

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

→ Eng. Civis: fins residenciais; Técnico em Eletrotécnica até 800kVA e Eng. Elétrica

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 (EDP 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 (EDP) até a medição;

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. (Anotação de Responsabilidade Técnica)

Normas técnicas a serem consultadas na elaboração de um projeto elétrico

- ABNT (NBR 5410-2004, NBR 5419 aterramento)
- Normas da concessionária elétrica local (EDP- Padrão Técnico- Engenharia de Normas e Padrões -DDD-23-03-2022).

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 CRT 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, Ω

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 EDP, as tensões padronizadas são de 127/220V (urbana) e 220/380V (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) 127/220V urbana e 220/380V rural
potência instalada entre 15 e 22kW (urbana) e até 25kW (rural) não pode incluir motor mono > 3CV (HP) - 220V ou > 7.5 CV - 380V nem máquina de solda a transformador
 - **Tipo C (trifásico):** fornecimento a 4 fios (3 fases e neutro) 127/220V
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 EDP:

- obedecer as normas ABNT
- partir do poste (ou ponto) da rede da EDP por ela determinado e ser efetuada pela EDP
- 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 EDP)
- 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 2004)

- 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:
 - ≥ 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 assemelhados – 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-ISO CIE 8995-1 – Iluminação em Ambientes de Trabalho 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 4m² 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 40m² e 1 tomada para cada 10m², ou fração, da área restante
- Em lojas – 1 tomada para cada 30m² 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
TOTAL	7060W

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
TOTAL	4860W

Demanda noturna

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

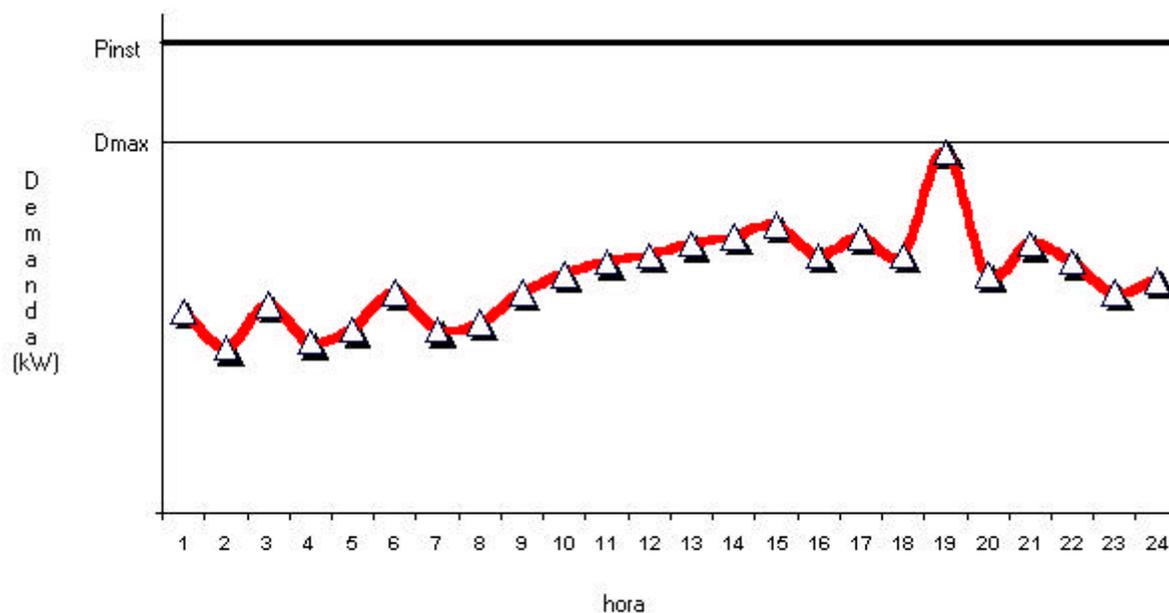
Fatores de demanda

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 > 400m² $F2 = 0.034939 \times A^{0.895075}$ sendo A a área útil em m²

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

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

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:

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

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 mm²

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 ²)	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: $I_{\text{circuito}} < 70\%$ da capacidade do disjuntor que protege o circuito**
- **Circuitos de TUEs: $I_{\text{circuito}} < 80\%$ 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
<u>Potência instalada</u>	<u>1640W</u>

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

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 mm²

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