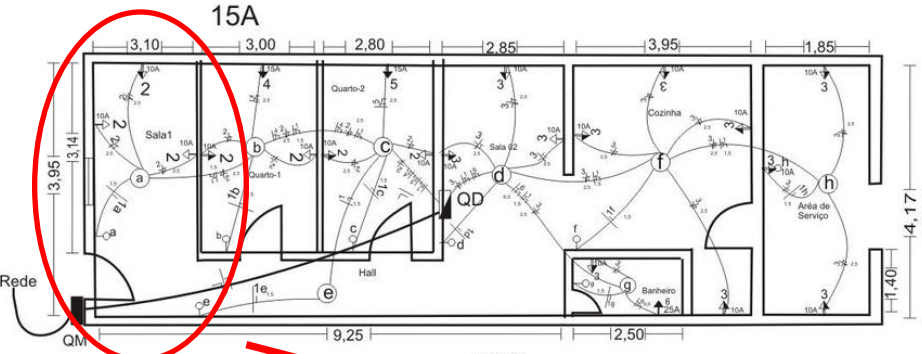
Símbolo: Tomadas

Multifilar	Unifilar	Significado	Observações
		Tomada de corrente na parede, baixa (300 mm do piso acabado).	A potência deve ser indicada ao lado em VA (exceto ser for de 100VA), como também o número do circuito correspondente e a altura da tomada, se for diferente da normalizada; se a tomada for de força, indicar o número de HP, CV ou BTU.
		Tomada de corrente a meia altura (1.300 mm do piso acabado).	
		Tomada de corrente alta (2.000 do piso acabado).	
		Tomada de corrente fase/fase meia altura (1.300 mm do piso acabado).	
		Tomada de corrente no piso.	Indicar a altura "h".

Símbolo: Motores e Transformadores

Multifilar	Unifilar	Significado	Observações
		Gerador	Indicar as características nominais.
		Motor	Indicar as características nominais.
		Transformador de potencial	Indicar a relação de espiras e valores nominais.
		Transformador de corrente: (um núcleo)	Indicar a relação de espiras, classe de exatidão e nível de isolamento. A barra de primário deve ter um traço mais grosso.
		Transformador de potencial	
		Transformador de corrente (dois núcleos)	

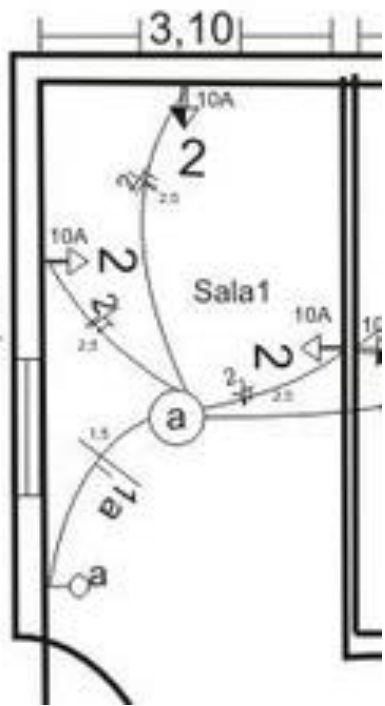
Símbolo:



PLANTA BAIXA
ESCALA 1/100

LEGENDA

	Quadro de Medição		Quadro de Distribuição		Tomada Média 1,10m
	Condutor Fase		Interruptor de um seção		
	Condutor Retorno		Lâmpada Incandescente		
	Condutor Neutro		Tomada Alta 2,10m		
	Condutor Terra		Tomada Baixa 0,3m		



3. Previsão de carga

Carga de Iluminação

- Os parâmetros estabelecidos para potência destinados a iluminação são apenas para efeito de dimensionamento dos circuitos, e não necessariamente à potência nominal das lâmpadas.
 - Para cada cômodo deverá ser previsto pelo menos um ponto de 100 VA ($S < 6\text{m}^2$);
 - Em cômodos com área igual ou superior a 6m^2 deverá ser prevista uma carga mínima de 100 VA para os primeiros 6m^2 , acrescida de 60 VA para cada aumento de 4m^2 .

Método W/m²

$P(W) = S(m^2) \times$
FATOR que vem
das tabelas:

ILUMINAÇÃO INCANDESCENTE


Ambiente	W/m ²
Sala, cozinha	20 a 25
BWC, circulação	10 a 15
Garagem	5 a 10
Quarto	10 a 15

ILUMINAÇÃO FLUORESCENTE

Ambiente	W/m ²
Salas, escritórios, quartos, copas e cozinhas	8
Outras dependências	4

Tomadas de Uso Geral (TUG)

- Quanto à quantidade;
 - I. Em banheiros, pelo menos uma tomada junto ao lavatório;
 - II. Em cozinhas, copas, área de serviço, lavanderias e locais análogos, no mínimo um ponto de tomada para cada 3,5 m, ou fração de perímetro, sendo que, acima de cada bancada de largura igual ou superior a 0,3 m, deve ser previsto pelo menos um ponto de tomada;

- 
- III. Em subsolos, garagens, sótãos, halls de escadaria e em varandas, salas de manutenção ou localização de equipamentos, tais como, casa de máquinas, salas de bombas e locais análogos, deve ser previsto um ponto de tomada;
 - IV. Nos demais cômodos, se a área for inferior a 6m^2 , pelo menos um ponto de tomada, se a área for superior a 6m^2 , pelo menos um ponto de tomada para cada 5 m, ou fração de perímetro;

- Quanto à potência;
 - I. Em banheiros, cozinhas, copas e locais análogos, no mínimo 600 VA por ponto, até três pontos de tomada, e 100 VA por ponto de tomada, para os excedentes, considerando cada um dos ambientes separadamente;
 - II. Nos demais cômodos, no mínimo 100 VA por ponto de tomada;

Tomadas de Uso Especial (TUE)

- Aos pontos de TUE deverá ser atribuída uma potência igual à potência nominal do equipamento a ser alimentado, devendo ser instalada no máximo a 1,5 m do local previsto para o equipamento.
- Correntes maiores a 10 A.

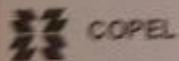
Carga instalada

- A carga instalada é determinada a partir do somatório das potências nominais dos aparelhos, dos equipamentos elétricos e das lâmpadas existentes nas instalações.

Exemplo de determinação de carga instalada:

Unidade consumidora residencial (220/127 V)

Equipamentos	Potência(W)	Quantidade	Total(W)
Lâmpadas Incandescentes	100	5	500
Lâmpadas fluorescentes	40	24	960
Lâmpadas PL	20	25	500
Chuveiro	5400	4	21600
Geladeira	400	1	400
Forno Elétrico	1500	1	1500
Forno Microondas	1000	2	2000
Freezer	400	1	400
Aparelho de Som	100	1	100
Secador de Cabelo	1500	5	7500
Prancha para Cabelo	80	5	400
Computador	500	1	500
Liquidificador	600	1	600
Lavadora de Roupa	200	1	200
Secadora de Roupa	1100	1	1100
Tanquinho	100	1	100
Total			38360



DECLARAÇÃO DE CARGA - DCA

ATENDIMENTO 0800 51 00 116

PROFISSIONAL

CARTEIRA

Contato

Nº

LOCAL

Item	Quantidade	Descrição da carga	Potência/Carga	
			Max. aparelho (Watt)	Potência/risco de queda Motor (CV ou HP)
Cargas Convencionais			(15A)	(11)
1	8	FREZAR 400 LITROS	1500W	11
2	4	FREZAR 200 LITROS	1300W	11
3	5	VENTILADOR	1200W	11
4	3	CHUVEIRO	5000W	11
5	4	SEXYSTON	3000W	11
6	2	LIQUIDIFICADOR	4000W	11
7	6	FILTRADORA	1300W	11
8	1	CÂMERA FRIA 10 MIL LITROS	1200W	11
9	1	MÁQUINA DE LAVAR ROUPA	1500W	11
10	38	LAMPADAS	95W	11
11				
12				
13				
14				
15				
16				
Cargas Especiais (aparelhos de solda elétrica, aparelhos de Raio X, motor com potência maior do que 5CV etc...)				
17				
18				
19				
20				
A - Previsão elaborada desconsiderando as unidades consumidoras:			Total	420430B (em CV ou HP e TDE)
B - Em condições de máxima carga prevista, quais equipamentos e/ou aparelhos funcionarão simultaneamente?			CARGA INSTALADA (A+B)	5040 (Watt)
C - Existe Gerador Próprio? SIM () NÃO (X) - Data de previsão 30/01/2017			CARGA DEBANCADA	15000 (Watt)

4. Avaliação de Demanda em Baixa Tensão

- Deve ser obrigatoriamente efetuada a partir da carga total instalada ou prevista para a instalação, qualquer que seja o seu valor;
- Será utilizada na definição da categoria de atendimento e no dimensionamento dos equipamentos e materiais das instalações de entradas de energia elétrica, monofásicas e polifásicas, itens fundamentais para elaboração do projeto de instalações elétricas.

- Entradas individuais
 - Avaliação e dimensionamento de entrada individual, isolada, (residencial e não residencial), com atendimento através de ramal de ligação independente;
 - Avaliação e dimensionamento do circuito dedicado a cada unidade consumidora individual (apartamento, loja, sala etc.) derivada de ramal de entrada coletiva.

○ Entradas coletivas

- Avaliação e dimensionamento dos circuitos de uso coletivo em entrada coletiva residencial, com até 4 (quatro) unidades consumidoras;
- Avaliação e dimensionamento dos circuitos de uso coletivo em entrada coletiva não residencial;
- Avaliação e dimensionamento dos circuitos de uso coletivo dedicado às cargas não residenciais, em entrada coletiva mista;
- Avaliação e dimensionamento dos circuitos de uso coletivo em vilas e condomínios horizontais com até 4 (quatro) unidades consumidoras.

- Expressão Geral:

$$D \text{ (KVA)} = d_1 + d_2 + d_3 + d_4 + d_5 + d_6$$

Onde;

- d_1 : Demanda de iluminação e tomadas, Tabela 1, FP = 1,0.
- d_2 : Demanda para aparelhos de aquecimento de água, Tabela 2, FP = 1,0.
- d_3 : Demanda para aparelhos de ar condicionado, Tabelas 3 e 4.
- d_4 : Demanda para centrais de condicionamento de ar calculada a partir de correntes máximas fornecidas pelos fabricantes, considerar demanda individual 100%.
- d_5 : Demanda de motores e máquinas de solda tipo motor-gerador, Tabela 5.
- d_6 : Demanda de máquinas de solda a transformador e aparelhos de raio X, Tabela 6.

TABELA 1

**CARGA MÍNIMA E FATORES DE DEMANDA PARA
INSTALAÇÕES DE ILUMINAÇÃO E TOMADAS DE USO GERAL**

DESCRIÇÃO	CARGA MÍNIMA (kVA / m ²)	FATOR DE DEMANDA (%)	
Auditórios, salões para exposições, salas de vídeo e semelhantes	0,015	80	
Bancos, postos de serviços públicos e semelhantes	0,050	80	
Barbearias, salões de beleza e semelhantes	0,020	80	
Clubes e semelhantes	0,020	80	
Escolas e semelhantes	0,030	80 para os primeiros 12 kVA 50 p/ o que exceder de 12 kVA	
Escritórios	0,050	80 para os primeiros 20 kVA 60 p/o que exceder de 20 kVA	
Garagens, áreas de serviço e semelhantes	0,005	Residencial	80 para os primeiros 10 kVA 25 p/ o que exceder de 10 kVA
		Não Residencial	80 para os primeiros 30 kVA 60 p/ o que exceder de 30 até 100 kVA 40 p/ o que exceder de 100 kVA
Hospitais, centros de saúde e semelhantes	0,020	40 para os primeiros 50 kVA 20 p/o que exceder de 50 kVA	
Hotéis, motéis e semelhantes	0,020	50 para os primeiros 20 kVA 40 para os seguintes 80 kVA 30 p/o que exceder de 100 kVA	
Igrejas, salões religiosos e semelhantes	0,015	80	
Lojas e semelhantes	0,020	80	
Unidades Consumidoras Residenciais (Casas, apartamentos etc.)	0,030	0 < P (kVA) ≤ 1 (80)	6 < P (kVA) ≤ 7 (40)
		1 < P (kVA) ≤ 2 (75)	7 < P (kVA) ≤ 8 (35)
		2 < P (kVA) ≤ 3 (65)	8 < P (kVA) ≤ 9 (30)
		3 < P (kVA) ≤ 4 (60)	9 < P (kVA) ≤ 10 (27)
		4 < P (kVA) ≤ 5 (50)	10 < P (kVA) ⇒ (24)
		5 < P (kVA) ≤ 6 (45)	
Restaurantes, bares, lanchonetes e semelhantes	0,020	80	

TABELA 2

FATORES DE DEMANDA PARA APARELHOS DE AQUECIMENTO

Nº de Aparelhos	Fator de Demanda (%)	Nº de Aparelhos	Fator de Demanda (%)	Nº de Aparelhos	Fator de Demanda (%)
1	100	10	49	19	36
2	75	11	47	20	35
3	70	12	45	21	34
4	66	13	43	22	33
5	62	14	41	23	32
6	59	15	40	24	31
7	56	16	39	25 OU MAIS	30
8	53	17	38		
9	51	18	37		

TABELA 3A
FATORES DE DEMANDA PARA APARELHOS
DE AR CONDICIONADO TIPO JANELA, SPLIT E FAN-COIL
(UTILIZAÇÃO RESIDENCIAL)

N ° DE APARELHOS	FATOR DE DEMANDA (%)
1 a 4	100
5 a 10	70
11 a 20	60
21 a 30	55
31 a 40	53
41 a 50	52
Acima de 50	50

TABELA 3B
FATORES DE DEMANDA PARA APARELHOS
DE AR CONDICIONADO TIPO JANELA, SPLIT E FAN-COIL
(UTILIZAÇÃO NÃO RESIDENCIAL)

N ° DE APARELHOS	FATOR DE DEMANDA (%)
1 a 10	100
11 a 20	75
21 a 30	70
31 a 40	65
41 a 50	60
51 a 80	55
Acima de 80	50

TABELA 4
FATORES DE DEMANDA PARA EQUIPAMENTOS
DE AR CONDICIONADO CENTRAL, SELF CONTAINER E SIMILARES

N ° DE UNIDADES	FATOR DE DEMANDA (%)
1 a 3	100
4 a 7	80
8 a 15	75
16 a 20	70
Acima de 20	60

TABELA 5A
CONVERSÃO DE "CV" EM "kVA"

Potência (CV)		1/6	1/4	1/3	1/2	3/4	1	1 ½	2	3
Carga (KVA)	(1φ)	0,45	0,66	0,77	1,18	1,34	1,56	2,35	2,97	4,07
	(3φ)	---	---	0,65	0,87	1,26	1,52	2,17	2,70	4,04
Potência (CV)		5	7 ½	10	15	20	25	30	40	50
Carga (KVA)	(1φ)	6,16	8,84	11,91	16,94	---	---	---	---	---
	(3φ)	6,02	8,65	11,54	16,65	22,10	25,83	30,52	39,74	48,73

TABELA 5B
FATOR DE DEMANDA x N° DE MOTORES

Nº TOTAL DE MOTORES	1	2	3	4	5	6	7	8	9	≥ 10
FATOR DE DEMANDA (%)	100,0	75,0	63,33	57,50	54,00	50,00	47,14	45,00	43,33	42,00

OBS.: Motores classificados como "RESERVA" não devem ser computados nos cálculos, tanto de carga instalada, quanto demandada.

TABELA 6
FATORES DE DEMANDA PARA MÁQUINAS DE SOLDA E
EQUIPAMENTOS ODONTO – MÉDICO HOSPITALARES

(APARELHOS DE RAIO X, TOMÓGRAFOS, MAMÓGRAFOS E OUTROS)

EQUIPAMENTO	QUANTIDADE DE EQUIPAMENTOS	FATOR DE DEMANDA (%)
Máquina de Solda	1	100
	2 a 3	70
	4 a 7	60
	mais de 7	50
Aparelho de Raio X Tomógrafo Mamógrafo Ressonância magnética Outros similares	1	100
	2 a 5	60
	6 a 10	50
	mais de 10	40

Aparelho	Potência (W)
Chuveiro	2500W a 7500W
Torneira Elétrica	4400W a 5400W
Aquecedor de água tipo boiler 50 a 175l 200 a 250l 300l 400l 500l	1500W 2000W 4500W 6000W 7500W
Aquecedor de água de passagem	4800W a 9000W
Aquecedor de ambiente	750W a 1500W
Geladeira	60W a 120W
Freezer	80W a 250W

Aparelho	Potência (W)
Fogão Elétrico	2900W a 7400W
Exaustor	165W a 340W
Forno Elétrico	800W a 2440W
Forno de microondas	700 a 1100W
Máquina de Lavar Pratos	1220W a 2200W
Máquinas de Lavar Roupas	500W a 1900W
Secadora de Roupas	2000W
Televisor	30W a 120W
TV de Plasma	200W a 300W
Vídeo Casete	25W
DVD	25W
Home-theater	100W a 400W
Aparelho de som	100W a 600W

Aparelho	Potência (W)
Triturador de Lixo	500W a 870W
Ventilador	30W a 60W
Lavadora de pressão	1100W a 1700W
Liquidificador	350W a 750W
Batedeira	300W
Ferro de Passar Roupas	1200W a 1440W
Microcomputador	300W a 400W
Impressora jato de tinta	50W a 100W
Impressora laser	200W a 800W

- Ar Condicionado:

$$\text{Capacidade Térmica} = 600 \times S \text{ (m}^2\text{) (btu/h)}$$

Capacidade	Potência
7.500 btu/h	740W
10.000 btu/h	950W
12.000 btu/h	1220W
18.000 btu/h	1920W
21.000 btu/h	2260W
30.000 btu/h	3150W

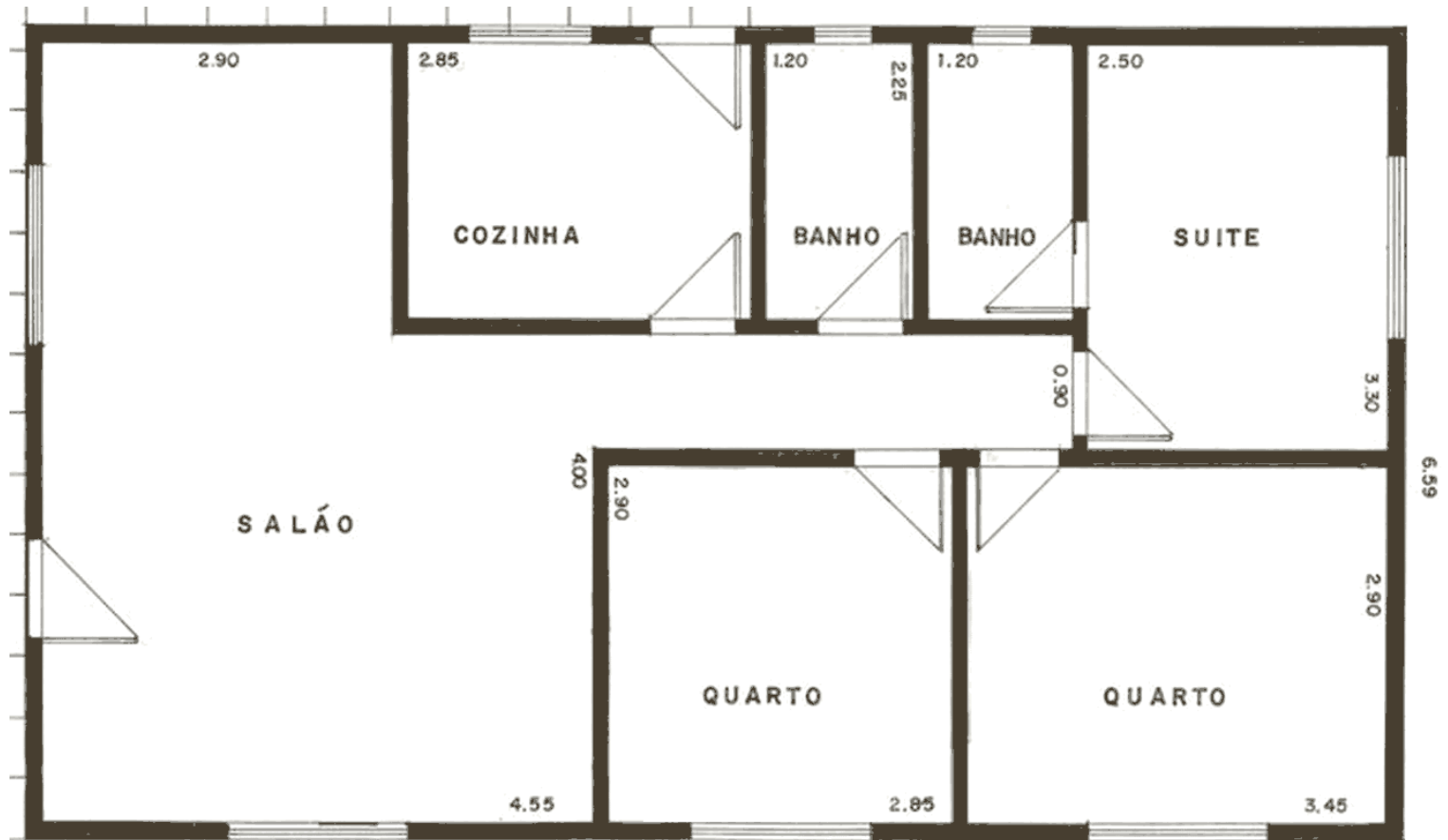
Capacidade	Potência
7.000 btu/h	740W
9.000 btu/h	950W
11.500 btu/h	1260W
18.000 btu/h	1890W
22.000 btu/h	2490W
24.000 btu/h	2468W
30.000 btu/h	3092W
36.000 btu/h	3920W
48.000 btu/h	4150W
60.000 btu/h	5270W



- Exercício 1:

Realizar a previsão e posicionamento das cargas de iluminação e força (TUGs e TUEs) para a planta residencial apresentada, tendo como base os critérios mínimos da NBR:5410:

○ Exercício 1:



○ Exercício 2:

Calcular a demanda de uma residência isolada com 200 m² de área útil.

Características da Carga Instalada:

- Iluminação e Tomadas 8.000 W
- Chuveiros Elétricos: 2.500 W
- Aparelhos de ar condicionado: 2 x 1 CV
- Motor monofásico (1 ϕ): 1 x 1/2 CV

○ Exercício 3:

Calcular a demanda:

Residência isolada, área útil de 300 m², com fornecimento de energia através de ramal de ligação independente em tensão 220/127 V.

Características da Carga Instalada:

Iluminação e Tomadas	- 6,0 kVA
Chuveiros elétricos	- 3 x 4,4 kVA
Torneiras elétricas	- 2 x 2,5 kVA
Aparelhos de ar condicionado	- 2 x 1 CV - 2 x 3/4 CV
Motores monofásicos	- 1 x 1 CV - 1 x 1/2 CV - 2 x 1/4 CV (1 reserva)
Sauna	- 9,0 kVA

5. Dimensionamento de Condutores

Conforme NBR 5410:2004, item 6.2.6.1.2 – pg. 113

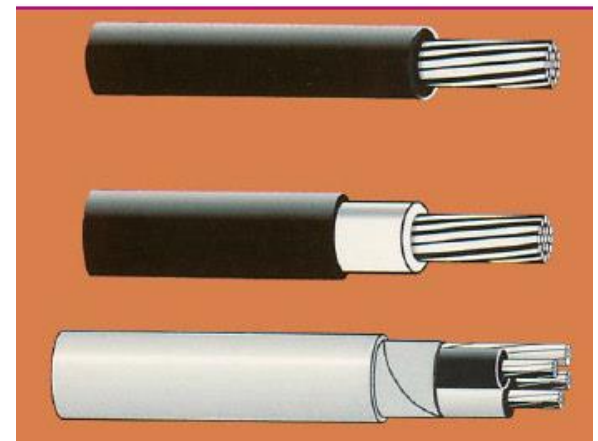
- O dimensionamento técnico de um circuito corresponde à aplicação dos diversos itens da NBR 5410:2004 relativos à escolha da seção de um condutor e do seu respectivo dispositivo de proteção. Os seis critérios da norma são:

- Capacidade de condução de corrente, conforme 6.2.5;
- Queda de Tensão, conforme 6.2.7;
- Seção mínima, conforme 6.2.6.1.1;
- Sobrecarga, conforme 5.3.4 e 6.3.4.2;
- Curto-circuito, conforme 5.3.5 e 6.3.4.3; e
- Choques elétricos, conforme 5.1.2.2.4.

- Para considerarmos um circuito completo e corretamente dimensionado, é necessário aplicar os seis critérios, cada um resultando em uma seção e considerar como seção final a **maior** dentre todas as obtidas;
- Especial atenção deve ser dispensada ao dimensionamento de condutores em circuitos onde haja a presença de harmônicas. Este tópico é abordado no item 6.2.6.2 da NBR 5410:2004.

Tipos de Linhas Elétricas – Condutores

- **Condutor Isolado:**
 - Possui somente o condutor e a isolação
- **Cabo Unipolar:**
 - Condutor, isolação e uma camada de revestimento, chamada *cobertura*, para proteção mecânica
- **Cabo Multipolar:**
 - Possui sob a mesma cobertura, dois ou mais condutores isolados, denominados *veias*.




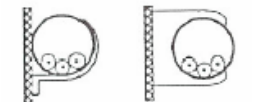
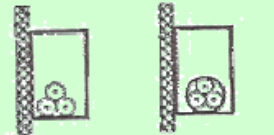

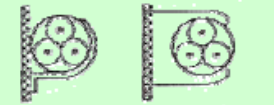
Tipos de Linhas Elétricas – Condutores

MATERIAL	PONTOS FRACOS	PONTOS FORTES
PVC (CLORETO DE POLIVINILA)	Baixo índice de estabilidade térmica	Boas propriedades mecânicas e elétricas Não propagante de chama
XLPE (POLIETILENO RETICULADO)	Baixa flexibilidade Baixa resistência à chama	Excelentes propriedades elétricas Boa resistência térmica
EPR (BORRACHA ETILENO PROPILENO)	Baixa resistência mecânica Baixa resistência a chamas	Excelentes propriedades elétricas Boa resistência térmica






6. Capacidade de Condução de Corrente

- O critério da capacidade de condução de corrente visa garantir uma vida satisfatória a condutores e isolações submetidos aos efeitos térmicos produzidos pela circulação de correntes equivalentes às suas capacidades de condução durante períodos prolongados em serviço normal;
- Para a determinação da seção do condutor por este critério, deve-se seguir os seguintes passos principais:
 - 1) Calcular a corrente de projeto do circuito;
 - 2) Determinar o método de instalação;
 - 3) Aplicar os fatores de correção apropriados.

Métodos de Instalação

Nº	Ilustração	Descrição	Condutor Isolado	Cabo Unipolar	Cabo Multipolar
1,2		Condutores/cabos em eletroduto de seção circular embutido em parede termicamente isolante	A1	A1	A2
3,4		Condutores/cabos em eletroduto aparente de seção circular sobre parede ou espaçado menos de 0,3 vez o diâmetro do eletroduto	B1	B1	B2
5,6		Condutores/cabos em eletroduto aparente de seção não-circular sobre parede	B1	B1	B2
7,8		Condutores/cabos em eletroduto de seção circular embutido em alvenaria	B1	B1	B2
11		Cabos unipolares ou cabo multipolar sobre parede ou espaçado desta menos de 0,3 vez o diâmetro do cabo	-	C	C

Métodos de Instalação

Nº	Ilustração	Descrição	Condutor Isolado	Cabo Unipolar	Cabo Multipolar
11A, 11B		Cabos unipolares ou cabo multipolar fixado diretamente no teto, ou afastado mais de 0,3 vez o diâmetro do cabo	-	C	C
12		Cabos unipolares ou cabo multipolar em bandeja perfurada, horizontal ou vertical	-	C	C
13		Cabos unipolares ou cabo multipolar em bandeja não-perfurada, perfilado ou prateleira	-	F	E
14		Cabos unipolares ou cabo multipolar afastado(s) da parede mais de 0,3 vez o diâmetro do cabo	-	F	E
15		Cabos unipolares ou cabo multipolar sobre suportes horizontais, eletrocalha aramada ou tela	-	F	E

Cálculo da corrente de projeto

$$I_B = \frac{P}{V.FP}$$

$$I_B = \frac{P}{\sqrt{3}.V.FP}$$

Onde:

- I_B : corrente de projeto;
- P : potência ativa total do circuito;
- V : tensão do circuito;
- FP : fator de potência total do circuito.

Número de condutores carregados

Esquema de condutores vivos do circuito	Número de condutores carregados a ser adotado
Monofásico a dois condutores	2
Monofásico a três condutores	2
Duas fases sem neutro	2
Duas fases com neutro	3
Trifásico sem neutro	3
Trifásico com neutro	3 ou 4

NBR 5410:2004 - Tabela 46 pg. 112

- Para 4 condutores carregados aplicar o fator de 0,86 às capacidades de condução válidas para 3 condutores carregados.
- Considerar o trifásico com neutro com 4 condutores carregados quando a taxa de harmônicos triplos na corrente de fase for superior a 15%.

Número de condutores carregados

○ **Fatores de Correção:**

- 1) Fatores de correção para temperatura;
- 2) Fatores de correção para resistividade térmica do solo;
- 3) Fatores de correção para agrupamento de circuitos.

○ **Fatores de Correção para Temperatura – k_1**

- Utilizado para temperaturas ambientes diferentes de 30°C para linhas não subterrâneas e de 20°C (temperatura do solo) para linhas subterrâneas.

NBR 5410:2004 - Tabela 40 pg. 106

Temperatura (°C)	Isolação			
	PVC	EPR ou XLPE	PVC	EPR ou XLPE
	Ambiente		Do solo	
10	1,22	1,15	1,10	1,07
15	1,17	1,12	1,05	1,04
20	1,12	1,08	1	1
25	1,06	1,04	0,95	0,96
30	1	1	0,89	0,93
35	0,94	0,96	0,84	0,89
40	0,87	0,91	0,77	0,85
45	0,79	0,87	0,71	0,82
50	0,71	0,82	0,63	0,76
55	0,61	0,76	0,55	0,71
60	0,50	0,71	0,45	0,65

○ **Fatores de Correção para Resistividade Térmica do Solo – k_2**

- Utilizado em linhas subterrâneas, onde a resistividade térmica do solo seja diferente de 2,5 K.m/W, caso típico de solos secos, deve ser feita uma correção adequada nos valores da capacidade de condução de corrente;
- Solos úmidos possuem valores menores de resistividade térmica, enquanto solos muito secos apresentam valores maiores

Resistividade Térmica K.m/W	1	1,5	2	3
Fator de Correção	1,18	1,1	1,05	0,96

NBR 5410:2004 - Tabela 41 pg. 107

○ **Fatores de Correção para Agrupamento de Circuitos – k_3**

- Para linhas elétricas contendo um total de condutores superior às quantidades indicadas nas tabelas de capacidade de condução de corrente, fatores de correção devem ser aplicados;
- Se um agrupamento consiste em N condutores isolados ou cabos unipolares, pode-se considerar tanto N/2 circuitos com 2 condutores carregados como N/3 circuitos com 3 condutores carregados.

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

○ **Fatores de Correção para Agrupamento de Circuitos – k_3**

- Os fatores das tabelas 42 a 45 são válidos para grupos de condutores semelhantes, igualmente carregados. São considerados semelhantes aqueles que se baseiam na mesma temperatura máxima para serviço contínuo e cujas seções nominais estão contidas no intervalo de 3 seções normalizadas sucessivas.
- Quando os condutores de um grupo não preencherem essa condição, os fatores de agrupamento aplicáveis devem ser obtidos recorrendo-se a qualquer das duas alternativas seguintes:
 - Cálculo caso a caso, utilizando, por exemplo, a ABNT 11301; ou
 - Caso não seja viável um cálculo específico, adoção do fator F da expressão:

$$F = \frac{1}{\sqrt{n}}$$

F : fator de correção

n : número de circuitos ou de cabos multipolares

Cálculo da Corrente de Projeto Corrigida

$$I'_B = \frac{I_B}{k_1 \cdot k_2 \cdot k_3}$$

- O valor da corrente de projeto corrigida é utilizado na determinação da seção do condutor através das tabelas a seguir.

Cálculo da Corrente de Projeto Corrigida

Conforme NBR 5410:2004, item 6.2.5 – pg. 101

Seções Nominais mm ²	Capacidades de condução de corrente, para os métodos de referência A1, A2, B1, B2, C e D . Condutores isolados, cabos unipolares e multipolares – cobre, isolamento PVC											
	A1		A2		B1		B2		C		D	
	Nº condutores carregados				Nº condutores carregados				Nº condutores carregados			
	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3
1	11	10	11	10	14	12	13	12	15	14	18	15
1,5	14,5	13,5	14	13	17,5	15,5	16,5	15	19,5	17,5	22	18
2,5	19,5	18	18,5	17,5	24	21	23	20	27	24	29	24
4	26	24	25	23	32	28	30	27	36	32	38	31
6	34	31	32	29	41	36	38	34	46	41	47	39
10	46	42	43	39	57	50	52	46	63	57	63	52
16	61	56	57	52	76	68	69	62	85	76	81	67
25	80	73	75	68	101	89	90	80	112	96	104	86
35	99	89	92	83	125	110	111	99	138	119	125	103
50	119	108	110	99	151	134	133	118	168	144	148	122
70	151	136	139	125	192	171	168	149	213	184	183	151
95	182	164	167	150	232	207	201	179	258	223	216	179
120	210	188	192	172	269	239	232	206	299	259	246	203
150	240	216	219	196	309	275	265	236	344	299	278	230
185	273	245	248	223	353	314	300	268	392	341	312	258
240	321	286	291	261	415	370	351	313	461	403	361	297

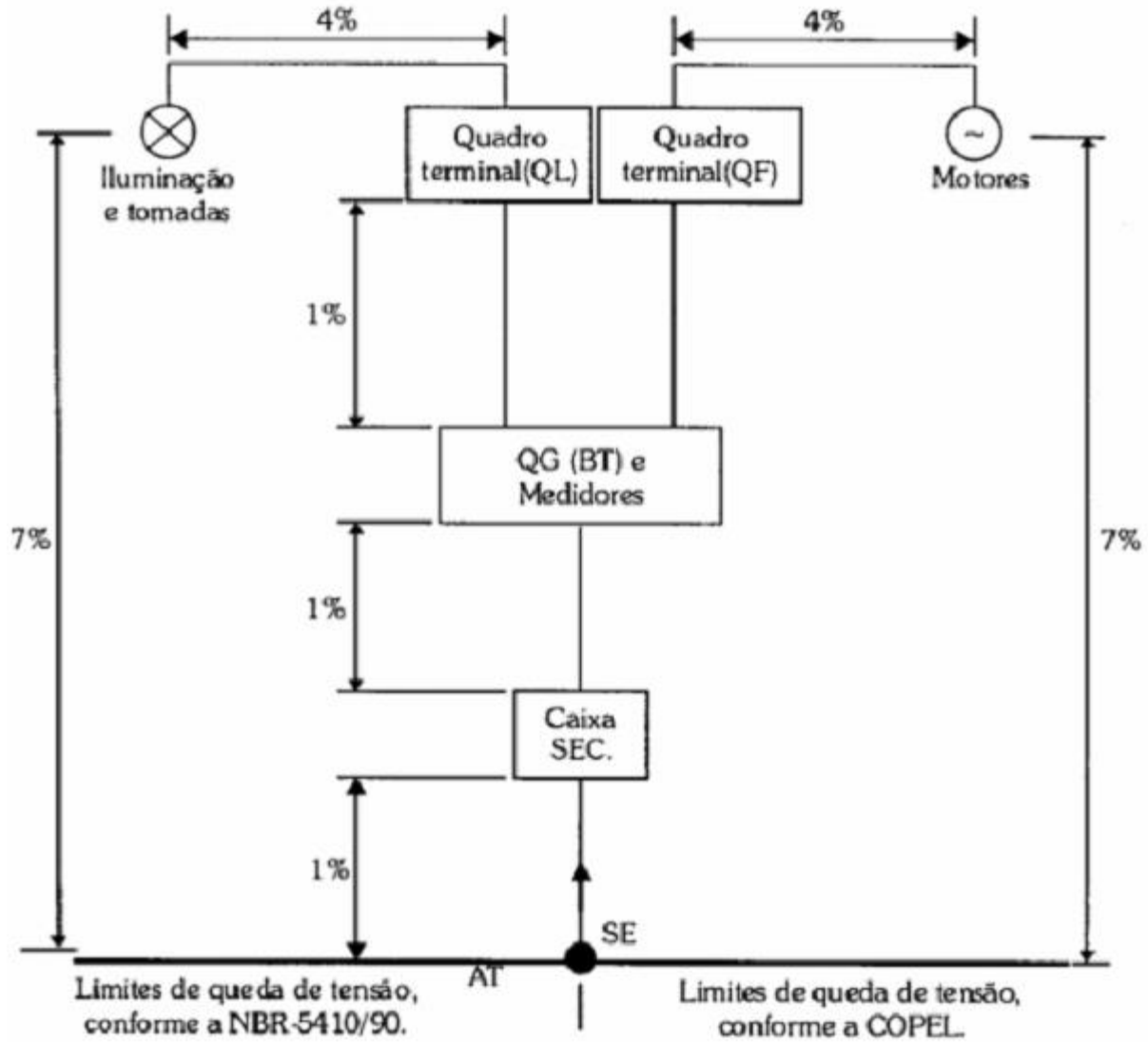
NBR 5410:2004 - Tabela 36 pg. 101

Exercício 3:

- Um circuito de Potência de 3400 W, fase-neutro, passa no interior de um eletroduto embutido de PVC, juntamente com outros dois circuitos (4 condutores isolados em cobre). A temperatura ambiente é de 35°C. Determinar a seção do condutor.

6. Queda de Tensão

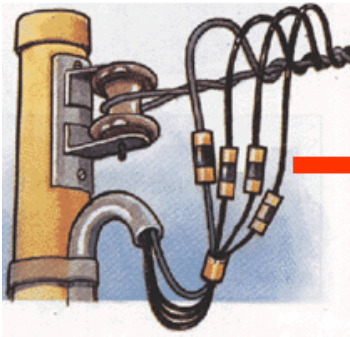
- A queda de tensão entre a origem da instalação e qualquer ponto de utilização não deve ser superior aos valores indicados na sequência.



Efeitos dos Níveis Anormais das Tensões de Alimentação

- A queda de tensão não deve ser superior aos limites máximos estabelecidos pela norma NBR 5410, a fim de não prejudicar o funcionamento dos equipamentos de utilização conectados aos circuitos terminais ou de utilização.
- A queda de tensão de uma instalação elétrica, desde a origem até o ponto mais afastado de utilização de qualquer circuito de utilização, não deve ser superior aos valores prescritos pela norma, dados em relação ao valor da tensão nominal da instalação
- A queda de tensão nos circuitos alimentadores e terminais (pontos de utilização) de uma instalação elétrica produz efeitos que podem levar os equipamentos desde à redução da sua vida útil até a sua queima (falha).
- Essa queda de tensão faz com que os equipamentos recebam em seus terminais uma tensão inferior aos valores nominais, prejudicando o seu desempenho..

Fornecimento em tensão secundária de distribuição



BT



BT

QG

Circuitos De Distribuição

QT

Circuitos Terminais



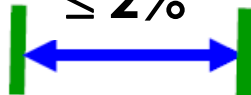
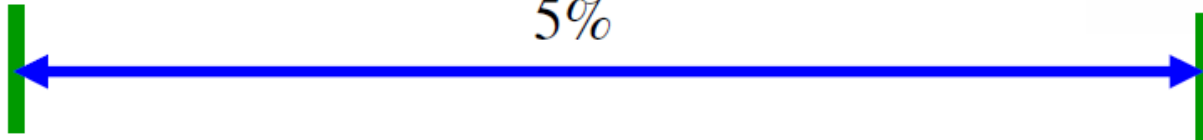
QT



Ponto de entrega no poste

5%

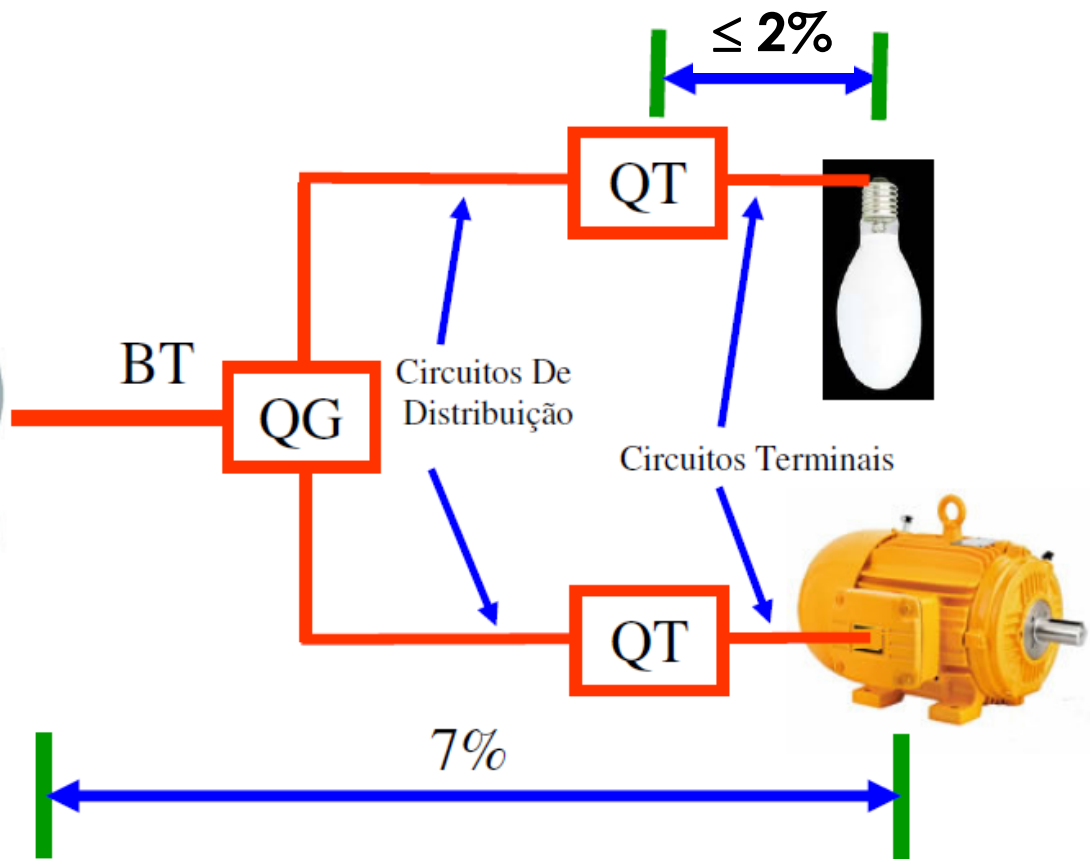
$\leq 2\%$



*Transformador de
propriedade da
concessionária*



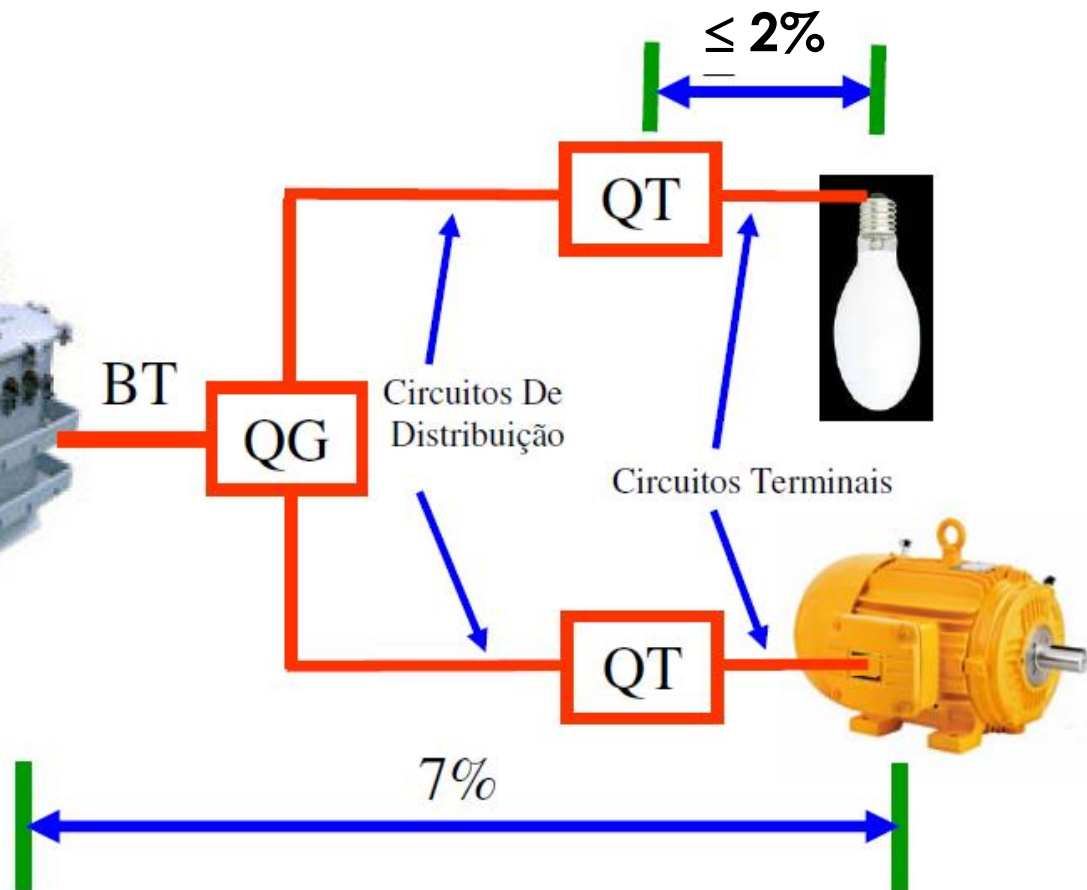
*Ponto de entrega no
secundário do
transformador*



Transformador de propriedade da unidade consumidora



Ponto de entrega no primário do transformador



Grupo Gerador Próprio

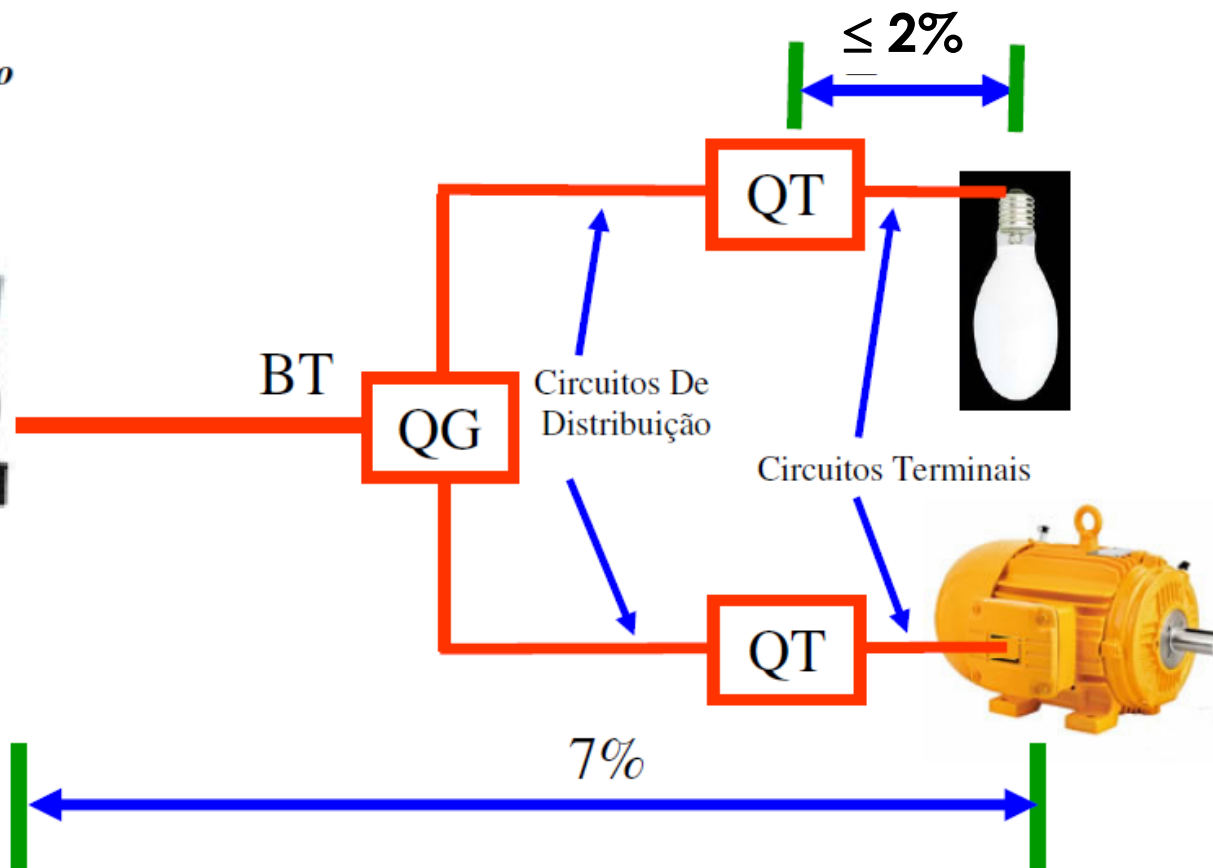


Tabela 13.1: Resistência e reatância indutiva dos condutores.

Seção [mm²]	R [Ω/km]	X_L [Ω/km]
1,5	14,48	0,17
2,5	8,87	0,16
4	5,52	0,16
6	3,69	0,15
10	2,19	0,15
16	1,38	0,14
25	0,87	0,14
35	0,63	0,13
50	0,46	0,13
70	0,32	0,12
95	0,23	0,11
120	0,19	0,10
150	0,15	0,09
185	0,12	0,08
240	0,09	0,07
300	0,07	0,06
400	0,06	0,06
500	0,05	0,05

Cálculo da Queda de Tensão

$$\text{Queda de tensão} = \frac{V_{\text{entrada}} - V_{\text{carga}}}{V_{\text{entrada}}}$$

○ Método 1

$$S_c = \frac{200\rho \sum l.I_B}{\Delta V.V_{fn}^2}$$

$$S_c = \frac{173,2\rho \sum l.I_B}{\Delta V.V_{ff}^2}$$

Onde

- S_c : seção em mm^2 ;
- $V\%$: queda de tensão máxima, em %;
- V : tensão do circuito fase-neutro ou fase-fase, em V;
- l : comprimento do circuito, em m
- I_B : corrente de projeto, em A;
- ρ : resistividade do material condutor = cobre = $1/58 \Omega.\text{mm}^2/\text{m}$

○ Método 2

$$A = \sum l \cdot P_B \quad \text{ir à tabela}$$

Onde

- A : A ser levado à tabela;
- l : comprimento do circuito, em m
- P_B : potência em W de projeto;

Tabela 3.18 Soma das Potências em Watts \times Distância em Metros $V = 127$ Volts

mm ²	Queda de Tensão (e%)				
	1	2	3	4	5
1,5	7 016	14 032	21 048	28 064	35 081
2,5	11 694	23 387	35 081	46 774	58 468
4	18 710	37 419	56 129	74 839	93 548
6	28 064	56 129	84 193	112 258	140 322
10	46 774	93 548	140 322	187 096	233 871
16	74 839	149 677	224 516	299 354	374 193
25	116 935	233 871	350 806	467 741	584 676
35	163 709	327 419	491 128	654 837	818 547
50	233 871	467 741	701 612	935 482	1 169 353
70	327 419	654 837	982 256	1 309 675	1 637 094
95	444 354	888 708	1 333 062	1 777 416	2 221 770
120	561 289	1 122 578	1 683 868	2 245 157	2 806 446
150	701 612	1 403 223	2 104 835	2 806 446	3 508 058
185	865 321	1 730 642	2 595 963	3 461 283	4 326 604
240	1 122 578	2 245 157	3 367 735	4 490 314	5 612 892
300	1 403 223	2 806 446	4 209 669	5 612 892	7 016 115
400	1 807 964	3 741 928	5 612 892	7 483 856	9 354 820
500	2 338 705	4 677 410	7 016 115	9 354 820	11 693 525

Tabela 3.19 Soma das Potências em Watts \times Distância em Metros $V = 220$ Volts
(2 Condutores)

Condutor (mm ²)	Queda de Tensão (e%)				
	1%	2%	3%	4%	5%
1,5	21 054	42 108	63 162	84 216	105 270
2,5	35 090	70 180	105 270	140 360	175 450
4	56 144	112 288	168 432	224 576	280 720
6	84 216	168 432	252 648	336 864	421 080
10	140 360	280 720	421 080	561 440	701 800
16	224 576	449 152	673 728	898 304	1 122 880
25	350 900	701 800	1 052 700	1 403 600	1 754 500
35	491 260	982 520	1 473 780	1 965 040	2 456 300
50	701 800	1 403 600	2 105 400	2 807 200	3 509 000
70	982 520	1 965 040	2 947 560	3 930 080	4 912 600
95	1 333 420	2 666 840	4 000 260	5 333 680	6 667 100
120	1 684 320	3 368 640	5 052 960	6 737 280	8 421 600
150	2 105 400	4 210 800	6 316 200	8 421 600	10 527 000
185	2 596 660	5 193 320	7 789 980	10 360 640	12 983 300
240	3 368 640	6 737 280	10 105 920	13 474 560	16 843 200
300	4 210 800	8 421 600	12 632 400	16 843 200	21 054 000
400	5 614 400	11 228 800	16 843 200	22 457 600	28 072 000
500	7 018 000	14 036 000	21 054 000	28 072 000	35 090 000

- Método 3:

- Queda de tensão Unitária

$$\Delta V = \frac{\Delta V(\%)}{l \cdot I_B}$$

Onde

- ΔV : queda de tensão, em V/Axkm;
- $\Delta V(\%)$: queda de tensão máxima, em %;
- l : comprimento do circuito, em Km
- I_B : corrente de projeto, em A;

- Método 3:

- Queda de tensão por trecho

$$\Delta V(\%) = \frac{100 \cdot \Delta V \cdot l \cdot I_B}{V}$$

Onde

- ΔV : queda de tensão, em V/Axkm;
- $\Delta V(\%)$: queda de tensão máxima, em %;
- V : Tensão do circuito;
- l : comprimento do circuito, em Km
- I_B : corrente de projeto, em A;

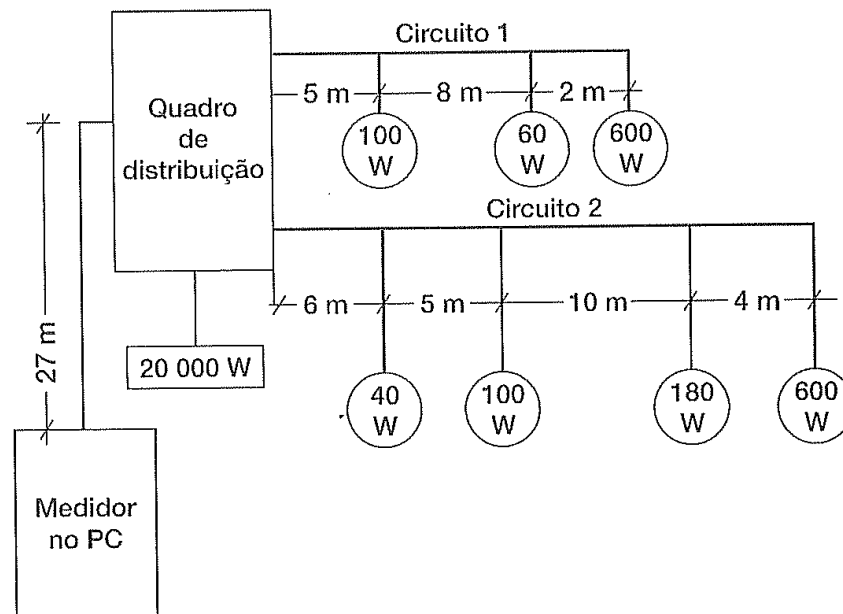
Queda de tensão em V/A.km

Seção (mm ²)	Eletroduto e eletrocalha (material magnético)		Eletroduto e eletrocalha (material não-magnético)			
	Circuito Monofásico e Trifásico		Circuito Monofásico		Circuito trifásico	
	FP=0,8	FP=0,95	FP=0,8	FP=0,95	FP=0,8	FP=0,95
1,5	23	27,4	23,3	27,6	20,2	23,9
2,5	14	16,8	14,3	16,9	12,4	14,7
4	9,0	10,5	8,96	10,6	7,79	9,15
6	5,87	7,00	6,03	7,07	5,25	6,14
10	3,54	4,20	3,63	4,23	3,17	3,67
16	2,27	2,70	2,32	2,68	2,03	2,33
25	1,50	1,72	1,51	1,71	1,33	1,49
35	1,12	1,25	1,12	1,25	0,98	1,09
50	0,86	0,95	0,85	0,94	0,76	0,82
70	0,64	0,67	0,62	0,67	0,55	0,59
95	0,50	0,51	0,48	0,50	0,43	0,44
120	0,42	0,42	0,40	0,41	0,36	0,36

Dimensionamento de Condutores em Baixa Tensão
Tabela 19 –Pirelli pg 61

Exercício 4:

- Dimensionar o alimentador e ramais de um apartamento situado no 9º andar com dois circuitos de acordo com a figura abaixo. Tensão de 127 V.



7. Seção Mínima de Condutores

- As Seções mínimas são ditadas por razões mecânicas.

Fase

Instalação	Utilização	Seção Mínima p/ condutores de cobre (mm ²)
Fixas em geral	Circuitos de Iluminação	1,5
	Circuitos de Força	2,5
	Circuitos de sinalização e controle	0,5
Ligações flexíveis	Para um equipamento específico	Como especificado na norma do equipamento
	Para qualquer outra aplicação	0,75
	Circuitos a extra baixa tensão para aplicações especiais	0,75

Neutro

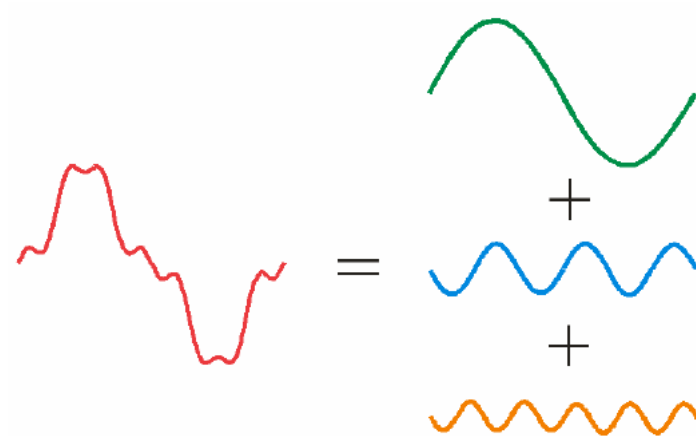
- Conforme NBR 5410, apenas nos circuitos trifásicos é admitida a redução do condutor neutro. Tal procedimento deve atender, simultaneamente, as três condições seguintes:
 - O circuito for presumivelmente equilibrado, em serviço normal;
 - A corrente das fases não contiver uma taxa de 3ª harmônica e seus múltiplos superior a 15%; e
 - O condutor neutro for protegido contra sobrecorrentes.

- Nestes casos, os seguintes valores mínimos podem ser adotados para a seção do condutor neutro.

Seção dos condutores fase (mm²)	Seção mínima do condutor neutro (mm²)
S ≤ 25	S
35	25
50	25
70	35
95	50
120	70
150	70
185	95
240	120
300	150
400	185

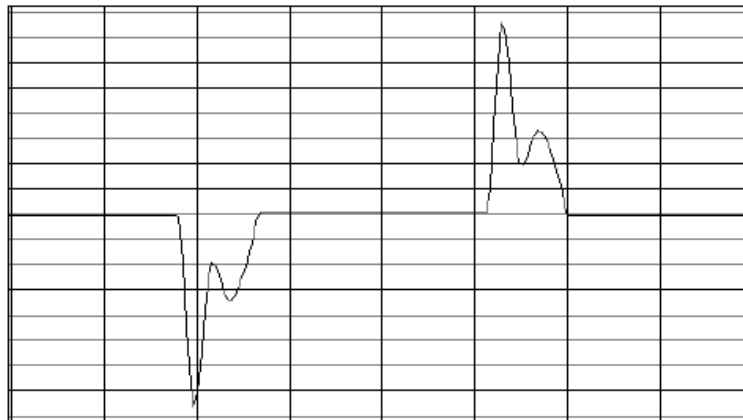
Harmônicos

- Harmônicas são ondas senoidais, de tensão ou de corrente, cujas frequências são múltiplas inteiras da frequência fundamental.
- As ondas distorcidas podem ser decompostas em uma soma de ondas senoidais de frequências diversas, múltiplas da fundamental.

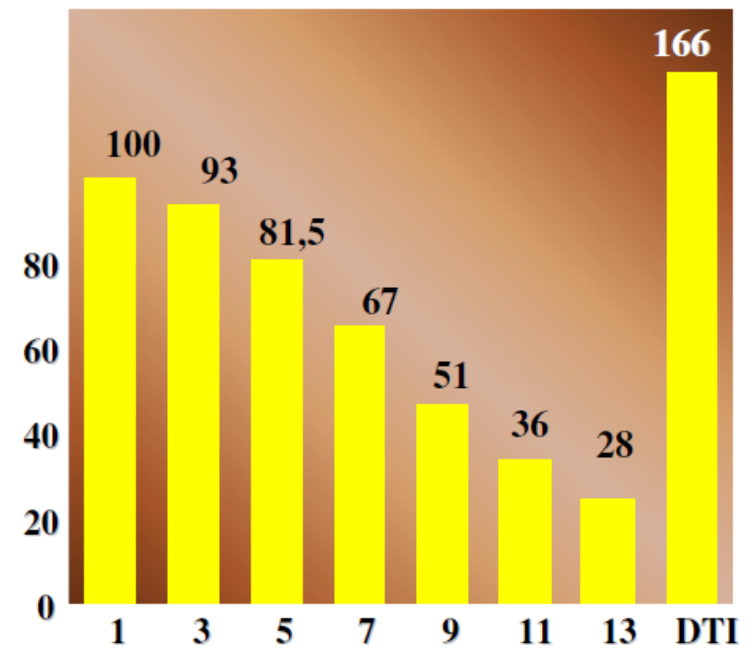


Harmônicos

- *Lâmpada Fluorescente Compacta (Monofásica).*

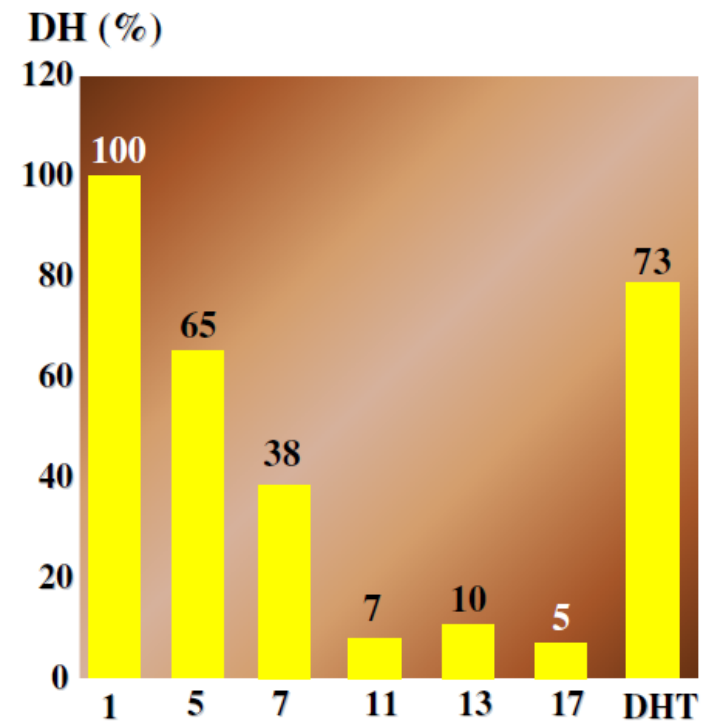
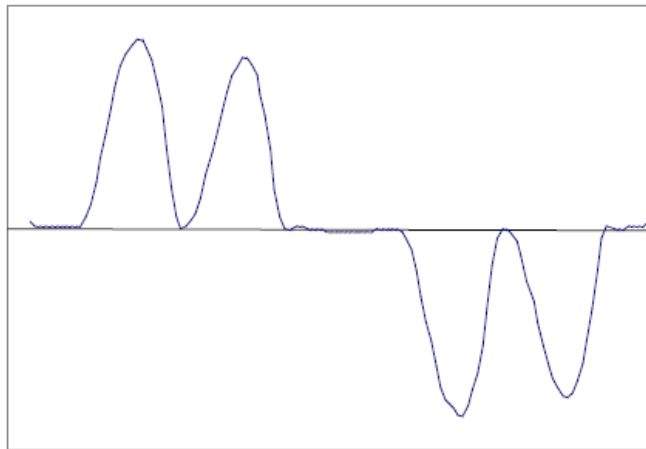


DH (%)



Harmônicos

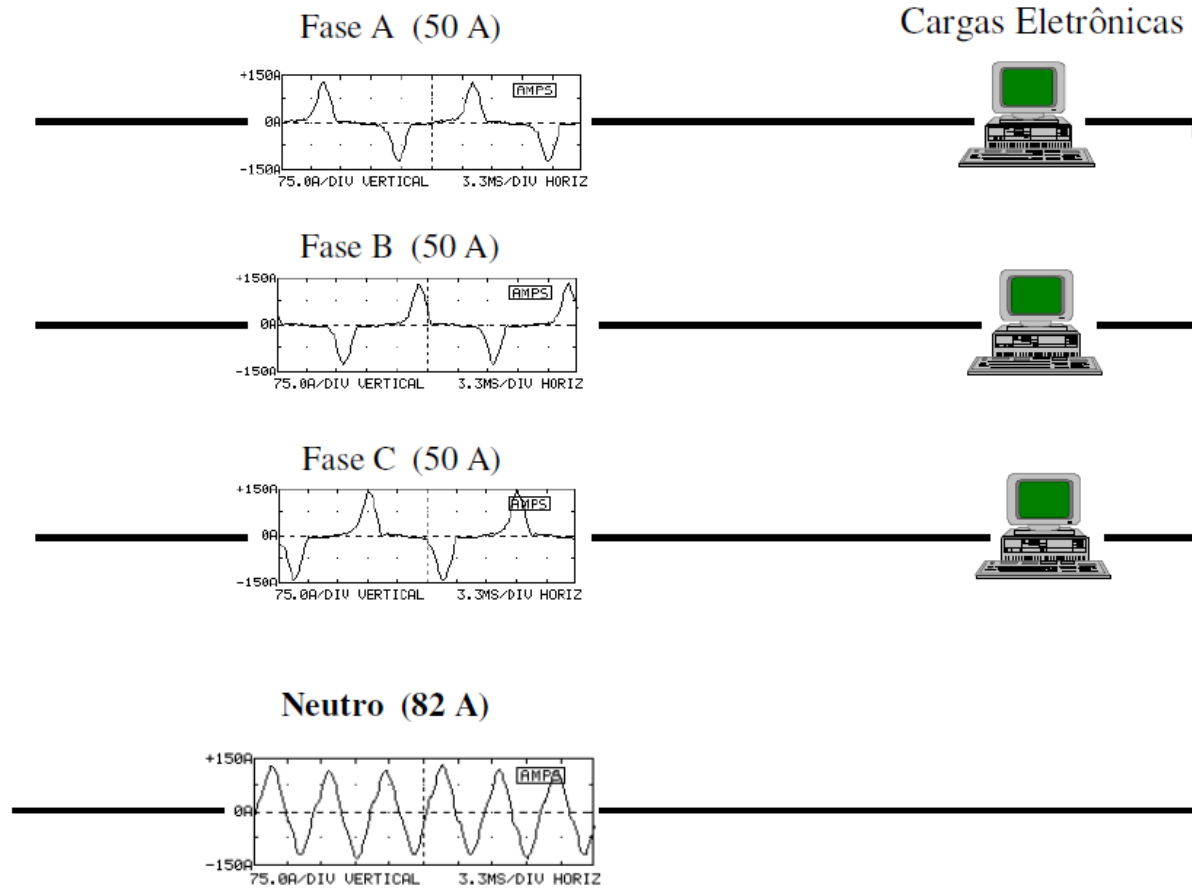
- *Inversor de frequência PWM (Trifásico)*



○ Efeitos provocados por Harmônicos:

- Operação indevida de equipamentos: Eletrônicos, de controle, proteção e outros.
- Erros de leitura em equipamentos de medição;
- Sobretensões: Comprometimento da isolação e da vida útil dos equipamentos.
- Sobrecorrentes: **Efeitos térmicos nocivos aos equipamentos.**
- Interferências em sistemas de comunicação: Principalmente sinais de rádio.
- Redução da vida útil;
- Perdas excessivas em cabos e transformadores;
- Ruídos audíveis;
- Ressonâncias série e paralela, entre outros.

- Harmônicos Triplos:



Fatores de Correção para Harmônicos:

- Quando, num circuito trifásico com neutro ou num circuito com duas fases e neutro, a taxa de terceira harmônica e seus múltiplos for superior a 33%, a corrente que circula pelo neutro é superior à corrente das fases. A seção do condutor neutro pode ser determinada calculando-se a corrente no neutro sob a forma:

$$I_N = f_h \cdot I'_B \quad \rightarrow \quad I'_B = \sqrt{I_1^2 + \sum_2^n I_n^2}$$

Onde:

- I'_B : corrente de projeto corrigida;
- I_1, I_n : corrente fundamental e harmônicas;
- f_h : fator de correção em função da taxa de harmônicos triplos.

Fator f_h Para determinação da corrente de neutro:

Taxa de Harmônicos Triplos	f_h	
	Circuito trifásico com neutro	Circuito com duas fases e neutro
33% a 35%	1,15	1,15
36% a 40%	1,19	1,19
41% a 45%	1,24	1,23
46% a 50%	1,35	1,27
51% a 55%	1,45	1,30
56% a 60%	1,55	1,34
61% a 65%	1,64	1,38
≥ 66%	1,73	1,41

Condutor de Proteção (terra):

- A seção do condutor de proteção pode ser determinada através da seguinte tabela:

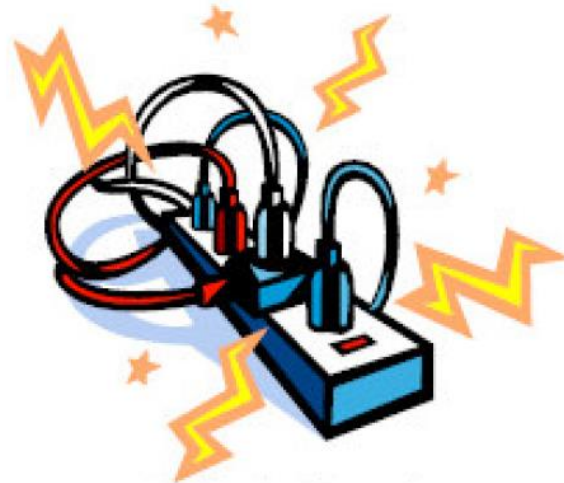
Seção dos condutores fase (mm ²)	Seção mínima do condutor de proteção correspondente (mm ²)
$S \leq 16$	S
$16 < S \leq 35$	16
$S > 35$	S/2



NBR 5410:2004 - Tabela 58 pg. 150

8. Sobrecarga

- A sobrecarga não é exatamente um critério de dimensionamento dos condutores, entretanto, intervêm na determinação de sua seção.



- Para que a proteção dos condutores contra sobrecargas fique assegurada, as características de atuação do dispositivo a provê-la devem ser tais que:

$$I_B \leq I_N \leq I_Z \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 \quad \text{e} \quad I_2 \leq 1,45 \cdot I_Z \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot k_3$$

Onde:

- I_B : corrente de projeto, em A;
- I_Z : capacidade de condução de corrente dos condutores;
- I_n : corrente nominal do dispositivo de proteção (ou corrente de ajuste para dispositivos ajustáveis), nas condições previstas para sua instalação.
- I_2 : corrente convencional de atuação, para disjuntores, ou corrente convencional de fusão, para fusíveis.

9. Curto Circuito

- Assim como o critério de sobrecarga pode intervir no dimensionamento dos condutores.
- Os curto-circuitos são assim chamados porque representam o caminho mais curto que a corrente elétrica pode realizar em um circuito..
- Caracterizado pelo aumento repentino da corrente em um circuito, que pode produzir arco ou até explosões

Proteção contra Correntes de Curto-Circuito

- A NBR-5410 impõe duas condições básicas que devem ser cumpridas para que seja garantida a proteção de um circuito contra as correntes do curto-circuito:

$$I_{(int)} > I_k$$

Onde:

$I_{(int)}$ = capacidade de interrupção do dispositivo de proteção;

I_k = corrente de curto-circuito presumida no ponto de aplicação do dispositivo de proteção;

Correntes de curto-circuito presumidas

Para 220/127 V

$$I_k = \frac{12,7}{\sqrt{\frac{162}{I_{k0}^2} + \frac{57 \times \cos \phi_{k0} \times \ell}{I_{k0} \times S} + \frac{5\ell^2}{S^2}}}$$

Para 380/220 V

$$I_k = \frac{22}{\sqrt{\frac{484}{I_{k0}^2} + \frac{100 \times \cos \phi_{k0} \times \ell}{I_{k0} \times S} + \frac{5\ell^2}{S^2}}}$$

Onde

I_k = corrente de curto-circuito presumida em kA;

I_{k0} = corrente de curto-circuito presumida a montante em kA;

$\cos \phi_{k0}$ = fator de potência de curto-circuito aproximado, dado pela Tabela

ℓ = comprimento do circuito (m);

S = seção dos condutores (mm²).

Tabela 3.12

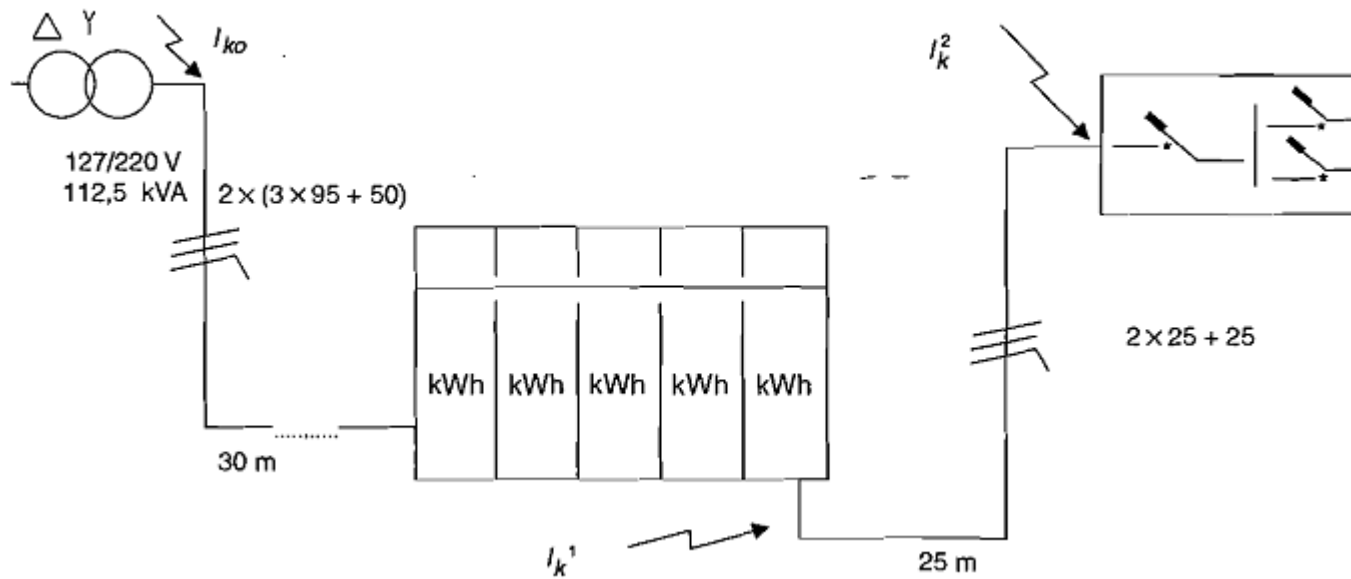
K_C (kA)	1,5 a 3	3,1 a 4,5	4,6 a 6	6,1 a 10	10,1 a 20	Acima de 20
$\text{Cos } \phi_{ks}$	0,9	0,8	0,7	0,5	0,3	0,25

2

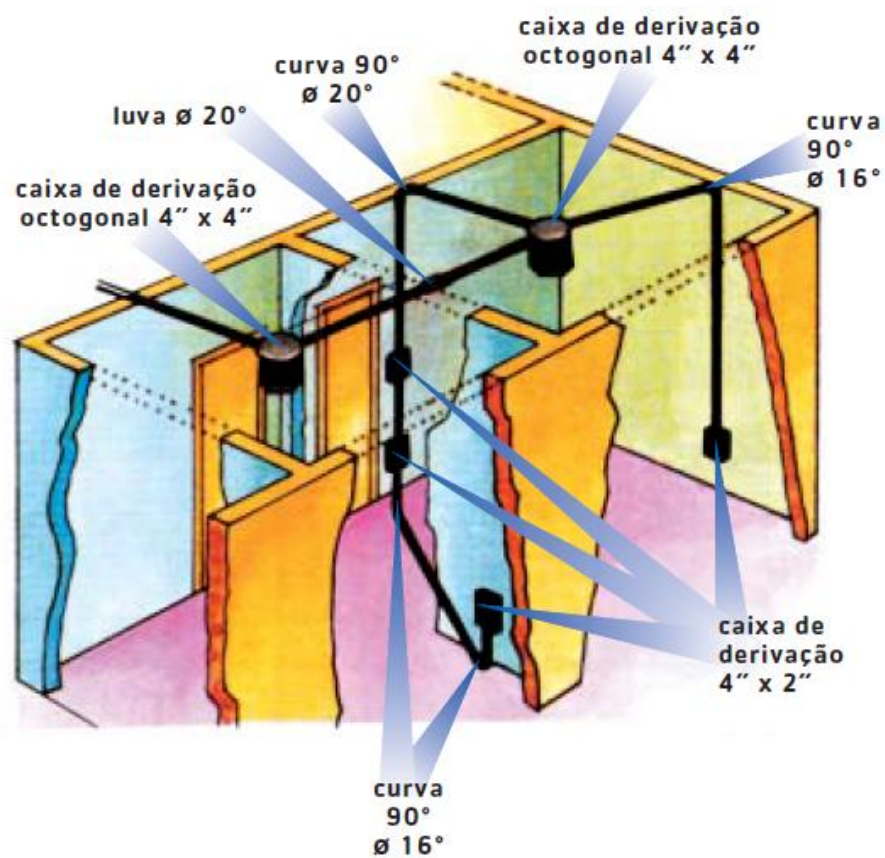
Correntes de curto-circuito presumidas no secundário de transformadores trifásicos

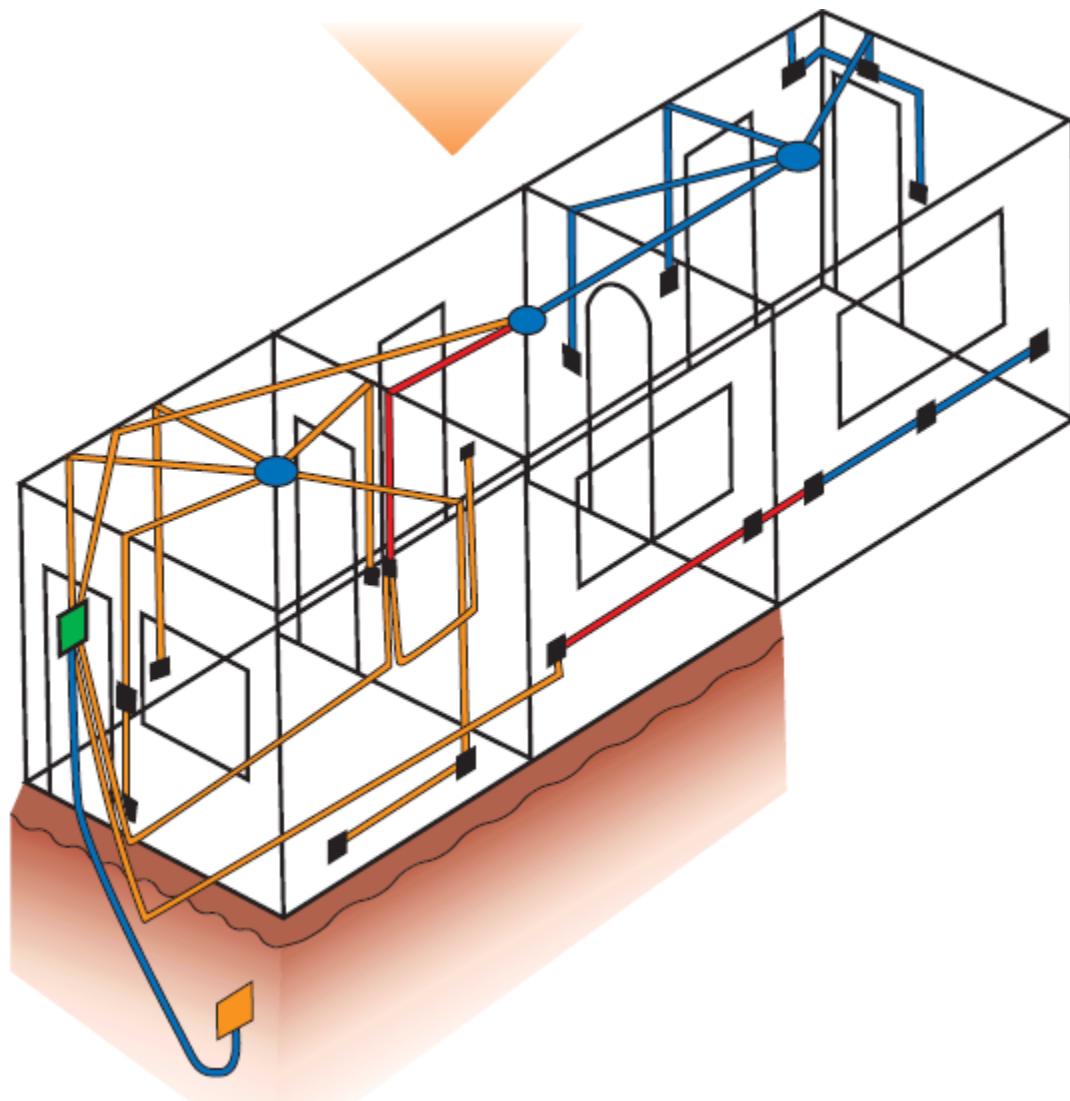
Potência do transformador (kVA)	I_2 (kA)	
	127/220 V	220/380 V
15	1,12	0,65
30	2,25	1,30
45	3,37	1,95
75	5,62	3,25
112,5	8,44	4,88
150	11,25	6,51
225	13,12	7,59
300	17,50	10,12
500	26,24	15,19
750-	39,36	22,78
1 000	52,49	30,37

Calcole I_k^1 e I_k^2



10. Dimensionamento do Eletroduto





- A utilização de condutos fechados (eletrodutos) devem 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 vedado 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.

- A dimensão dos eletrodutos deve permitir a instalação e retirada dos condutores. Para que isso ocorra facilmente, a taxa de ocupação dos condutores em relação à seção dos eletrodutos não deverá exceder a 40%.

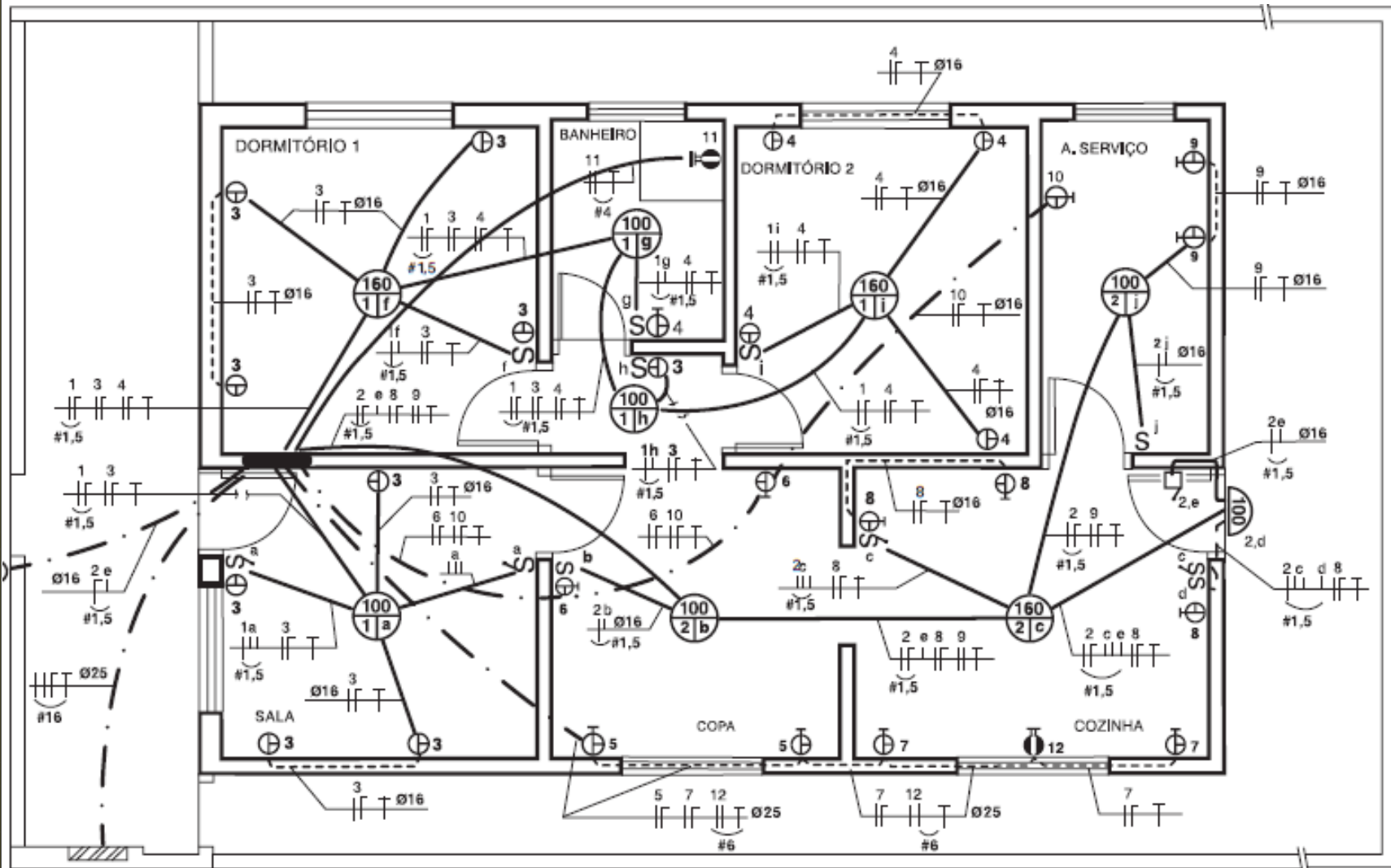


- Pode-se calcular a área de todos os condutores que passam dentro de cada trecho dos eletrodutos e comparar com todas as áreas dos eletrodutos disponíveis para conferir a taxa de ocupação máxima de 40%.

- Considerando esta informação, há uma tabela que fornece diretamente o tamanho do diâmetro do eletroduto:

Seção nominal (mm ²)	Número de condutores no eletroduto								
	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	Tamanho nominal do eletroduto (mm)								
1,5	16	16	16	16	16	16	20	20	20
2,5	16	16	16	20	20	20	20	25	25
4	16	16	20	20	20	25	25	25	25
6	16	20	20	25	25	25	25	32	32
10	20	20	25	25	32	32	32	40	40
16	20	25	25	32	32	40	40	40	40
25	25	32	32	40	40	40	50	50	50
35	25	32	40	40	50	50	50	50	60
50	32	40	40	50	50	60	60	60	75
70	40	40	50	60	60	60	75	75	75
95	40	50	60	60	75	75	75	85	85
120	50	50	60	75	75	75	85	85	-
150	50	60	75	75	85	85	-	-	-
185	50	75	75	85	85	-	-	-	-
240	60	75	85	-	-	-	-	-	-

- Para dimensionamento dos eletrodutos são necessárias as seguintes informações:
 - Planta com a representação gráfica da fiação com as seções dos condutores elétricos;
 - Tabela específica que fornece o tamanho do eletroduto.
- Daí:
 - Contar o número de condutores contidos no trecho;
 - Verificar qual é a maior seção destes condutores.



Exercício 5:

- Dimensionar o trecho do eletroduto entre o QDLF e o ponto de luz no teto (segmento mais crítico).
- Circuito 1 de iluminação = 1 fase e 1 neutro de seção de $1,5 \text{ mm}^2$
- Circuito 4, 5 das TUG e 6 da TUE = 3 fases, 3 retornos/neutros e 1 terra de seção de $2,5 \text{ mm}^2$

