

## PROJETO DE INSTALAÇÕES ELÉTRICAS PREDIAIS

Projetar uma instalação elétrica de uma edificação consiste em:

- Quantificar e determinar os tipos e localizar os pontos de utilização de energia elétrica;
- Dimensionar, definir o tipo e o caminhamento dos condutores e condutos;
- Dimensionar, definir o tipo e a localização dos dispositivos de proteção, de comando, de medição de energia elétrica e demais acessórios.

### Projeto de instalações elétricas para fornecimento de energia elétrica em tensão secundária de distribuição a unidades consumidoras residenciais

- Potência instalada  $\leq 75\text{kW}$
- Tensão padronizada 380/220V urbano e 440/220V rural
- Arquitetos e Eng. Civis: fins residenciais

### DEFINIÇÕES

Unidade consumidora: qualquer residência, apartamento, escritório, loja, sala, dependência comercial, depósito, indústria, galpão, etc., individualizado pela respectiva medição;

Ponto de entrega de energia: É o ponto de conexão do sistema elétrico público (CELESC) com as instalações de utilização de energia elétrica do consumidor;

Entrada de serviço de energia elétrica: Conjunto de equipamentos, condutores e acessórios instalados desde o ponto de derivação da rede de energia elétrica pública (CELESC) até a medição (desenhos 3 e 4 CELESC);

Potência instalada: É a soma das potências nominais dos aparelhos, equipamentos e dispositivos a serem utilizados na instalação consumidora. Inclui tomadas (previsão de cargas de eletrodomésticos, TV, som, etc.), lâmpadas, chuveiros elétricos, aparelhos de ar-condicionado, motores, etc.;

Aterramento: Ligação à terra, por intermédio de condutor elétrico, de todas as partes metálicas não energizadas, do neutro da rede de distribuição da concessionária e do neutro da instalação elétrica da unidade consumidora.

**Partes componentes de um projeto elétrico: O projeto é a representação escrita da instalação e deve conter no mínimo:**

- Plantas;
- Esquemas (unifilares e outros que se façam necessários);
- Detalhes de montagem, quando necessários;
- Memorial descritivo;
- Memória de cálculo (dimensionamento de condutores, condutos e proteções);
- ART.

**Normas técnicas a serem consultadas na elaboração de um projeto elétrico**

- ABNT (NBR 5410/97, NBR 5419 aterramento)
- Normas da concessionária elétrica local (CELESC DPSC/NT-01-BT 1995, revisão 2000 – [www.celesc.com.br](http://www.celesc.com.br))
- Normas específicas aplicáveis

**Critérios para a elaboração de projetos**

- Acessibilidade;
- Flexibilidade (para pequenas alterações) e reserva de carga (para acréscimos de cargas futuras);
- Confiabilidade (obedecer normas técnicas para seu perfeito funcionamento e segurança)

**Etapas da elaboração de um projeto de instalação elétrica**

- Informações preliminares
  - plantas de situação
  - projeto arquitetônico
  - projetos complementares
  - informações obtidas do proprietário
- Quantificação do sistema
  - levantamento da previsão de cargas (quantidade e potência nominal dos pontos de utilização – tomadas, iluminação, elevadores, bombas, ar-condicionado, etc)

- **Desenho das plantas**
  - desenho dos pontos de utilização
  - localização dos Quadros de Distribuição de Luz (QLs)
  - localização dos Quadros de Força (QFs)
  - divisão das cargas em circuitos terminais
  - desenho das tubulações de circuitos terminais
  - localização das Caixas de Passagem dos pavimentos e da prumada
  - localização do Quadro Geral de Baixa Tensão (QGBT), Centros de Medidores, Caixa Seccionadora, Ramal Alimentador e Ponto de Entrega
  - desenho das tubulações dos circuitos alimentadores
  - desenho do Esquema Vertical (prumada)
  - traçado da fiação dos circuitos alimentadores
- **Dimensionamento de todos os componentes do projeto, com base nos dados registrados nas etapas anteriores + normas técnicas + dados dos fabricantes**
  - dimensionamento dos condutores
  - dimensionamento das tubulações
  - dimensionamento dos dispositivos de proteção
  - dimensionamento dos quadros
- **Quadros de distribuição**
  - quadros de distribuição de carga (tabelas)
  - diagramas unifilares dos QLs
  - diagramas de força e comando de motores (QFs)
  - diagrama unifilar geral
- **Memorial descritivo: descreve o projeto sucintamente, incluindo dados e documentação do projeto**
- **Memorial de cálculo, contendo os principais cálculos e dimensionamentos**
  - cálculo das previsões de cargas
  - determinação da demanda provável
  - dimensionamento de condutores, eletrodutos e dispositivos de proteção
- **Especificações técnicas e lista de materiais**
- **ART junto ao CREA local**
- **Análise e aprovação da concessionária (possíveis revisões)**

## Tensão, Corrente e Resistência Elétrica, Potência & Energia

### Tensão Elétrica "voltagem"

Símbolo = V

Unidade = Volt, V

Diferença de potencial entre dois condutores elétricos (fase e neutro).

Em SC, condutor fase está a 220V e condutor neutro está a 0V.

### Corrente Elétrica "amperagem"

Símbolo = I

Unidade = Ampère, A

Passagem de energia elétrica por um condutor elétrico submetido a uma diferença de potencial.

### Resistência Elétrica

Símbolo = R

Unidade = Ohm,  $\Omega$

Resistência à passagem de corrente elétrica em um condutor elétrico

### Energia

Símbolo = E

Unidade = Watt-hora, Wh

Capacidade de realizar trabalho; potência num intervalo de tempo

### Potência

Símbolo = P

Unidade = Watt, W

Energia instantânea, o consumo em cada instante de um aparelho elétrico

### FORMULÁRIO

$$V = R \times I$$

$$E = V \times I \times t \text{ (tempo, em horas)}$$

$$P = E / t$$

$$I = V / R$$

$$E = R \times I^2 \times t$$

$$P = V \times I$$

$$I = P / V$$

$$P = R \times I^2$$

$$R = V / I$$

$$E = (V^2 / R) \times t$$

$$P = V^2 / R$$

## Condutores Elétricos:

- Fio elétrico: seção circular única (Cu, Al), recoberta por isolamento termoplástico (vermelho, azul, preto, branco, amarelo, verde, preto)
- Cabo elétrico: várias seções circulares trançadas

## CLASSIFICAÇÃO DOS TIPOS DE FORNECIMENTO EM TENSÃO SECUNDÁRIA

- Limites de fornecimento: Unidades consumidoras com potência instalada  $\leq 75\text{kW}$
- Tensão padronizada: Nas redes de distribuição secundária da CELESC, as tensões padronizadas são de 380/220V (urbana) e 440/220V (rural)
- Classificação dos tipos de fornecimento: Em função da potência instalada declarada, o fornecimento de energia elétrica à unidade consumidora será feita de acordo com a classificação a seguir:
  - **Tipo A (monofásico):** *fornecimento a 2 fios (fase e neutro) 220V  
potência instalada máxima = 15kW  
não pode incluir motor mono > 3CV (HP)  
nem máquina de solda a transformador*
  - **Tipo B (bifásico):** *fornecimento a 3 fios (2 fases e neutro)  
380/220V urbana e 440/220V rural  
potência instalada entre 15 e 22kW (urbana) e até 25kW (rural)  
não pode incluir motor mono >3CV (HP)  
@ 220V ou > 7.5 CV @ 440V nem máquina de solda a transformador*
  - **Tipo C (trifásico):** *fornecimento a 4 fios (3 fases e neutro)  
380/220V  
potência instalada entre 22 e 75kW  
não pode incluir motor mono >3CV (HP)  
@ 220V ou motor tri > 25CV (HP) @ 380V  
nem máquina de solda a transformador*

Observação: As unidades consumidoras que não se enquadrarem nos tipos A, B, ou C serão atendidas em tensão primária de distribuição

**Dimensionamento da ENTRADA DE SERVIÇO para condutores, eletrodutos e proteção geral das unidades consumidoras dos tipos A, B e C (tabelas 01, 02 e 03). Condições Gerais da norma CELESC:**

- obedecer as normas ABNT
- partir do poste (ou ponto) da rede da CELESC por ela determinado e ser efetuada pela CELESC
- não cortar terrenos de terceiros nem passar sobre área construída
- entrar preferencialmente pela frente da unidade consumidora, ser perfeitamente visível e livre de obstáculos (ver poste particular, desenho 01 CELESC)
- não cruzar com condutores de ligações de edificações vizinhas
- respeitar distâncias horizontais (1.20m) e verticais (2.50m) mínimas da norma
- apresentar vão livre máximo de 30m; se medição no corpo da edificação, então esta deverá estar no máximo a 15m da via pública
- manter separação mínima de 20cm entre os condutores
- obedecer distâncias mínimas na vertical entre o condutor inferior e o solo, dadas pelas normas respectivas para instalações urbanas (NBR 5434) e rurais (NBR 5433)
- para o condutor neutro, utilizar a cor azul-clara
- em caso de uso de caixas de passagem subterrâneas, estas serão exclusivas para os condutores de energia elétrica e aterramento, não podendo ser utilizadas para os condutores de telefonia, TV a cabo, etc.

## PREVISÃO DE CARGAS DA INSTALAÇÃO ELÉTRICA

Cada aparelho ou dispositivo elétrico (lâmpadas, aparelhos de aquecimento d'água, eletrodomésticos, motores para máquinas diversas, etc.) solicita da rede uma determinada potência. O objetivo da **previsão de cargas** é a determinação de todos os pontos de utilização de energia elétrica (**pontos de consumo ou cargas**) que farão parte da instalação. Nesta etapa são definidas a potência, a quantidade e a localização de todos os pontos de consumo de energia elétrica da instalação.

### PREVISÃO DE CARGAS (NBR-5410/1997)

- i. Os equipamentos de utilização de uma instalação podem ser alimentados diretamente (elevadores, motores), através de tomadas de corrente de uso específico (**TUEs**) ou através de tomadas de corrente de uso não específico (tomadas de uso geral, **TUGs**);
- ii. A carga a considerar para um equipamento de utilização é a sua potência nominal absorvida, dada pelo fabricante ou calculada a partir de  $V \times I \times$  fator de potência (quando for o caso – motores) – **nos casos em que for dada a potência nominal fornecida pelo equipamento (potência de saída), e não a absorvida, devem ser considerados o rendimento e o fator de potência.**

#### Iluminação:

- Critérios para a determinação da quantidade mínima de pontos de luz:
  - $\geq 1$  ponto de luz no teto para cada recinto, comandado por interruptor de parede;
  - arandelas no banheiro devem ter distância mínima de 60cm do boxe
- Critérios para a determinação da potência mínima de iluminação:
  - Para recintos com área  $\leq 6m^2$ , atribuir um mínimo de 100W;
  - Para recintos com área  $> 6m^2$ , atribuir um mínimo de 100W para os primeiros  $6m^2$ , acrescidos de 60W para cada aumento de  $4m^2$  inteiros;

**Para iluminação externa em residências a norma não estabelece critérios – cabe ao projetista e ao cliente a definição.**

## Tomadas:

- Critérios para a determinação da quantidade mínima de TUGs:
  - Recintos com área  $\leq 6m^2$  – no mínimo 1 tomada
  - Recintos com área  $> 6m^2$  – no mínimo 1 tomada para cada 5m ou fração de perímetro, espaçadas tão uniformemente quanto possível
  - Cozinhas e copas – 1 tomada para cada 3,5m ou fração de perímetro, independente da área; acima de bancadas com largura  $\geq 30cm$  prever no mínimo 1 tomada
  - Banheiros – no mínimo 1 tomada junto ao lavatório, a uma distância mínima de 60cm do boxe, independentemente da área
  - Subsolos, varandas, garagens, sótãos – no mínimo 1 tomada, independentemente da área
- Critérios para a determinação da potência mínima de TUGs:
  - Banheiros, cozinhas, copas, áreas de serviço, lavanderias e semelhantes – atribuir 600W por tomada, para as 3 primeiras tomadas e 100W para cada uma das demais
  - Subsolos, varandas, garagens, sótãos – atribuir 1000W
  - Demais recintos – atribuir 100W por tomada
- Critérios para a determinação da quantidade mínima de TUEs:
  - A quantidade de TUEs é estabelecida de acordo com o número de aparelhos de utilização, devendo ser instaladas a no máximo 1.5m do local previsto para o equipamento a ser alimentado
- Critérios para a determinação da potência de TUEs:
  - Atribuir para cada TUE a potência nominal do equipamento a ser alimentado

As potências típicas de aparelhos eletrodomésticos são tabeladas

**TODAS AS TOMADAS DEVERÃO ESTAR ATERRADAS!**

A previsão de cargas de uma determinada instalação pode ser resumida através do preenchimento do QUADRO DE PREVISÃO DE CARGAS a seguir

## PREVISÃO DE CARGAS ESPECIAIS

Em edifícios será muitas vezes necessário fazer a previsão de diversas cargas especiais que atendem aos seus sistemas de utilidades, como motores de elevadores, bombas de recalque d'água, bombas para drenagem de águas pluviais e esgotos, bombas para combate a incêndios, sistemas de aquecimento central, etc. Estas cargas são normalmente de uso comum, sendo denominadas cargas de condomínio.

A determinação da potência destas cargas depende de cada caso específico, sendo normalmente definida pelos fornecedores dos sistemas. Como exemplos típicos podemos citar:

- Elevadores: 2 motores trifásicos de 7.5CV
- Bombas de recalque d'água: 2 motores trifásicos de 3CV (um é reserva)
- Bombas de drenagem de águas pluviais: 2 motores de 1CV (um é reserva)
- Bombas para sistema de combate a incêndio: 2 motores de 5CV (um é reserva)
- Portão de garagem: 1 motor de 0.5CV

## PREVISÃO DE CARGAS EM ÁREAS COMERCIAIS E DE ESCRITÓRIOS

Pavimento térreo de edifícios residenciais ou pavimentos específicos (sobrelojas) muitas vezes são utilizados para atividades comerciais. NBR 5410 não especifica critérios para previsão de cargas em instalações comerciais e industriais. LEVAR EM CONTA A UTILIZAÇÃO DO AMBIENTE E AS NECESSIDADES DO CLIENTE.

### Iluminação

O cálculo da iluminação para estas áreas é feito de forma distinta do processo utilizado para a determinação da iluminação em áreas residenciais.

Dependendo do uso, para áreas de lojas e escritórios, vários métodos podem ser empregados para determinar o tipo e a potência da iluminação adequada – Método dos Lúmens, Método das Cavidades Zonais, Método Ponto por Ponto, etc.

A norma NBR-5413 – Iluminação de Interiores, define critérios de nível de iluminamento de acordo com a utilização do recinto.

## Tomadas

Para a previsão de TUGs em áreas comerciais e de escritórios, pode-se adotar o seguinte critério:

- Escritórios comerciais ou análogos com área  $\leq 40\text{m}^2$  – 1 tomada para cada 3m ou fração de perímetro; ou 1 tomada para cada 4m<sup>2</sup> ou fração de área (adotar o que resultar no maior número)
- Escritórios comerciais ou análogos com área  $> 40\text{m}^2$  – 10 tomadas para os primeiros 40m<sup>2</sup> e 1 tomada para cada 10m<sup>2</sup>, ou fração, da área restante
- Em lojas – 1 tomada para cada 30m<sup>2</sup> ou fração de área, não computadas as tomadas destinadas a vitrines e à demonstração de aparelhos
- A potência das TUGs em escritórios deverá ser de 200W

## DEMANDA DE ENERGIA DE UMA INSTALAÇÃO ELÉTRICA

Observando o funcionamento de uma instalação elétrica residencial, comercial ou industrial, pode-se constatar que a potência elétrica consumida é variável a cada instante. Isto ocorre porque nem todas as cargas instaladas estão todas em funcionamento simultâneo. A potência total solicitada pela instalação da rede a cada instante será, portanto, função das cargas em operação e da potência elétrica absorvida por cada uma delas a cada instante (comentar refrigerador e motores em geral). -> Por isso, para realizar o dimensionamento dos condutores elétricos que alimentam os quadros de distribuição, os quadros terminais e seus respectivos dispositivos de proteção, não seria razoável nem técnica nem economicamente a consideração da demanda como sendo a soma de todas as potências instaladas.

### Carga ou Potência Instalada

É a soma de todas as potências nominais de todos os aparelhos elétricos pertencentes a uma instalação ou sistema.

### Demanda

É a potência elétrica realmente absorvida em um determinado instante por um aparelho ou por um sistema.

### Demanda Média de um Consumidor ou Sistema

É a potência elétrica média absorvida durante um intervalo de tempo determinado (15min, 30min)

### **Demanda Máxima de um Consumidor ou Sistema**

É a maior de todas as demandas ocorridas em um período de tempo determinado; representa a maior média de todas as demandas verificadas em um dado período (1 dia, 1 semana, 1 mês, 1 ano)

### **Potência de Alimentação, Potência de Demanda ou Provável Demanda**

É a demanda máxima da instalação. Este é o valor que será utilizado para o dimensionamento dos condutores alimentadores e dos respectivos dispositivos de proteção; será utilizado também para classificar o tipo de consumidor e seu padrão de atendimento pela concessionária local

### **Fator de Demanda**

É a razão entre a Demanda Máxima e a Potência Instalada

$$FD = D_{\text{máx}} / P_{\text{inst}}$$

Exemplo do cálculo de demanda de um apartamento típico com as seguintes cargas:

• 10 lâmpadas incandescentes de 100W	1000W
• 5 lâmpadas incandescentes de 60W	300W
• 1 TV de 100W	100W
• 1 aparelho de som de 60W	60W
• 1 refrigerador de 300W	300W
• 1 ferro elétrico de 1000W	1000W
• 1 lava-roupa de 600W	600W
• 1 chuveiro elétrico de 3700W	3700W
<b>TOTAL</b>	<b>7060W</b>

Maior demanda possível = 7060W

Admitindo que as maiores solicitações sejam:

### **Demanda diurna**

• Lâmpadas	200W
• Aparelho de som	60W
• Refrigerador	300W
• Chuveiro elétrico	3700W
• Lava-roupa	600W
<b>TOTAL</b>	<b>4860W</b>

### Demanda noturna

• Lâmpadas	800W
• TV	100W
• Refrigerador	300W
• Chuveiro elétrico	3700W
• Ferro elétrico	1000W
<u>TOTAL</u>	<u>5900W</u>

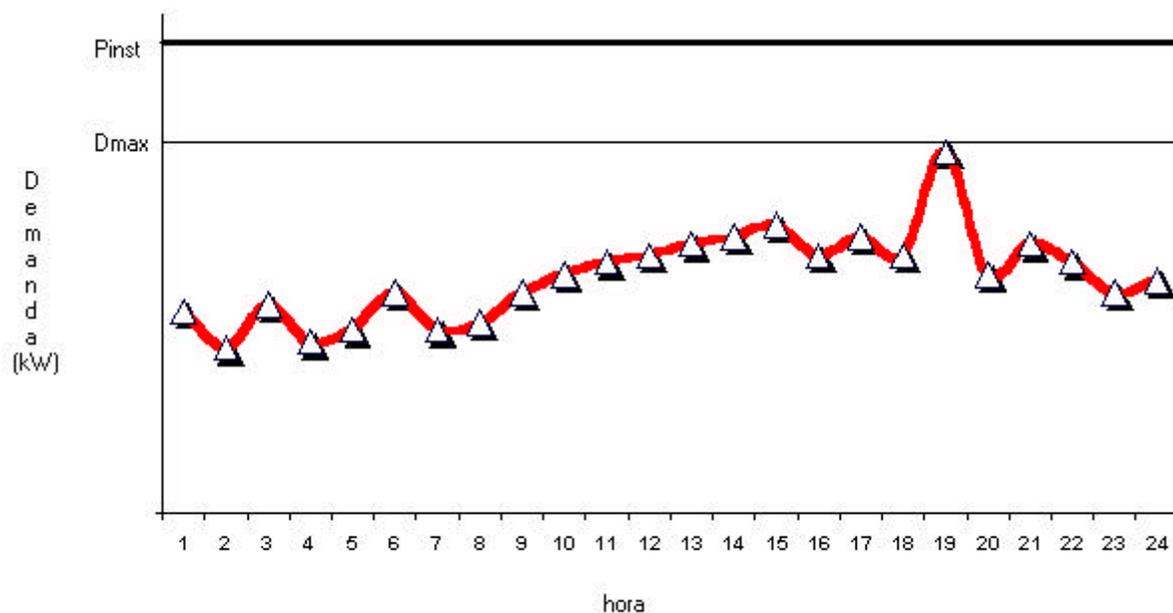
### Fatores de demanda

Diurno ->  $Fd = 4860 / 7060 = 0,69$  ou 69%

Noturno ->  $Fd = 5900 / 7060 = 0,84$  ou 84%

### Curva diária de demanda

As diversas demandas de uma instalação variam conforme a utilização instantânea de energia elétrica, de onde se pode traçar uma curva diária de demanda



**Pinst = valor fixo**

**Demanda = varia a cada instante**

**Dmax = valor máximo de demanda -> potência de alimentação, demanda total da instalação -> será utilizado como base de cálculo para o dimensionamento da entrada de serviço da instalação**

Os valores de demanda são influenciados por diversos fatores, dentre os quais a natureza da instalação (residencial, comercial, industrial, mista), o número de consumidores, a estação do ano, a região geográfica, a hora do dia, etc.

NOTA: A demanda deverá sempre ser expressa em termos de potência absorvida da rede (normalmente expressa em VA ou kVA). Deve-se estar sempre atento ao **FATOR DE POTÊNCIA** das cargas, observando a relação entre potência aparente (VA) e potência ativa (W). Assim:

$$S = P / \cos\phi \quad S^2 = P^2 + Q^2$$

S = potência aparente (VA)

P = potência ativa (W)

Q = potência reativa (VAR)

$\cos\phi$  = fator de potência

Em instalações de residências e apartamentos, a maioria das cargas (iluminação incandescente e aparelhos de aquecimento) são puramente resistivas. Nestes casos, podemos considerar  $W = VA$ , pois o fator de potência é igual à unidade

### Critérios para a determinação do fator de demanda para residências individuais

Provável demanda ->  $PD = g \cdot P1 + P2$

PD = provável demanda = potência de alimentação (em kW)

g = fator de demanda (tabelado)

P1 = soma das potências nominais de iluminação e TUGs (em kW)

P2 = soma das TUEs (em kW)

Tabela de fatores de demanda (g)	
<u>P1(kW)</u>	<u>fator de demanda (g)</u>
0 a 1	0.88
1 a 2	0.75
2 a 3	0.66
3 a 4	0.59
4 a 5	0.52
5 a 6	0.45
6 a 7	0.40
7 a 8	0.35
8 a 9	0.31
9 a 10	0.27
> 10	0.24

**Exercício:** Calcular a provável demanda de um apartamento com as seguintes cargas instaladas

- Iluminação = 2800W
- TUGs = 3700W
- TUEs = 16200W

Solução:

$$P1 = \text{ILUM} + \text{TUG} = 2800 + 3700 = 6500\text{W}$$

$$g = 0.40$$

$$P2 = \text{TUE} = 16200\text{W}$$

$$PD = 0.40 \times 6.5 + 16.2 = 18.8\text{kW} \rightarrow P_{\text{inst}} = 2800 + 3700 + 16200 = 22700\text{W}$$

### DEMANDA TOTAL DE UM EDIFÍCIO DE USO COLETIVO

Em edifícios coletivos o cálculo de demanda, que resulta no dimensionamento da **Entrada de Serviço, transformador e proteção geral**, deve obedecer critérios mais rigorosos do que em instalações residenciais unifamiliares, visto que as imprecisões entre demanda estimada e real se multiplicam no caso de edifícios de uso coletivo.

O cálculo da demanda de um edifício de uso coletivo é um processo de aproximação e é, portanto, limitado visto que se baseia em probabilidades e estatísticas locais. É fundamental que os componentes da entrada de serviço estejam corretamente dimensionados para poder acomodar a **Provável Demanda Máxima**.

### Cálculo da Demanda Total de um Edifício Residencial de Uso Coletivo (CODI - Comitê de Distribuição de Energia Elétrica)

- critérios definidos pelas concessionárias locais e que muitas vezes diferem de uma para outra, conduzindo a resultados diferentes para uma mesma instalação
- as recomendações da RTD 027-CODI (recomendação técnica de distribuição) são aplicáveis a edifícios residenciais, contendo de 4 a 300 apartamentos, independente da área útil ou padrão

**Demanda total do edifício :**

$$D_{\text{edif}} = 1.20 (D_{\text{aptos}} + D_{\text{condom}})$$

**Demanda dos apartamentos:** é função do número de apartamentos e de sua área

$$D_{\text{aptos}} = F1 \times F2$$

F1 = fator de diversidade em função do número de apartamentos (tabelado); representa o fato de que as demandas máximas de cada unidade tomada individualmente ocorrem em instantes diferentes -> a demanda máxima de um conjunto de consumidores é menor do que a soma das demandas máximas de cada consumidor

F2 = Fator de demanda em função da área útil do apartamento (tabelado); desconsiderar áreas de garagens e outras áreas comuns dos edifícios, algumas vezes incluídas como pertencentes aos apartamentos

Para apartamentos com área útil > 400m<sup>2</sup>  $F2 = 0.034939 \times A^{0.895075}$  sendo A a área útil em m<sup>2</sup>

**Demanda do condomínio:** corresponde à soma de todas as cargas de iluminação, de tomadas e de motores instalados nas áreas do condomínio. Os seguintes critérios se aplicam:

- cargas de iluminação – 100% para os primeiros 10kW e 25% ao excedente
- cargas de tomadas – 20% da carga total
- motores - aplicam-se tabelas de demanda para motores mono e trifásicos

$$D_{\text{condom}} = I1 + 0.25 \times I2 + 0.20 \times T + M$$

I1 = parcela da carga de iluminação do condomínio até 10kW

I2 = parcela da carga de iluminação do condomínio acima de 10kW

T = carga total de tomadas do condomínio

M = demanda total de motores do condomínio (tabelas)

### **Demanda Individual de Unidades Consumidoras Não Residenciais**

Apresentação de tabelas com os fatores de demanda específicos

### **Demanda de um Edifício com Unidades Consumidoras Residenciais e Comerciais**

Em casos de edifícios que possuam unidades residenciais e comerciais o procedimento é o mesmo utilizado no caso de edifícios residenciais puros, acrescido da parcela referente à demanda das unidades comerciais. A demanda total do edifício pode ser determinada por:

$$D_{\text{edif}} = 1.20 \times (D_{\text{aptos}} + D_{\text{condom}} + D_{\text{un.comerc}})$$

## DIVISÃO DA INSTALAÇÃO EM CIRCUITOS

**Locação dos pontos:** Após definir todos os pontos de utilização da energia elétrica da instalação, a sua locação em planta será feita utilizando a **simbologia gráfica** apropriada.

### Setores de uma instalação elétrica

**Circuito elétrico** -> equipamentos e condutores ligados a um mesmo dispositivo de proteção

**Dispositivo de proteção (disjuntor termomagnético e fusível)** -> dispositivo elétrico que atua automaticamente quando o circuito elétrico ao qual está conectado é submetido a condições anormais: alta temperatura, curto-circuito.

**Quadro de distribuição** -> componente fundamental da instalação elétrica, pois recebe o **RAMAL DE ALIMENTAÇÃO** que vem do centro de medição, contém os **DISPOSITIVOS DE PROTEÇÃO** e distribui os **CIRCUITOS TERMINAIS** para as cargas.

**Circuitos terminais** -> alimentam diretamente os equipamentos de utilização (lâmpadas, motores, aparelhos elétricos) e ou TUGs e TUEs  
-> os circuitos terminais partem dos quadros terminais ou dos quadros de distribuição (alimentadores)

**Circuitos alimentadores (circuito de distribuição principal, divisionário, circuito subalimentador)** -> alimentam os quadros terminais e/ou de distribuição, partindo da rede pública, de um transformador ou de um gerador

**Os quadros terminais e de distribuição deverão ser localizados próximos ao CENTRO DE CARGA da instalação. O CENTRO DE CARGA é o ponto ou região onde se concentram as maiores potências (comentar aspectos estéticos, facilidade de acesso, funcionalidade, visibilidade e segurança -> ambiente de serviço ou circulação)**

Em condomínios deverá haver tantos quadros terminais quantos forem os sistemas de utilidades do prédio (iluminação, elevadores, bombas, etc.)

## DIVISÃO DA INSTALAÇÃO EM CIRCUITOS TERMINAIS

- A instalação elétrica de uma residência deverá ser dividida em  **circuitos terminais**
- Facilidade de operação e manutenção; redução da interferência entre pontos de utilização e limitação das conseqüências de uma falha
- Redução nas quedas de tensão e da corrente nominal -> dimensionamento de condutores e dispositivos de proteção de menor seção e capacidade nominal
- Facilidade de enfição em obra e ligação dos fios aos terminais de equipamentos, interruptores, tomadas, etc.)
- Cada circuito terminal será ligado a um dispositivo de proteção (disjuntor termomagnético)
- Prever circuitos independentes para as tomadas de cozinhas, copas, áreas de serviço
- Concluída a divisão de cargas em circuitos terminais, identificar na planta, ao lado de cada ponto de luz ou tomada, o nº do circuito respectivo

### Tensão dos circuitos

De acordo com o número de FASES e a tensão secundária de fornecimento, valem as seguintes recomendações para os circuitos terminais:

- Instalação **monofásica**: todos os circuitos terminais terão ligação **FASE-NEUTRO**, na tensão de fornecimento padronizada da concessionária local
- Instalação **bi ou trifásica**:
  - circuitos de iluminação e TUGs no menor valor de tensão (ou seja, estes circuitos serão monofásicos: ligação **FASE-NEUTRO**)
  - TUEs podem ser ligadas em **FASE-FASE** (circuitos bifásicos, normalmente utilizados para chuveiros, ar-condicionado, etc.) ou em **FASE-NEUTRO** (circuitos monofásicos)

### Componentes do quadro de distribuição de cargas

Disjuntor geral, barramento de interligação de fases, **disjuntores de circuitos terminais**, **barramento de neutro**, barramento de proteção

Tabela **QUADRO DE DISTRIBUIÇÃO DE CARGAS**, contendo toda a informação sobre a divisão dos circuitos terminais de uma instalação.

## RECOMENDAÇÕES PARA A REPRESENTAÇÃO DA TUBULAÇÃO E DA FIAÇÃO

Uma vez concluída a locação dos pontos na planta baixa e identificados os circuitos terminais, o próximo passo consiste em interligar os mesmos, representando o sistema de tubulação e a fiação correspondente.

- 1) Localizar o Quadro de Distribuição (próximo ao centro de cargas, etc.)
- 2) A partir do Quadro de Distribuição iniciar o traçado dos eletrodutos, procurando os caminhos mais curtos e evitando o cruzamento de tubulações (levar em conta detalhes do projeto estrutural, hidro-sanitário, etc.)
- 3) Interligar inicialmente os pontos de luz (tubulações embutidas no teto), percorrendo e interligando todos os recintos
- 4) Interligar os interruptores e tomadas aos pontos de luz de cada recinto (tubulações embutidas nas paredes)
- 5) Evitar que caixas embutidas no teto (octogonais 4"x4"x4" de fundo móvel, octogonais 3"x3"x2" fundo fixo) estejam interligadas a mais de 6 eletrodutos, e que as caixas retangulares 4"x4"x2" e 4"x2"x2" embutidas nas paredes se conectem com mais de 4 eletrodutos (ocupação, emendas)
- 6) Evitar que em cada trecho de eletroduto passe quantidade elevada de circuitos (limitar em max. 5), visando minimizar bitola de eletrodutos (comentar conseqüências estruturais) e de fios e cabos (comentar Fator de Correção de Agrupamento) -> principalmente na saída dos quadros, prever quantidade apropriada de saídas de eletrodutos em função do número de circuitos existentes no projeto
- 7) Avaliar a possibilidade de utilizar tubulação embutida no piso para o atendimento de circuitos de tomadas baixas e médias
- 8) Os diâmetros nominais das tubulações deverão ser indicados
- 9) Concluído o traçado de tubulações, passar à representação da fiação, indicando o circuito ao qual pertence cada condutor e as seções nominais dos condutores, em mm<sup>2</sup>

## DESENHO DA INSTALAÇÃO ELÉTRICA DE UM EDIFÍCIO

### DIAGRAMAS E DETALHES

### PRUMADA ELÉTRICA

### DIAGRAMAS UNIFILARES DA INSTALAÇÃO ELÉTRICA

## ELETRODUTOS

### Funções

- Proteção mecânica dos condutores
- Proteção dos condutores contra ataques químicos da atmosfera ou ambientes agressivos
- Proteção do meio contra os perigos de incêndio resultantes de eventuais superaquecimentos dos condutores ou arcos voltaicos
- Proporcionar aos condutores um envoltório metálico aterrado (no caso de eletrodutos metálicos) para evitar perigos de choque elétrico

### Tipos

- Não-metálicos: PVC (rígido e flexível corrugado), plástico com fibra de vidro, polipropileno, polietileno, fibrocimento
- Metálicos: Aço carbono galvanizado ou esmaltado, alumínio e flexíveis de cobre espiralado

Em instalações aparentes, o eletroduto de PVC rígido roscável é o mais utilizado, devendo as braçadeiras ser espaçadas conforme as distâncias mínimas estabelecidas pela NBR-5410/97

### Prescrições Para Instalação

- Nos eletrodutos devem ser instalados **condutores isolados, cabos unipolares ou multipolares**, admitindo-se a utilização de **condutor nu em eletroduto isolante exclusivo** quando este condutor for de **aterramento**
- As dimensões internas dos eletrodutos devem permitir instalar e retirar facilmente os condutores ou cabos após a instalação dos eletrodutos e acessórios. A taxa máxima de ocupação em relação à área da seção transversal dos eletrodutos não deverá ser superior a:
  - 53% no caso de um condutor ou cabo
  - 31% no caso de dois condutores ou cabos
  - 40% no caso de três ou mais condutores ou cabos

A taxa máxima de ocupação deve obedecer a tabela a seguir:  
Quantidade de condutores em um eletroduto

Condutor (mm <sup>2</sup> )	Eletroduto ½"	Eletroduto ¾"	Eletroduto 1"
1,5	6	9	-
2,5	4	9	-
4,0	3	9	-
6,0	3	7	9
10	2	4	6
16	-	3	4

- Não deve haver trechos contínuos (sem interposição de caixas ou equipamentos) retilíneos de tubulação maiores que 15m; em trechos com curvas essa distância deve ser reduzida a 3m para cada curva de 90° (em casos especiais, se não for possível obedecer a este critério, utilizar bitola imediatamente superior à que seria utilizada)
- Entre 2 caixas, entre extremidades, entre extremidade e caixa, no máximo 3 curvas de 90° (ou seu equivalente até no máximo 270°); sob nenhuma hipótese prever curvas com deflexão superior a 90°
- As curvas feitas diretamente nos eletrodutos não devem reduzir efetivamente seu diâmetro interno
- Eletrodutos embutidos em concreto armado devem ser colocados de forma a evitar sua deformação durante a concretagem (redundâncias)
- Em juntas de dilatação, os eletrodutos rígidos devem ser seccionados, devendo ser mantidas as características necessárias à sua utilização; em eletrodutos metálicos a continuidade elétrica deve ser sempre mantida

### Caixas de Derivação

Têm a função de abrigar equipamentos e/ou emendas de condutores, limitar o comprimento de trechos de tubulação, ou limitar o número de curvas entre os diversos trechos de uma tubulação

## DISJUNTORES

- Elemento de **comando** (acionamento manual) e **proteção** (desligamento automático) de um circuito
- Intercalado exclusivamente nos condutores **FASE**
- Pode ser mono, bi ou tripolar (para circuitos mono, bi ou trifásicos)
- Capacidades típicas: 10 A, 15 A, .... 150 A (~75kW @ 220V)
- Características Fusível x Disjuntor
  - **Fusível**
    - **Operação simples e segura: elemento fusível**
    - **Baixo custo**
    - **Não permite efetuar manobras**
    - **São unipolares -> podem causar danos a motores caso o circuito não possua proteção contra falta de fase**
    - **Não permite rearme do circuito após sua atuação, devendo ser substituído**
    - **É essencialmente uma proteção contra curto-circuito**
    - **Não é recomendável para proteção de sobrecorrentes leves e moderadas**
  - **Disjuntor**
    - **Atua pela ação de disparadores: lâmina bimetálica e bobina**
    - **Tipos mono e multipolar; os multipolares possibilitam proteção adequada, evitando a operação monofásica de motores trifásicos**
    - **Maior margem de escolha; alguns permitem ajuste dos disparadores**
    - **Podem ser religados após sua atuação, sem necessidade de substituição**
    - **Podem ser utilizados como dispositivos de manobra**
    - **Protegem contra subcorrente e curto-circuito**
    - **Tem custo mais elevado**
- **Circuitos de iluminação e TUGs:  $I_{circuito} < 70\%$  da capacidade do disjuntor que protege o circuito**
- **Circuitos de TUEs:  $I_{circuito} < 80\%$  da capacidade do disjuntor que protege o circuito**

**IMPORTANTE:** É fundamental verificar sempre se a **capacidade do disjuntor** é compatível com a **capacidade da fiação** do circuito protegido.

**EXEMPLO:**

Seja o circuito de iluminação e TUGs abaixo:

4 pontos de luz @ 100W.....	400W
4 pontos de luz @ 60W.....	240W
5 pontos de luz @ 40W.....	200W
8 TUGs.....	800W
<b>Potência instalada</b>	<b>1640W</b>

$$I_{\text{circuito}} = 1640 / 220 = 7,45 \text{ A}$$

Utilizando disjuntor de 10 A:

$$10 \times 0,7 = 7 \quad 7 < 7,45 \rightarrow \text{não satisfaz !!!}$$

Utilizando disjuntor de 15 A:

$$15 \times 0,7 = 10,5 \quad 10,5 > 7,45 \rightarrow \text{OK} \quad \text{fio } 1,5\text{mm}^2 \text{ conduz } 15 \text{ A? SIM}$$

Então disjuntor de 15 A é compatível com fio de 1,5 mm<sup>2</sup>

**EXERCÍCIOS:** Em cada um dos casos a seguir, dimensionar o disjuntor e fio apropriados

- 1) Seja um circuito residencial composto por iluminação e tomadas simples com potência instalada de 1980W
- 2) Seja um circuito residencial composto por iluminação e tomadas simples com potência instalada de 1500W
- 3) Seja um circuito de alimentação de TUE = 1500W
- 4) Seja um circuito de alimentação de TUE = 3100W
- 5) Seja um circuito de alimentação de TUE = 7kW
- 6) Uma residência tem sua instalação elétrica dividida em 5 circuitos:  
Circuito A = iluminação e TUGs, total 1320W  
Circuito B = 7 TUGs de cozinha e lavanderia  
Circuito C = iluminação e TUGs, total 1760W  
Circuito D = chuveiro elétrico de 4400W  
Circuito E = ar-condicionado de 1540 W

Determinar o quadro de distribuição com dimensionamento de disjuntores e fiação e o diagrama unifilar da instalação