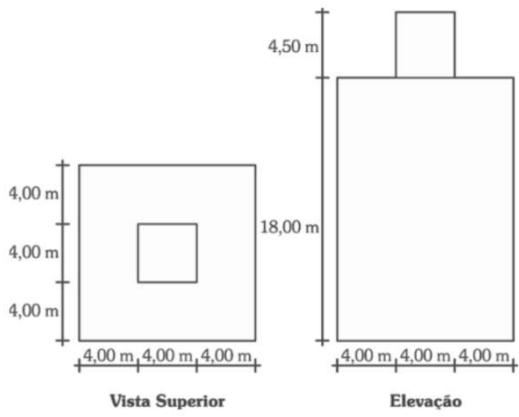


UNIVERSIDADE DO ESTADO DE SANTA CATARINA
CENTRO DE EDUCAÇÃO SUPERIOR DO ALTO VALE DO ITAJAI
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL

Gabarito –Processo Seletivo – Instalações Elétricas Prediais.

Questão 01) Projetar o sistema de proteção contra descargas atmosféricas do edifício residencial representado esquematicamente na Figura abaixo.



Edifício Residencial (Vista Superior e Elevação).

Gabarito:

Considerando a estrutura comum e de uso residencial, segundo a tabela B.6 da norma NBR 5419, o nível de proteção desejado é III.

Classificação da Estrutura	Tipo da Estrutura	Efeitos das Descargas Atmosféricas	Nível de Proteção
Estruturas comuns (ver nota a)	Residência	Perfuração da isolação das instalações elétricas, incêndios e danos materiais; danos normalmente limitados a objetos no ponto de impacto ou no caminho do raio.	III
	Fazendas, estabelecimentos agropecuários	Risco direto de incêndio e tensões de passo perigosas; risco indireto devido à interrupção de energias e risco de vida para animais devido à perda de controles eletrônicos, ventilação, suprimento de alimentação e outros.	III ou IV (ver nota b)
	Teatros, escolas, lojas de departamentos, áreas esportivas e igrejas	Danos à instalação elétrica (por exemplo iluminação) e possibilidade de pânico; falha do sistema de alarme contra incêndio, causando atraso no socorro.	II
	Bancos, companhias de seguro, campanhias comerciais e outros	Como acima, além dos efeitos indiretos com a perda de comunicação, falha dos computadores e perda de dados.	II
	Hospitais, casas de repouso e prisões	Como para escolas, além dos efeitos indiretos para pessoas em tratamento intensivo e dificuldade de resgate de pessoas immobilizadas.	II
	Indústrias	Efeitos indiretos conforme o conteúdo das estruturas, variando de pequenos danos a prejuízos inaceitáveis e perdas de produção.	III
	Museus, locais arqueológicos	Perda de patrimônio cultural insubstituível.	II
Estruturas com risco confinado	Estações de telecomunicações, usinas elétricas, indústrias.	Interrupção inaceitável de serviços públicos por breve ou longo período de tempo; risco indireto para as imediações devido a incêndios e outros.	I
Estrutura com risco para os arredores	Refinarias, postos de combustível, fábricas de fogos, fábricas de munição	Risco de incêndio e explosão para a instalação e seus arredores.	I
Estruturas com risco para o meio ambiente	Indústrias químicas, usinas nucleares, laboratórios bioquímicos	Risco de incêndio e falhas de operação, com consequências perigosas para o local e para o meio ambiente.	I

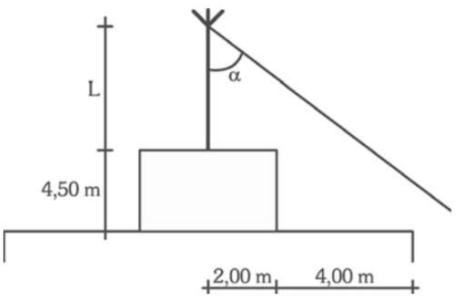
Tabela 1 - tabela B.6 da NBR 5419

Dessa forma utilizaremos um captor do tipo Franklin, instalado em haste metálica (eletroduto de aço de 4,50 metros de comprimento) fixada no ponto central da laje superior da caixa de água do edifício. Sobre a zona de proteção podemos determinar:

$$h = 18,00 + 4,50 + 4,50 = 27,00 \text{ metros}$$

Segundo tabela 01 da NBR 5419, teremos o ângulo de proteção $\alpha = 35^\circ$. Pela figura ao lado vemos que:

$$\operatorname{tg} 35^\circ = \frac{2 + 4}{L + 4,5} = 4,07 \text{ metros}$$



Nível de proteção	R M	Ângulo de proteção (α) - método Franklin, em função da altura do captor (h) (ver Nota 1) e do nível de proteção					Largura do módulo da malha (ver Nota 2) m
		0 - 20 m	21 m - 30 m	31 m - 45 m	46 m - 60 m	> 60 m	
I	20	25°	1)	1)	1)	2)	5
II	30	35°	25°	1)	1)	2)	10
III	45	45°	35°	25°	1)	2)	10
IV	60	55°	45°	45°	25°	2)	20

R= raio da esfera rolante
 1) Aplicam-se somente os métodos eletrogeométrico, malha ou da gaiola de faraday.
 2) Aplica-se somente o método da gaiola de faraday.

Notas

1 - Para escolha do nível de proteção, a altura é em relação ao solo, e para verificação da área protegida, é em relação ao plano horizontal a ser protegido.
 2 - O módulo da malha deve ser um anel fechado com o comprimento não superior ao dobro da sua largura.

Tabela 2 - tabela 01 da NBR 5419

Adotamos $L = 4,50$ metros, o que garante que toda a estrutura se encontra dentro do volume protegido, utilizando- -se apenas um captor Franklin.

Como o perímetro da edificação é de 48 metros e considerando a tabela 02 da NBR 5419, para um nível de proteção III, teremos um condutor de descida a cada 20 metros de perímetro. Dessa forma, o número de condutores é:

$$N_{condutor} = \frac{48}{20} = 2,4 \text{ condutores de descida}$$

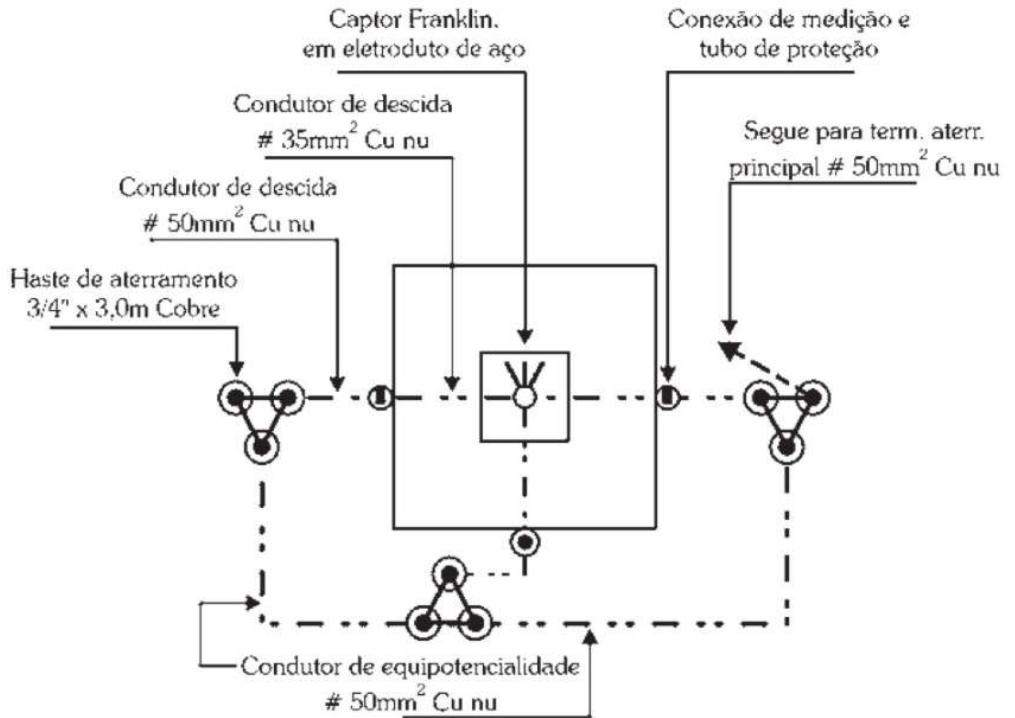
Nível de Proteção	Espaçamento Médio (metros)
I	10
II	15
III	20
IV	25

Tabela 3 - tabela 02 da NBR 5419.

Utilizaremos três condutores de descida de cobre com seção nominal de 35 mm^2

Utilizaremos como eletrodo de aterramento, em cada descida, um condutor de cobre de seção nominal 50 mm^2 , interligando o ponto de medição a um conjunto de três hastes de aterramento de cobre $3/4" \times 3,00$ metros (ou mais hastes, conforme necessário, para atingir uma resistência máxima de 10 ohms). Os eletrodos de aterramento serão interligados entre si e com o terminal de aterramento principal da

instalação elétrica por um condutor de equipotencialidade também de cobre de seção nominal 50 mm².



Fonte: Projetos e instalações elétricas prediais (Autor: Domingos Leite Lima filhos)

Questão 02) Com base na planta baixa e nas considerações abaixo determine o que se pede

Considerações
Prever pelo menos um ponto de luz no teto, comandado por um interruptor de parede;
Nas áreas externas, a determinação da quantidade de pontos de luz fica a critério do instalador;
Arandelas no banheiro devem estar distantes, no mínimo, 60 cm do limite do box ou da banheira, para evitar o risco de acidentes com choques elétricos.

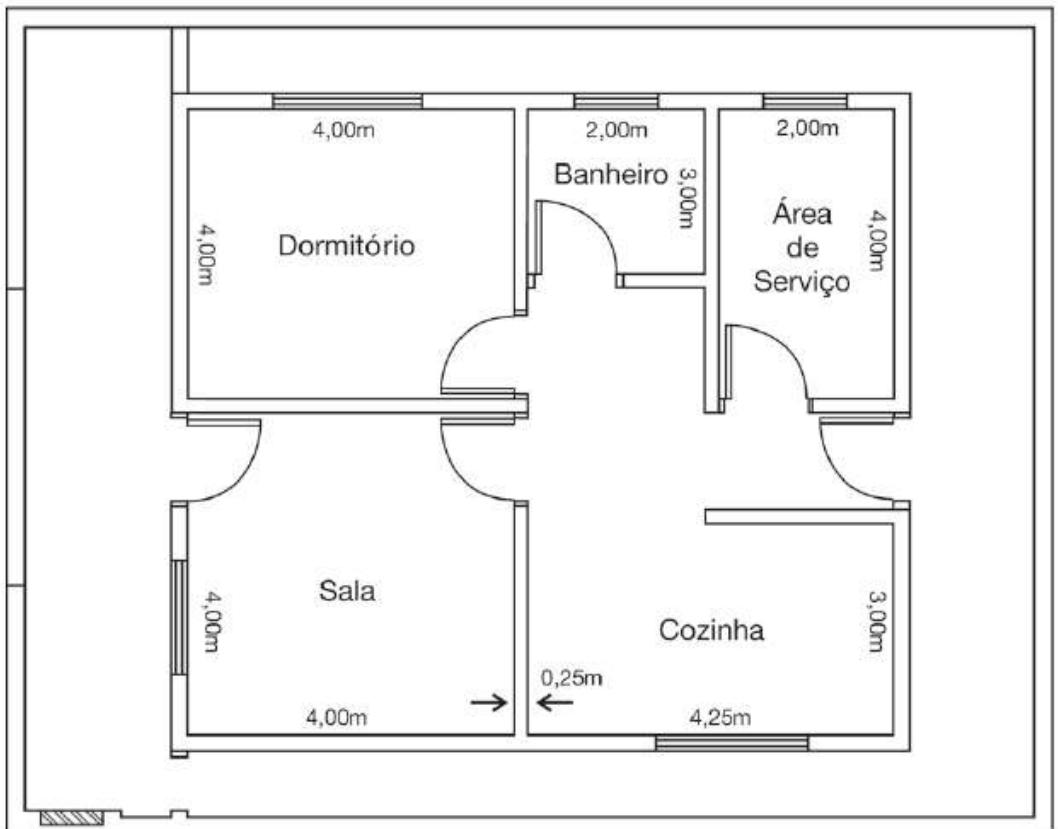


Figura 1 - Planta baixa residência padrão

- a) Potência mínima de iluminação, TUG e TUE;
- b) Tipo de fornecimento adotado;
- c) Cálculo da potência e corrente dos circuitos terminais;
- d) Diagrama de fios e passagens.

Gabarito:

a)

A carga de iluminação é feita em função da área do cômodo da residência. Em área igual ou inferior a 6 m^2 , atribuir no mínimo 100 VA. Em área superior a 6 m^2 , atribuir no mínimo 100 VA nos primeiros 6 m^2 , acrescidos de 60 VA para cada aumento de 4 m^2 inteiros. Já as recomendações para a alocação e determinação das potências de pontos de tomada e circuitos independentes segundo a norma NBR 5410 são mostradas na tabela abaixo.

Local	Área (m ²)	Quantidade mínima	Potência mínima (VA)	Observações
Banheiros (local com banheira e/ ou chuveiro)	Qualquer	1 junto ao lavatório	600	A uma distância de no mínimo 60 cm da banheira ou do box (veja pág. 2/9). Se houver mais de uma tomada, a potência mínima será de 600 VA por tomada.
Cozinha, copa, copa-cozinha, área de serviço, lavanderia e locais similares	Qualquer	1 para cada 3,5 m, ou fração de perímetro	600 VA por ponto de tomada, até 3 pontos, e 100 VA por ponto adicional	Acima de cada bancada deve haver no mínimo dois pontos de tomada de corrente, no mesmo ponto ou em pontos distintos.
Varanda	Qualquer	1	100	Admite-se que o ponto de tomada não seja instalado na própria varanda, mas próximo ao seu acesso, quando, por causa da construção, ela não comportar ponto de tomada.
Salas e dormitórios	Qualquer	1 para cada 5 m, ou fração de perímetro, espaçadas tão uniformemente quanto possível	100	No caso de salas de estar, é possível que um ponto de tomada seja usado para alimentação de mais de um equipamento. Por isso, é recomendável equipá-las com a quantidade de tomadas necessárias.
Demais dependências	Qualquer	1 ponto de tomada para cada 5 m, ou fração de perímetro, se a área da dependência for superior a 6 m ² , devendo esses pontos ser espaçados tão uniformemente quanto possível	100	Quando a área do cômodo ou da dependência só for igual ou inferior a 2,25 m ² , admite-se que esse ponto seja posicionado externamente ao cômodo ou à dependência, no máximo a 80 cm da porta de acesso.

Figura 2 - Recomendações da NBR 5410 para alocação de TUG E TUE

Aparelhos		Potências nominais típicas (de entrada)
Aquecedor de água central (boiler)	50 a 100 litros	1.000 W
	150 a 200 litros	1.250 W
	250 litros	1.500 W
	300 a 350 litros	2.000 W
	400 litros	2.500 W
Aquecedor de água de passagem		4.000 a 8.000 W
Aquecedor de ambiente (portátil)		500 a 1.500 W
Aspirador de pó (tipo residencial)		500 a 1.000 W
Barbeador		8 a 12 W
Batedeira		100 a 300 W
Cafeteira		1.000 W
Caixa registradora		100 W
Centrifuga		150 a 300 W
Churrasqueira		3.000 W
Chuveiro		2.500 a 7.500 W
Condicionador de ar central		8.000 W
Condicionador de ar tipo janela	7.100 BTU/h	900 W
	8.500 BTU/h	1.300 W
	10.000 BTU/h	1.400 W
	12.000 BTU/h	1.600 W
	14.000 BTU/h	1.900 W
	18.000 BTU/h	2.600 W
	21.000 BTU/h	2.800 W
	30.000 BTU/h	3.600 W
Congelador (freezer) residencial		350 a 500 VA
Copiadora tipo xerox		1.500 a 6.500 VA
Cortador de grama		800 a 1.500 W
Distribuidor de ar (fan coil)		250 W
Ebulidor		2.000 W
Esterilizador		200 W
Exaustor de ar para cozinha (tipo residencial)		300 a 500 VA
Ferro de passar roupa		800 a 1.650 W
Fogão (tipo residencial), por boca		2.500 W
Forno (tipo residencial)		4.500 W
Forno de microondas (tipo residencial)		1.200 VA
Geladeira (tipo residencial)		150 a 500 VA
Grelha		1.200 W
Lavadora de pratos (tipo residencial)		1.200 a 2.800 VA
Lavadora de roupas (tipo residencial)		770 VA
Liquidificador		270 W
Máquina de costura (doméstica)		60 a 150 W
Microcomputador		200 a 300 VA
Projetor de slides		250 W
Retroprojector		1.200 W
Secador de cabelo (doméstico)		500 a 1.200 W
Secadora de roupas (tipo residencial)		2.500 a 6.000 W
Televisor		75 a 300 W
Torneira		2.800 a 4.500 W
Torradeira (tipo residencial)		500 a 1.200 W
Triturador de lixo (de pia)		300 W
Ventilador (circulador de ar) portátil		60 a 100 W
Ventilador (circulador de ar) de pé		300 W

Tabela 4 - valores nominais de potência

Considerando as recomendações anteriores, montamos a seguinte tabela de potências:

Dependência	Dimensões	
	Área (m ²)	Perímetro (m)
Sala	$4 \times 4 = 16$	$4+4+4+4 = 16$
Dormitório	$4 \times 4 = 16$	$4+4+4+4 = 16$
Cozinha	$3 \times 4,25 = 12,75$	$3+3+4,25+4,25 = 14,5$
Área de serviço	$4 \times 2 = 8$	$4+4+2+2 = 12$
Banheiro	$2 \times 3 = 6$	$2+2+3+3 = 10$
Corredor	$(4 + 0,25) \times 2 = 8,5$	$(4+0,25)+(4+0,25)+2+2 = 12,5$

Tabela 5 - área e perímetro

Dependência	Potência de iluminação (VA)	Pontos de tomada		Circuitos independentes	
		Qde.	Potência (VA)	Discriminação	Potência (W)
Sala	220	4	400		
Dormitório	220	4	400		
Cozinha	160	4	1.900	Torneira	3.500
Área de serviço	100	4	1.900		
Banheiro	100	1	600	Chuveiro	4.400
Corredor	100	3	300		
Total	900		5.500		7.900

Potência aparente total (VA)	$900 + 5.500 = 6.400$
------------------------------	-----------------------

Potência ativa total (W)	$3.500 + 4.400 = 7.900$
--------------------------	-------------------------

Tabela 6 - Previsão de cargas

b)

A partir da potência total pode-se determinar qual o tipo de fornecimento a ser utilizado.

Primeiro passo: calcule a potência ativa de iluminação e dos pontos de tomada a partir da potência aparente, utilizando o fator de potência.

Potência dos pontos de tomada = 5.500 VA
Fator de potência utilizado = 0,8
Potência ativa = $5.500 \text{ VA} \times 0,8 = 4.400 \text{ W}$

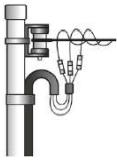
Potência de iluminação = 900 VA
Fator de potência utilizado = 1,00
Potência ativa = $900 \text{ VA} \times 1,00 = 900 \text{ W}$

Segundo passo: calcule a potência ativa total.

Potência ativa de iluminação +	900 W
Potência ativa dos pontos de tomada +	4.400 W
Potência ativa dos circuitos independentes +	7.900 W
Potência ativa total	<u>13.200 W</u>

Para o exemplo da Residência-modelo, o tipo de fornecimento adotado será o bifásico, com tensão entre fase e neutro de 127 Vca e entre fase e fase de 220 Vca (ligação em estrela). Porém, é importante lembrar que em um projeto deve-se consultar os padrões utilizados pela distribuidora de energia local.

Bifásico:
Feito a três fios: duas fases e um neutro, com tensão de 110 ou 127 Vca entre fase e neutro e de 220 Vca entre fase e fase. Normalmente, é utilizado nos casos em que a potência ativa total da instalação é maior que 12 kW e inferior a 25 kW. É o mais utilizado em instalações residenciais.



c)

Obedecendo aos critérios estabelecidos pela norma ABNT NBR 5410 na Residência-modelo, o projeto deve possuir, no mínimo, quatro circuitos terminais:

- 01 para iluminação;
- 01 para os pontos de tomada;
- 02 para os circuitos independentes (chuveiro e torneira elétrica).

O resultado desse processo pode ser sumarizado na tabela abaixo:

Circuito Nº	Tensão (Vca)	Locais	Potência		Tensão (Vca)	Corrente Ic calculada $I_c = \frac{P}{U}$
			Qde x Pot. (VA)	Total (VA)		
1 Iluminação Social	127	Sala Dormitório Corredor Banheiro	1 x 220 1 x 220 1 x 100 1 x 100	640	127	5A
2 Iluminação Serviço	127	Cozinha Área de serviço	1 x 160 1 x 100	260	127	2A
3 Pontos de Tomada	127	Cozinha	3 x 600 1 x 100	1.900	127	15A
4 Pontos de Tomada	127	Área de serviço Corredor Banheiro	3 x 600 1 x 100 3 x 100 1 x 600	2.800	127	22A
5 Pontos de Tomada	127	Sala Dormitório	4 x 100 4 x 100	800	127	6A
6 Circuitos Independentes	220	Torneira elétrica	1 x 3.500	3.500	220	16A
7 Circuitos Independentes	220	Chuveiro	1 x 4.400	4.400	220	20A
Círculo de distribuição	220	Círculo entre o quadro de distribuição e o quadro do medidor		10.843 (cálculo na pág. 2/19)	220	50A

Tabela 7 - Potências e correntes calculadas nos circuitos

Figura B

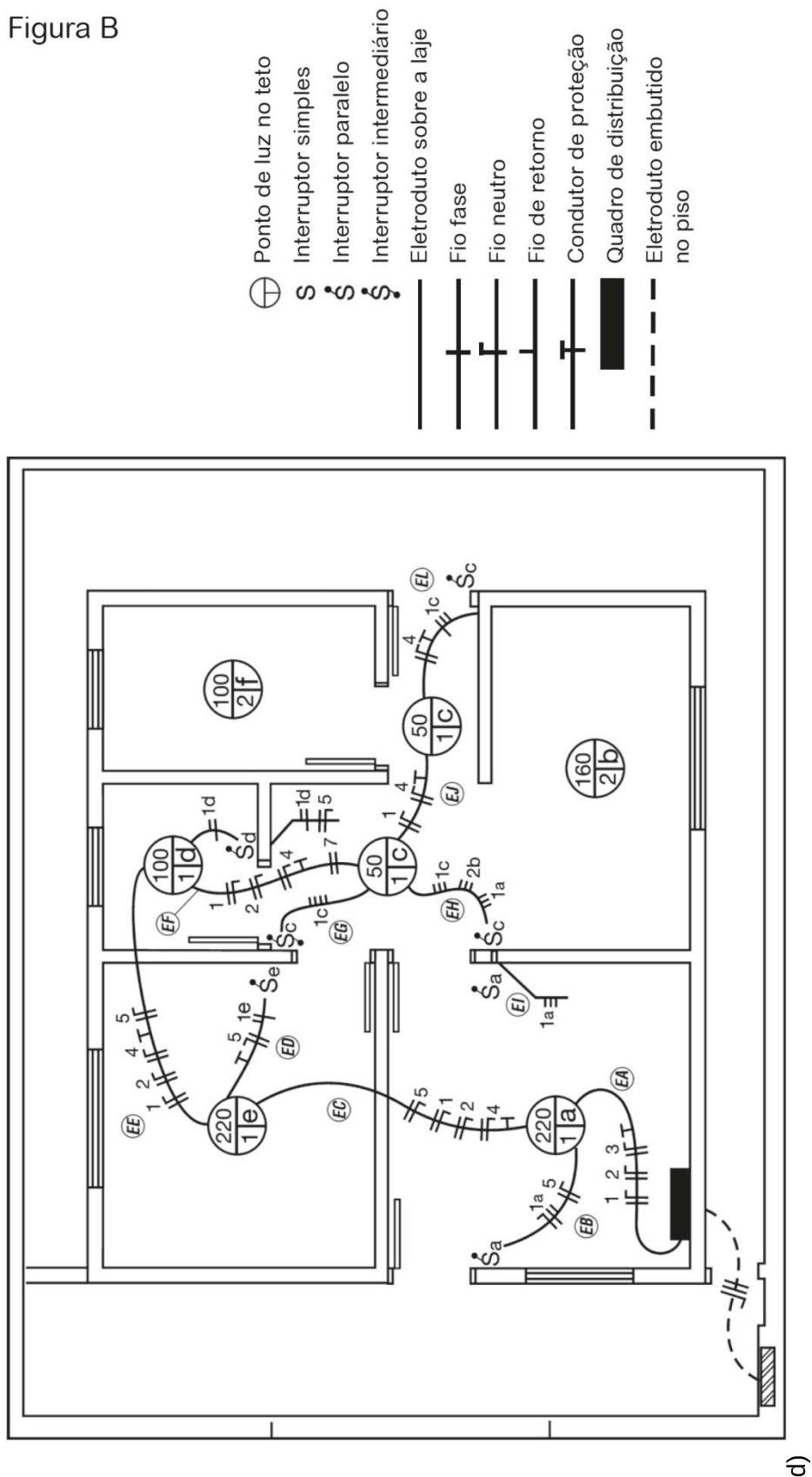


Figura 3 - diagrama de fios e passagens

Fonte: Guia prático de instalações residenciais e prediais (autor: Schneider elétric)

Questão 03) O projeto elétrico de uma edificação é uma atividade complexa, mas de grande importância para a execução adequada do empreendimento. Cite e comente as principais fases do projeto de instalações elétricas prediais.

Gabarito:

O projeto será tão mais adequado, quanto maior for a sua interação com o cliente, que deverá lhe passar as informações sobre suas necessidades energéticas cotidianas. Assim, o projeto deverá conter 3 etapas:

1) Avaliação das necessidades/anseios do cliente

São feitas reuniões entre o arquiteto e o cliente para estabelecer as definições gerais de projeto: tipo de iluminação e dos condutos e a maneira em que serão instalados, forma de alimentação, pontos de consumo e cargas a serem previstas, equipamentos especiais, etc.

2) Estudo preliminar

As primeiras plantas são geradas contendo a marcação dos pontos, levando em conta:

- Locação de todos os pontos de consumo - Consiste na marcação emplantas, em escalas adequadas, dos quadros de distribuição, pontos de iluminação, tomadas de uso geral, tomadas para aparelhos específicos e interruptores.
- Adequação dos pontos de luz: devem ser locados com base no projeto luminotécnico. Caso o mesmo não tenha sido elaborado, toma-se em conta que para residências adota-se: Em dependências com área inferior a 6 m² prever carga mínima de 100VA. Em dependências com mais de 6 m² prever 100VA para os primeiros 6 m² e mais 60 VA para cada 4 m² excedente.
- Locação de tomadas específicas – destinadas a alimentar equipamentos não portáteis como chuveiros, aparelhos de ar condicionado, geladeira, máquina de lavar roupa, secadora. Neste caso devem ser instaladas no máximo a 1,5 m do local previsto para o equipamento a ser alimentado. As demais tomadas são chamadas de tomadas gerais: além das especificadas na pág. anterior deve-se prever:
 - em banheiros, pelo menos uma tomada junto ao lavatório e sempre a uma distância de mais de 60 cm do Box.
 - em cozinhas e copas acima de cada bancada com largura igual ou superior a 0,30 m pelo menos uma tomada;
 - nos demais cômodos e dependências, se a área for igual ou inferior a 6m², pelo menos uma tomada; se a área for superior a 6m², pelo menos uma tomada para cada 5m, ou fração, de perímetro, espaçadas tão uniformemente quanto possível. Para as tomadas de uso geral em banheiros, cozinhas, copas áreas de serviço, lavanderias e locais análogos, no mínimo 600 VA por tomada, até 3 tomadas e 100 VA por tomada, para as excedentes; para as tomadas de uso geral nos demais cômodos ou dependências, no mínimo 100 VA por tomada.
- Interruptores – para locação dos interruptores levar em conta a posição e sentido de abertura das portas e o caminho a ser percorrido pelo usuário.

3) Projeto Executivo

Projeto completo, acrescido dos desenhos de detalhados da instalação e que possibilitam a integração da instalação elétrica com os demais projetos complementares, compatibilizando as interferências entre os mesmos. Esta etapa

envolve a definição do percurso dos eletrodutos, dos circuitos terminais e elaboração dos diagramas unifilares.

Traçado dos eletrodutos: deverá minimizar as quantidades de materiais a serem utilizados, e evitar interferências com as outras instalações prediais (água, esgoto, gás, etc) e elementos estruturais da construção. No entanto, a economia não deverá provocar problemas futuros de instalação e manutenção. Evitar: excesso de eletrodutos e de condutores em caixas de derivação, muitos cruzamentos de eletrodutos no interior das paredes e lajes, caixas em lugares de difícil acesso, etc.

Segundo Domingos Leite Lima Filho no livro “Projeto de Instalações Elétricas Prediais”- um projeto segue sempre o fluxograma a seguir.

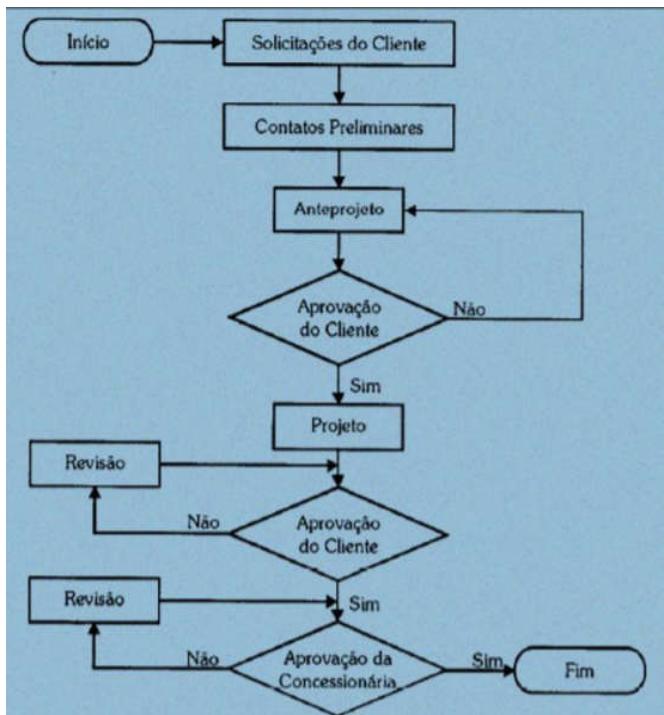


Figura 4 - Ilustração do Fluxograma de Desenvolvimento de Projeto

Fonte: Apostila de Projeto de Instalações Elétricas Residenciais e Prediais (Parte III) (IFSC Joinville – Prof. Edson Watanabe)

Questão 04) A Associação Brasileira de Normas Técnicas tem publicado um conjunto de normas que normatizam o projeto, execução e manutenção de instalações elétricas prediais. Cite as principais.

Gabarito:

O projeto de instalações elétricas deve atender as prescrições:

- NBR 05410-2004 - Instalações elétricas de baixa tensão
- NBR 05413-1992 - Iluminância de interiores
- NBR 05444-1968 – SB02 – Símbolos gráficos para instalações elétricas prediais
- NBR 09050- 2004 - Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos
- Livro de instruções gerais – baixa Tensão – Eletropaulo ou norma da concessionária local, caso o projeto não esteja sob a área de atuação da Eletropaulo.

Existem muitas outras normas correlatas à instalação elétrica relacionadas à símbolos gráficos e componentes elétricos: NBRs 5112; 5259; 5261; 5280; 5311; 5419; 5456; 5471; 5597; 5598; 5624; 6014; 6148; 6150; 6513; 6880; 8346; 12519; 12520; 12521; 12522; 12523; 13057; NBR IEC 50 (826).

Fonte: Apostila de Projeto de Instalações Elétricas Residenciais e Prediais (Parte III) (IFSC Joinville – Prof. Edson Watanabe)