

- 15.1. Introdução
- 15.2. Eletricista ou Gambiarrista?
- 15.3. Atender à Norma é Fundamental
- 15.4. Falhas mais Comuns nas Instalações Elétricas de Baixa Tensão
- 15.5. Recomendações Importantes
- 15.6. Análise e Interpretação de Projetos Elétricos (Exemplo)
- 15.7. Verificação Final da Instalação - Procedimentos

15.1. Introdução

O objetivo deste capítulo é orientar os eletricitistas no que se refere à análise e interpretação de projetos elétricos, visando a sua **correta execução**, prevista por quem o elaborou. É um trabalho que normalmente provoca muitas dúvidas e muitas vezes até insegurança, mesmo para os eletricitistas que há anos desenvolvem essa atividade. A razão talvez seja pelo fato de que a maioria deles nunca teve uma noção clara, devido à falta de informações teóricas, apenas aquelas passadas nas legendas das plantas. Os símbolos apresentados são interpretados sem os devidos conhecimentos do seu significado e de onde, como e por que os dados são apresentados em um projeto dessa natureza.

Para a melhor compreensão deste capítulo, é muito importante os conhecimentos adquiridos com o estudo dos capítulos anteriores, como, por exemplo, quantidade mínima de pontos de iluminação e de tomadas, potências, cargas recomendadas, traçado de eletrodutos, dimensionamentos, fiação e outros itens, cuja finalidade é o desenvolvimento detalhado de um pequeno projeto elétrico residencial.

Não devemos nos esquecer de que a preocupação de todos aqueles que estão envolvidos com instalações elétricas, quer sejam projetistas ou eletricitistas, deve ser sempre com a correta utilização da energia e que haja colaboração no sentido de melhorar cada vez mais a qualidade das instalações elétricas, que se transformará em maior segurança e redução dos desperdícios no País.

15.2. Eletricista ou Gambiarrista?

Que nós vivemos no País do "jeitinho", não há a menor dúvida! Infelizmente. As instalações elétricas não fogem à regra, onde o imprevisto é uma constante, gerando com isso falsa economia em detrimento da qualidade.

A maioria das instalações elétricas não apresenta as condições mínimas de qualidade, principalmente aquelas executadas em habitações de interesse social. Muitas vezes, são instalações que apresentam graves problemas, e são verdadeiros atentados à segurança dos usuários, sem que haja a menor preocupação com o perigo representado pelas famigeradas "gambiarrras".

As instalações em geral e principalmente residenciais (casas e apartamentos) deveriam ser feitas com mais cuidado e zelo, obedecendo sempre às recomendações de qualidade e segurança, e à **norma** para esse tipo de trabalho. No entanto, não é isso que está acontecendo.

As instalações elétricas malfeitas darão origem às extensões e adaptações posteriores, proporcionando estranhas esculturas ou emaranhados de condutores, as "gambiarrras".

"Mas, na verdade, os problemas começam desde a elaboração do projeto elétrico, antes mesmo do início da instalação. É raro encontrar uma planta com indicações claras, precisas e de acordo com as normas NBR 5410:2004 e NBR 5444:1989. Suas deficiências serão agravadas depois por falhas na execução, entregue muitas vezes a quem não é do ramo", ou seja, para pessoas não habilitadas.

Para concluir, podemos dizer que a realidade das instalações elétricas em baixa tensão no Brasil é...

- baixo nível de segurança;
- uso de técnicas superadas;
- elevadas perdas de energia.

Resultado...

Dona instalação foi executada por um famigerado "eletressita", mais conhecido como em "el gambiarrista".

... Mas, não tá bom assim

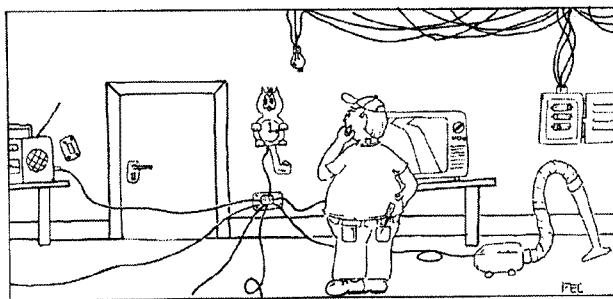


Figura 15.1

... veja como funciona!

... até que um belo dia!

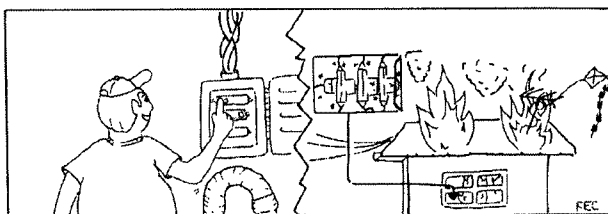


Figura 15.2

"Por mais complexa que seja a instalação elétrica (nova ou reformada), nada pode justificar o improviso."

O eletricitista que não apresentar qualidade em suas instalações não deve se estabelecer.

**"O projeto elétrico é coisa séria.
Precisa ser elaborado e implantado por pessoas habilitadas."**

15.3. Atender à Norma é Fundamental



Figura 15.3

A Norma fixa as condições mínimas exigíveis às instalações elétricas, a fim de garantir o seu funcionamento perfeito, a segurança das pessoas e animais domésticos e a conservação dos bens.

Todo projeto elétrico é elaborado a partir de um projeto de engenharia civil (plantas, cortes e detalhes), e deve seguir as recomendações da NBR 5410:2004 - Instalações Elétricas de Baixa Tensão e a NBR 5444:1989 - Símbolos Gráficos para Instalações Elétricas.

15.4. Falhas mais Comuns nas Instalações Elétricas de Baixa Tensão

A seguir são enumeradas as falhas mais comuns introduzidas nas instalações elétricas, motivadas muitas vezes por negligência ou falta de conhecimento. São elas:

15.4.1. Ausência de Aterramento, ou Aterramento Inadequado

Na maioria das instalações elétricas, principalmente aquelas de interesse social, são simplesmente ignorados. O condutor de proteção que deve existir em todas as tomadas para aterramento das massas (partes metálicas de aparelhos normalmente não energizados), bem como o **dispositivo DR**, necessários para proteção contra contatos indiretos, não são previstos.

A inobservância desses itens pode significar risco de morte por choque elétrico, ao encostar a mão na carcaça metálica acidentalmente energizada de um aparelho eletrodoméstico.

A situação é agravada pela falta do condutor de proteção nos "**plugues**" (pinos) dos eletrodomésticos. É aquele condutor verde ou verde-amarelo que vem enrolado e preso por uma fita no aparelho (quando existir), que normalmente acaba sendo ignorado. E no final, quem acaba sendo enrolado é o usuário.

A segurança só é completa quando aparelhos e instalações estão corretamente projetados.

15.4.2. Materiais que não Atendem às Normas Técnicas

Este é um dos problemas mais sérios numa instalação. O que tem ocorrido normalmente na execução das instalações elétricas é o uso de materiais que não atendem às normas técnicas. Portanto, são materiais de qualidade duvidosa.

Neste caso, leva-se em consideração apenas o fator preço do material, sem se importar se de fato atendem ou não aos requisitos de qualidade, que é o fator básico da segurança.

Os condutores que devem ser utilizados são aqueles aprovados pela Norma, que possuem a marca de Conformidade NBR.

Outros itens que podem agravar a situação da instalação é o uso de mangueiras no lugar de eletrodutos, fusíveis do tipo rolha ou cartucho (proibidos pela NBR 5410), tomadas, interruptores e receptáculos com ferro latonado ou condutores sem no mínimo 99% de cobre.

15.4.3. Pontos de Luz e Tomadas de Corrente no Mesmo Circuito Terminal

A Norma NBR 5410:2004 é bem clara neste ponto. Circuitos terminais de iluminação e tomadas devem ser individualizados. Caso a instalação de circuitos de iluminação e tomadas pertença ao mesmo circuito terminal, na eventualidade de uma pane em uma tomada ou num ponto de luz, deixa parte ou a totalidade da residência às escuras.

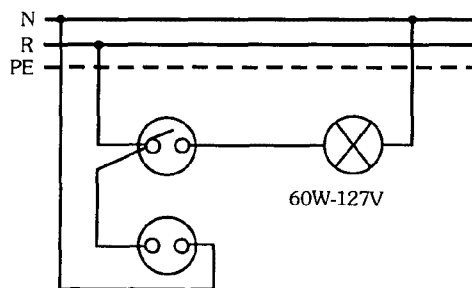


Figura 15.4 - Instalação incorreta.

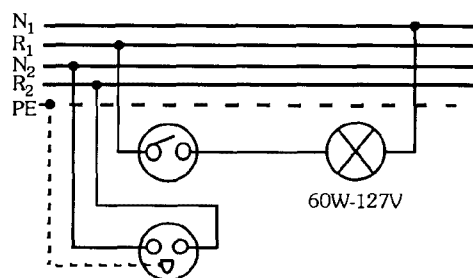


Figura 15.5 - Instalação correta.

15.4.4. Emendas ou Conexões Malfeitas

As emendas ou conexões malfeitas, além de representarem um perigo para a instalação, é causa de perda de energia por Efeito Joule, fazendo com que haja uma redução na vida útil dos aparelhos.

É um problema que se constata em grande número de instalações, que evidentemente está relacionado à mão-de-obra não especializada.

Para uma emenda ou conexão bem-feita siga as recomendações do capítulo 10.

E NÃO SE ESQUEÇA! As emendas de condutores devem ser feitas SEMPRE no interior das caixas de derivação ou de passagem, e NUNCA no interior de eletrodutos.

15.4.5. Instalação de Arandelas em Substituição ao Ponto de Luz no Teto

A **NBR 5410:2004**, item 9.5.2.1.1, determina que deve haver pelo menos um ponto de luz no teto, comandado por interruptor de parede, que proporciona uma iluminação mais uniforme e adequada. As arandelas são pontos de luz na parede e servem para uma iluminação localizada, dirigida ou decorativa.

Elas não devem ser usadas em substituição ao ponto de luz no teto, pois não apresentam a mesma qualidade de iluminação. Podem ser usadas juntamente, porém com comandos separados.

15.4.6. Previsão de Tomadas em Quantidade Insuficiente

O que ocorre na maioria das instalações é a quantidade insuficiente de tomadas. A cada ano surgem novos aparelhos eletrodomésticos, por isso a necessidade de prever uma quantidade mínima de tomadas conforme determina a Norma.

Muitas vezes levados por uma falsa economia, são instaladas poucas tomadas, e a aquisição de novos aparelhos acaba levando o usuário à improvisação de soluções não recomendadas, que normalmente acabam comprometendo cada vez mais a segurança das instalações.

15.4.7. Falta de Coordenação entre Condutores e Dispositivos de Proteção

Nas instalações elétricas em geral, o dimensionamento dos condutores deve ser sempre compatível com os dispositivos de proteção, o que na realidade, em muitos casos, não ocorre. É comum encontrar nas instalações condutores com seção 2,5 mm² com disjuntor de 25 A e até de 30 A. Desta forma, não haverá proteção contra correntes de sobrecarga, o que pode provocar superaquecimento dos condutores e o perigo de incêndio.

15.4.8. Verificação Final das Instalações não Realizada

A **NBR 5410:2004**, item 7, estabelece as prescrições gerais sobre os **ensaios de conformidade, verificações e inspeções** que devem ser realizados em todas as instalações elétricas, antes da liberação para uso normal.

No entanto, esses procedimentos, que são detalhados na Norma (veja item 15.7), é prática comum em muitos países e no Brasil profissionais, empresas e instaladores têm, de maneira significativa, o atendimento às determinações da Norma. Mas, infelizmente, devido ao despreparo de alguns profissionais e até mesmo mal intencionados, procuram de todas as formas ludibriarem o cliente fazendo serviços de má qualidade, prejudicando aqueles que trabalham de maneira adequada.

Podemos concluir, resumidamente, que as causas principais dos problemas nas instalações elétricas, que têm ocasionado muitos perigos para os usuários da eletricidade, são:

- Desconhecimento das normas técnicas
- Má qualidade da mão-de-obra
- Uso de componentes de má qualidade (fora das normas)
- Desobediência às normas (economia?)
- Falta de fiscalização/responsabilidade

15.5. Recomendações Importantes

1. A instalação elétrica é uma das etapas extremamente importantes de uma construção (casas, apartamentos, comércio, indústria, etc.), portanto ela deve ser preocupação de todos, isto é, dos profissionais envolvidos (engenheiros, técnicos, eletricitas) e usuários (proprietários e todos os que fazem uso da eletricidade). Compete aos engenheiros e técnicos elaborarem os projetos de acordo com as Normas vigentes, ou seja:
 - NBR 5410:2004 - Instalações Elétricas de Baixa Tensão.
 - NBR 5444:1989 - Símbolos Gráficos para Instalações Elétricas Prediais.
 - Telebrás - Norma 224 - 315 - 01/01 - Tubulações Telefônicas em Edifícios.
 - Normas da Concessionária Local.
2. Faça um bom planejamento da instalação. Não economize tomadas ou pontos de luz. Quanto mais eles existirem, melhor será a iluminação e menos problemas você terá mais tarde com transportes de equipamentos e extensões.
3. O projeto visa, sobretudo, atender a duas situações bem distintas: maneira de fornecer energia elétrica da rede de distribuição até os pontos de utilização.



4. As instalações elétricas devem ser sempre executadas em função de um **projeto** elaborado antes mesmo da construção das fundações da obra. O **projeto** é uma espécie de raio X da instalação, e é feito a partir do projeto de engenharia civil. Por menor que seja a obra, deve haver um projeto, e que seja o mais detalhado possível, que identifique com precisão a melhor localização dos pontos de luz, interruptores, tomadas, etc.
5. A vantagem na elaboração do projeto elétrico está ligada ao aspecto de segurança (da instalação e dos usuários), precisão (racionalidade) na execução da instalação, bem como a sua funcionalidade. Além disso, você fica sabendo como será a instalação elétrica, que pode auxiliá-lo, no futuro, em possíveis ampliações, modificações e até mesmo em caso de manutenção, e ainda o custo, a quantidade e a especificação do material a ser empregado.
6. A preocupação com a elaboração do projeto, com a instalação correta e com componentes de boa qualidade contribui diretamente com a ...

...conservação de energia.

7. Todo projeto deve ser feito de forma perfeitamente compreensível e esclarecedora. Deve apresentar todos os detalhes possíveis, que garantam aos seus executores e usuários que a instalação executada, na realidade, corresponda ao que foi idealizado no projeto.
8. **Documentação da instalação:** a instalação deve ser executada a partir de projeto específico, que deve conter:
 - a. **Projeto elétrico:**
 - ART (Anotação de Responsabilidade Técnica);
 - Carta de Solicitação de Aprovação à Concessionária;
 - Memorial descritivo da instalação,*
 - Memória de cálculo: *

- Parâmetros de projeto (correntes de curto-circuito, queda de tensão, fatores de demanda considerados, temperatura ambiente, etc.)
- Cálculo de demanda;
- Dimensionamento dos condutores;
- Dimensionamento dos eletrodutos;
- Dimensionamento das proteções.
- Plantas: *
 - Planta de situação;
 - Planta dos pavimentos.
- Esquemas:
 - Verticais (prumadas);
 - Elétrico;
 - Antena coletiva e TV a cabo;
 - Porteiro eletrônico.
- Quadros: *
 - Quadros de distribuição de cargas (QD's) ou quadros de luz (QL's) e quadros de força (QF's);
 - Esquemas multifilares e unifilares.
- Detalhes: *
 - Entrada de serviço (entrada de energia);
 - Caixa seccionadora;
 - Centros de medição;
 - Pára-raios;
 - Caixas de passagem; etc.
- Convenções (simbologia);
- Especificações dos componentes (descrição, características nominais e normas que devem atender);*
- Lista de Materiais.*

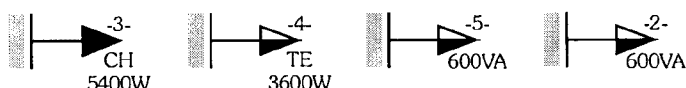
Nota: Os itens assinalados com * são os mínimos exigidos pela norma NBR 5410:2004 - item 6.1.8, com relação a Documentação da Instalação.

b. Projeto telefônico:

- ART (Anotação de Responsabilidade Técnica);
- Carta de solicitação de aprovação à concessionária;
- Plantas:
 - Planta de situação;
 - Plantas dos pavimentos.
- Esquemas verticais (prumadas):
 - Tubulação;
 - Redes internas.
- Tabela de distribuição secundária;
- Convenções (simbologia);
- Especificações;
- Lista de materiais.

Nota: Todos os **projetos** deveriam ser elaborados e obedecer às etapas descritas. No entanto, por critérios técnicos e administrativos, as concessionárias exigem a apresentação de **projetos**, no caso da COPEL, nas seguintes situações: **a)** para um único consumidor, a partir de **75 kVA** em Média Tensão (MT); **b)** em casos de agrupamentos de medições que ultrapassem **150 A** por fase. O **CREA** - Conselho Regional de Engenharia, Arquitetura e Agronomia, Regional do Paraná, exige a apresentação de projetos para construções a partir de **100 m²**. **c)** Após concluída a instalação, a documentação deve ser revisada e atualizada, de forma a corresponder fielmente ao que foi executado (documentação "como construído") - (6.1.8.2.)

Notas: 1. A potência das tomadas deve ser indicada ao lado em VA (exceto se for de 100VA).



2. Não existe torneira elétrica (TE) com potência de 1.200 W.

7. A potência total do circuito 2 é 1.200W.
8. Faltam a representação da fiação, número do circuito e seção dos condutores, no trecho de interligação da tomada de meia altura e tomada baixa do circuito 5.
9. **Percurso do eletroduto:** 1) Alterar percurso do eletroduto dos circuitos 4 e 5, com saída do QL, vindo pela parede até a TUE (circuito 4). 2) O circuito 3 pode ser interligado diretamente com o QL.
10. **Proteções:** Circuito 2: disjuntor de 15 A (unipolar); Circuito 3: alterar a potência e tensão do chuveiro para 5.400W - 220V - disjuntor 30A(bipolar); Circuito 4: disjuntor de 35 A (unipolar); Circuito 5: disjuntor de 15 A (unipolar).
 - Disjuntor geral: prever disjuntor ou interruptor diferencial (DR) de 40 A, 30 mA(bipolar).
 - Disjuntor do QM: disjuntor termomagnético (DTM) 50 A (bipolar).
11. **Fiação:** Circuito 1 - A fiação do ponto de iluminação (interruptor e iluminação) da cozinha deve ser fase e retorno; Circuito 2 - A fiação desse circuito é N+F+T; Circuito 3 - A fiação do chuveiro deve ser 2F+T.
12. **Interruptor:** local inadequado do interruptor da cozinha. Sugestão: posicioná-lo na parede em que se encontra a tomada baixa do circuito 5.
13. **Seção dos condutores:** Circuito 2 - A seção mínima para circuitos de tomada é 2,5· (2,5 mm²); Circuito 3 - Seção 6· (6 mm²); Circuito 4 - Seção 6· (6mm²).
14. Faltam indicação das janelas e abertura das portas.

15.6.2. Elaboração de um Projeto Elétrico (Exemplo)

Dada uma determinada unidade habitacional, determinar em função das suas características e dimensões a potência da iluminação (ver item 8.2.1, página 187), potências de tomadas (ver item 8.2.2, página 188) e os demais componentes da instalação, conforme critérios estabelecidos pela **NBR 5410:2004**.

15.6.2.1. Dimensionamento da Iluminação

Ambiente	Dimensões - Área (m ²)	Potência da iluminação (VA)	Total (VA)
Suíte	4,10x4,80 = 19,68	19,68 m ² = 6 m ² + 4 m ² + 4 m ² + 4 m ² + 1,68 m² 100 + 60 + 60 + 60	280
Banheiro Suíte	2,20x2,50 = 5,50	5,50 m ² = Áreas até 6 m ² + 2 arandelas 60 VA 100 * Nota b) página 395	220
Dormitório 1	3,10x3,20 = 9,92	9,92 m ² = 6 m ² + 3,92 m² 100	100
Dormitório 2	3,20x2,80 = 8,96	8,96 m ² = 6 m ² + 2,96 m² 100	100
Banheiro social	2,60x1,30 = 3,38	3,38 m ² = Áreas até 6 m ² + 2 arandelas 60 VA 100 * Nota b) página 395	220
Hall dormitórios	2,10x1,70 = 3,57	3,57 m ² = Áreas até 6 m ² 100	100
Sala de jantar	4,50x3,30 = 14,85	14,85 m ² = 6 m ² + 4 m ² + 4 m ² + 0,85 m² 100 + 60 + 60	220
Sala de estar	3,00x3,20 = 9,60	9,60 m ² = 6 m ² + 3,60 m² 100	100
Cozinha	2,90x3,80 = 11,02	11,02 m ² = 6 m ² + 4 m ² + 1,02 m² 100 + 60	160
Área de serviço	1,80x4,10 = 7,38	7,38 m ² = 6 m ² + 1,38 m² 100	100

Ambiente	Dimensões - Área (m²)	Potência da iluminação (VA)	Total (VA)
Dormitório da empregada	1,80x2,50 = 4,50	4,50 m² = Áreas até 6 m² 100	100
Banheiro empregada	1,20x1,80 = 2,16	2,16 m² = Áreas até 6 m² + 2 arandelas 60 VA 100	220
Varanda	0,90x3,10 = 2,79	2,79 m² = Áreas até 6 m² 100	100
Churrasqueira	1,40x1,60 = 2,24	2,24 m² = Áreas até 6 m² + 1 Lâmpada 60VA 100 * Nota b)	160
Garagem	2,90x9,00 = 26,10	26,10 m² = 6 m²+4 m²+4 m²+4 m²+4 m²+4 m²+0,10 m² 100 + 60 + 60 + 60 + 60 + 60 * Ver nota a)	400
Área externa	-	* Ver nota d)	400
Jardim	-	* Ver nota c)	582

Esta tabela mostra, de forma didática, os procedimentos de cálculo de iluminação de acordo com a Norma NBR 5410:2004.

Procedimentos: com os valores das potências de iluminação obtidas em VA, procede-se da seguinte forma:

1. Transferem-se as potências calculadas para a **tabela previsão de cargas** e o posicionamento na planta baixa, utilizando simbologias normalizadas.
2. As potências calculadas na tabela, **dimensionamento de iluminação**, são as mínimas a serem adotadas, conforme determina a **Norma NBR 5410:2004**. Quando for o caso, calcular o múltiplo das potências de lâmpadas comerciais, para chegar à potência de iluminação calculada.
3. Nas dependências, como cozinha, área de serviço, banheiros, garagens, etc., as lâmpadas incandescentes podem ser substituídas pelas fluorescentes compactas, observando-se as devidas equivalências com relação à iluminância (lux) (ver página 198).

Notas:

- a) Por critérios práticos considera-se um ponto de iluminação no teto a cada 16 m² inteiros (16 m² = 1 ponto; 32 m² = 2 pontos, etc.), ou a critério do projetista.
- b) Nos banheiros, além do ponto de iluminação no teto, por exigência da norma, considera-se mais **um ou dois pontos** de 60 VA para as **arandelas** posicionadas: um ponto de arandela sobre o espelho ou dois pontos, uma em cada lado do espelho.
- c) No jardim serão instalados dois refletores com lâmpadas a vapor metálico de 250 W com reator com fator de potência igual a 0,86 ($FP = \cos \phi = 0,86$). A potência da lâmpada será:

$$I_p = \frac{P_w}{V \times FP} \quad \text{ou} \quad S = \frac{P}{FP} \Rightarrow S = \frac{250}{0,86} \Rightarrow S \approx 291 \text{ VA para cada lâmpada}$$

sendo:

- **P** - Potência ativa, em watt (W).
- **V** - Tensão elétrica, em volt (V)
- **S** - Potência aparente, em volt - ampère (VA)
- **FP** - Fator de potência

Observação: A diferença (291 – 250 = 41 VA) é a potência necessária para o funcionamento do reator. Assim, quanto mais próximo de **1 (um)** for o Fator de Potência, menores serão as perdas e mais eficiente será a instalação.

- d) A norma **NBR 5410:2004** não estabelece critérios para **iluminação em áreas externas** de residências, ficando a decisão por conta do projetista e do cliente.

15.6.2.2. Previsão de Cargas: Iluminação, Tomadas de Uso Geral (TUG's) e Tomadas de Uso Específico (TUE's)

Considerando a unidade habitacional do tópico anterior:

Ambiente	Dimensões		Iluminação			TUG's			TUE's		
	Área (m²)	Perímetro (m)	Qtde.	Pot. Unit. (VA)	Pot. Total (VA)	Qtde.	Pot. Unit. (VA)	Pot. Total (VA)	Qtde.	Tipo	Pot. Total (VA)
	a		b			c			d		
Suíte	4,10x4,80 = 19,68	17,8	1	280	280	4	100	400	1	AC	3350
Banheiro suíte	2,20x2,50 = 5,50	9,4	1 2	100 60	220	1	600	600	1	CH	5400
Dormitório 1	3,10x3,20 = 9,92	12,6	1	100	100	3	100	300	-	-	-
Dormitório 2	3,20x2,80 = 8,96	12,0	1	100	100	3	100	300	-	-	-
Banheiro social	2,60x1,30 = 3,38	7,8	1 2	100 60	220	1	600	600	1	CH	5400
Hall dormitórios	2,10x1,70 = 3,57	7,6	1	100	100	1	100	100	-	-	-
Sala de jantar	4,50x3,30 = 14,85	15,6	1	220	220	4	100	400	-	-	-
Sala de estar	3,00x3,20 = 9,60	12,4	1	100	100	3	100	300	1	AC	3350
Cozinha	2,90x3,80 = 11,02	13,4	1 Camp.	160 40	200	3 1 3 1	600 EX = 300 100 MO	1800 300 300 1500	1 1 1	TE LL GRILL	4400 2000 1900
Área de serviço	1,80x4,10 7,38	11,8	1	100	100	3 1	600 100	1900	-	-	-
Dormitório da empregada	1,80x2,50 4,50	8,6	1	100	100	2	100	200	-	-	-
Banheiro empregada	1,20x1,80 2,16	6,0	1 2	100 60	220	1	600	600	1	CH	5400
Varanda	0,90x3,10 = 2,79	8,0	1	100	100	1	100	100	-	-	-
Churrasqueira	1,40x1,60 = 2,24	6,0	1 1	100 60	160	1	100	100	-	-	-
Garagem	2,90x9,00 = 26,10	23,8	2	200	400	2	100	200	-	-	-
Área externa	-	-	4	100	400	2	1000	2000	-	-	-
Jardim	-	-	2	291	582	1	600	600	-	-	-
Motor do portão (1CV)	-	Ver nota e)							1	Motor	1126
TOTAL					3.602			12.600			32.326

TUG's = Tomadas de Uso Geral; TUE's = Tomadas de Uso Específico; Camp. = Campainha; CH = Chuveiro; TE = Torneira Elétrica; EX = Exaustor; AC = Aparelho de Ar Condicionado; LL = Lavadora de Louça.

Notas:

- Dimensões conforme página 397.
- Dimensionamento da iluminação, conforme página 187.
- Dimensionamento das tomadas de uso geral (TUG's), conforme página 188.
- Dimensionamento das tomadas de uso específico (TUE's), conforme página 189.
- Da tabela do fabricante de motores, para um motor trifásico de 1 cv, temos o rendimento ($\eta = 0,76$), o fator de potência ($FP = \cos \phi = 0,86$) e fator de serviço ($F_s = 1,25$). Assim, teremos:

$$S = \frac{P_{cv}}{\eta \times FP} \text{ e } I_p = \frac{P_{cv}}{V \times \sqrt{3} \times \eta \times FP} \times F_s$$

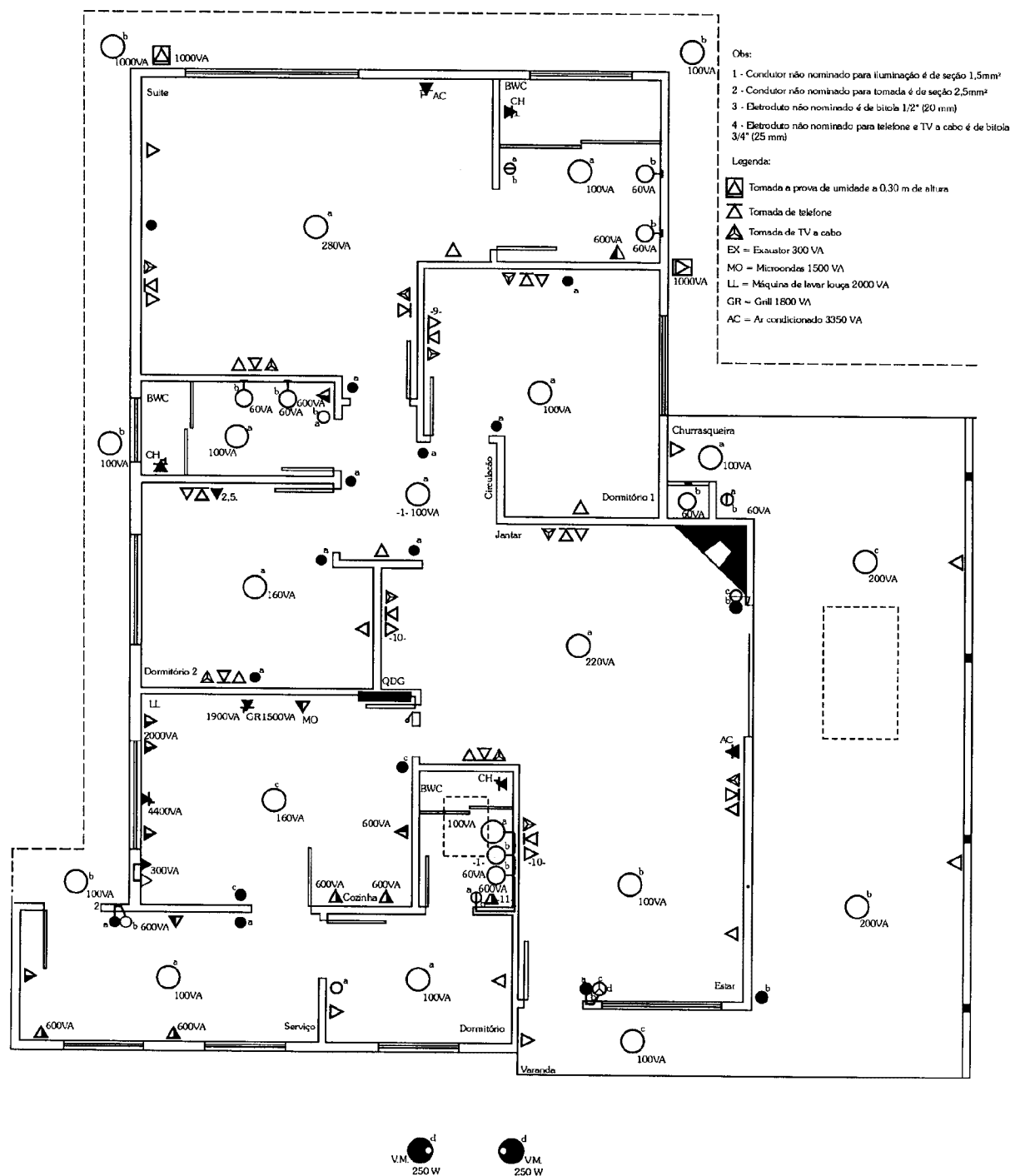
em que:

- **P** - Potência ativa, em watt (W)
- **S** - Potência aparente, em volt-ampère (VA)
- **V** - Tensão elétrica, em volt (V)
- **FP** - Fator de potência
- **η** - Rendimento
- **I_p** - Corrente de projeto
- **F_s** - Fator de serviço do motor
- 1 cv = 736 W

$$S = \frac{P_{cv}}{\eta \times FP} \Rightarrow S = \frac{736 \times 1}{0,76 \times 0,86} \Rightarrow S = 1.126 \text{ VA}$$

15.6.2.3. Representação dos Símbolos Gráficos na Planta Baixa conforme Previsão de Cargas

Preenchidas as tabelas de previsão de cargas, vamos posicionar os pontos de luz, bem como os pontos de comando (interruptores simples, paralelos, etc.) e as tomadas (TUG's e TUE's), conforme a planta 2A seguinte, bem como indicar a quantidade e potência da iluminação e a potência das tomadas a partir de 300 VA.



Atenção: Não improvise. Leia e interprete corretamente o projeto elétrico antes da execução. Qualquer modificação do projeto original deve ser indicada na própria planta, facilitando no futuro possíveis reformas.

Não se esqueça!!! Caso você não pertença à região de concessão da COPEL, procure obter informações no escritório da Companhia de Energia Elétrica da sua região, para saber o Tipo de Fornecimento e os valores de tensão, os quais podem diferir do exemplo.

15.6.2.4. Quadro de Cargas e Divisão da Instalação em Circuitos

Nº do Circuito	Tipo	Especificação	Potência Total (VA)	Fases a)		
				R	S	T
1	Ilum.	Quartos, hall, banheiros, cozinha e campainha.	1220	1220		
2	Ilum.	Salas, área de serviço, dependências da empregada e área externa.	1140		1140	
3	Ilum.	Jardim, garagem e churrasqueira.	1242			1242
4	TUG's	Cozinha.	2000			2000
5	TUG's	Microondas, exaustor e fogão	1900	1900		
6	TUE	Lavadora de louça b)	2000		1000	1000
7	TUE	Grill b)	1900	950	950	
8	TUG's	Área de serviço.	1900			1900
9	TUG's	Banheiro suite, suíte, quarto 1 e BWC social.	1500		1500	
10	TUG's	Banheiro social, quarto 1 e salas.	1500	1500		
11	TUG's	Dep. da empregada, varanda e garagem.	1100	1100		
12	TUG's	Tomadas externas.	2000		2000	
13	TUE	Torneira elétrica b)	4400	2200		2200
14	TUE	Chuveiro banheiro social b)	5400		2700	2700
15	TUE	Chuveiro suíte b)	5400	2700	2700	
16	TUE	Chuveiro empregada b)	5400	2700		2700
17	TUE	Portão automático - motor 1cv	1126	375	375	376
18	TUE	Ar condicionado suíte b)	3350		1675	1675
19	TUE	Ar condicionado sala jantar b)	3350	1675	1675	
Carga Instalada (VA)			47828	16320	15715	15793
Demanda (VA)			e) 21774	7291	7302	7181
Corrente (A)			d)	57,4	57,5	56,5

Notas: a) Em instalações com duas ou três fases as cargas devem ser distribuídas de forma que se obtenha o melhor equilíbrio possível entre elas. Observando as correntes das fases (**R = 57,4A, S = 57,5A e T = 56,5A**), a diferença dessas fases com relação à corrente limite para esse tipo de fornecimento que é 70 A, destina-se à capacidade de reserva para futuras ampliações (**NBR 5410:2004, 4.2.1.1.2**). Para essas novas cargas ou circuitos, a serem instalados, por ocasião de ampliações, devem ser utilizados os disjuntores reserva. b) Para facilitar o equilíbrio de cargas e reduzir os componentes do dimensionamento (disjuntores, condutores e eletrodutos), as cargas de uso específico devem ser ligadas entre duas fases. c) Inicialmente se calcula a demanda, para classificá-la segundo a concessionária local e verificar o número de fases e o restante dos componentes (disjuntores, condutores e eletrodutos) da instalação. d) Para achar a corrente de cada fase, divide-se a demanda em VA pela tensão de cada uma das fases. e) Para comprovar se os cálculos estão corretos, a soma das demandas das fases deve ser igual à demanda total.

15.6.2.5. Cálculo da Demanda da Instalação

Para o cálculo da demanda da instalação, utiliza-se a expressão:

$$D = (P_1 \times g_1) + (P_2 \times g_2)$$

- **D** - Demanda da instalação em volt-ampère (VA).
- **P₁** - Somatório das potências da iluminação e as tomadas de uso geral (TUG's) em volt-ampère (VA).

- P_2 - Potência das tomadas de uso específico (TUE's) volt-ampère (VA).
- g_1 - Fator de demanda para iluminação e TUG's (ver página 195 - Tabela 9.1).
- g_2 - Fator de demanda para o número de TUE's (ver página 195 - Tabela 9.2).

Com os dados do Quadro de Cargas e Divisão da Instalação em Circuitos, da página 398, calcula-se:

$$P_1 = (\text{Ilum.} + \text{TUG's}) \therefore P_1 = (3.142 + 9300) \therefore \boxed{P_1 = 12.442 \text{ VA}}$$

O **Fator de Demanda** (g_1), para este caso corresponde àquele que se encontra no levantamento de cargas, página 396, e na linha 11 da Tabela 9.1, que é igual a:

$$\boxed{g_1 = 0,24}$$

$$P_2 = \sum \text{TUE's} \times g_2 \therefore P_2 = 33.926 \times 0,57 \therefore \boxed{P_2 = 19.337,8 \text{ W}}$$

O **Fator de Demanda** (g_2) é obtido em função do número de circuitos de TUE's conforme páginas 396 e 397, e tabela 9.2, página 209, e como temos oito circuitos de TUE's, será:

$$\boxed{g_2 = 0,57}$$

De posse dos valores de Iluminação, TUG's e TUE's e respectivos fatores de demanda (g_1 e g_2), podemos calcular a demanda (D) desse consumidor:

$$D = (P_1 \times g_1) + (P_2 \times g_2) \therefore D = (12.442 \times 0,24) + (33.926 \times 0,57) \therefore$$

$$D = 2.772 + 19.337,8 \therefore \boxed{D = 22.109,8 \text{ VA ou } 22,11 \text{ kVA}}$$

De posse dos dados da demanda e da norma da concessionária local (neste caso utilizaremos a Norma Copel), iniciamos o dimensionamento.

Consultando a **Tabela 9.3 - Limitações das Categorias de Atendimento** e a **Tabela 9.4 - Dimensionamento da Categorias de Atendimento**, determinam-se os componentes da **Entrada de Energia** para a especificação do consumidor.

De posse da Norma da Concessionária Local, procura-se na Tabela a Demanda imediatamente superior à calculada, e seguindo a mesma linha encontramos os componentes da entrada de energia.

Categoria: 38	
Demanda da Instalação: 22,11 kVA	Demanda da Categoria: 26 kVA
Disjuntor: Tripolar de 70 A.	Fases
	Número de Fases = 3 Número de Fios = 4
	Tensão = 220/127 V
Condutores	
Ponto de Entrega Cobre = 25 mm ² Alumínio = 16 mm ² ou 4 AWG	Ponto de Entrada Cobre: Fases = 25 mm ² Neutro = 25 mm ²
Aterramento	
Cobre = 16 mm ² - Aço-cobre = 4 AWG	
Eletroduto	
PVC = 40 mm ou 1.1/4" - Aço-Carbono = 33mm	
Caixa tipo: CN	Poste: Altura = 7,6 m - 100 daN*

***Tabela 9.5**

Em função dos dados anteriores e sabendo que para essa entrada de energia temos **três fases**, complementamos o **Quadro de Cargas da Página 398**.

15.6.2.6. Cálculo da Demanda das Fases

Para o **cálculo da demanda para cada uma das fases** do quadro de cargas e divisão da instalação em circuitos (item 10.5.2.2.3), utiliza-se a mesma fórmula usada anteriormente, observando que os fatores de demanda **g_1 e g_2** serão os mesmos do cálculo da demanda da instalação.

Portanto,...

$$g_1 = 0,24 \quad e \quad g_2 = 0,57$$

Demanda da Fase R

$$D_R = (P_1 \times g_1) + (P_2 \times g_2) \Rightarrow D_R = (\text{Illum.} + \text{TUG's}) \times 0,24 + (\Sigma \text{TUE's} \times 0,57)$$

$$D_R = (1220 + 4875) \times 0,24 + (10225 \times 0,57) \Rightarrow D_R = 6095 \times 0,24 + 10225 \times 0,57$$

$$D_R = 1462,8 + 5828,25 \Rightarrow D_R = \mathbf{7.291,05 \text{ VA}}$$

Demanda da Fase S

$$D_S = (P_1 \times g_1) + (P_2 \times g_2) \Rightarrow D_S = (5015 \times 0,24) + (10700 \times 0,57)$$

$$D_S = 1203,6 + 6099 \Rightarrow D_S = \mathbf{7.302,6 \text{ VA}}$$

Demanda da Fase T

$$D_T = (P_1 \times g_1) + (P_2 \times g_2) \Rightarrow D_T = (5518 \times 0,24) + (10275 \times 0,57)$$

$$D_T = 1324,32 + 5856,75 \Rightarrow D_T = \mathbf{7.181,07 \text{ VA}}$$

15.6.2.7. Procedimento para a Finalização do Projeto

De posse dos dados, vamos completar o projeto, efetuando as seguintes etapas:

1. Posicionar em local adequado o quadro de distribuição principal, conforme foi visto no capítulo 08.
2. Como já foi feita a divisão da instalação em circuitos, com o preenchimento do "quadro de cargas de divisão da instalação em circuitos" e a representação dos símbolos gráficos na planta, posiciona-se o respectivo número do circuito em cada símbolo.
3. Representar na planta o traçado dos eletrodutos, interligando todos os pontos de luz e tomadas (TUG's e TUE's), partindo do QDP e eletroduto de interligação do QM (Quadro de Medição) até o QDP e a representação da fiação.
4. Representar traçado de eletrodutos dos pontos de telefone e TV a cabo.
5. Dimensionamento da instalação:
 - 5.1 - Dimensionamento dos condutores;
 - 5.2 - Dimensionamento das proteções: disjuntores.
 - 5.3 - Dimensionamento dos eletrodutos.
6. Indicar na planta as seções dos condutores, quando for o caso.
7. Elaboração do Esquema Multifilar do QDP.
8. Elaboração da Entrada de Energia ou Entrada de Serviço.
9. Efetuar a Relação de Materiais.

Atenção: Componentes elétricos que não atendem às especificações técnicas podem colocar em risco a sua segurança e a instalação.

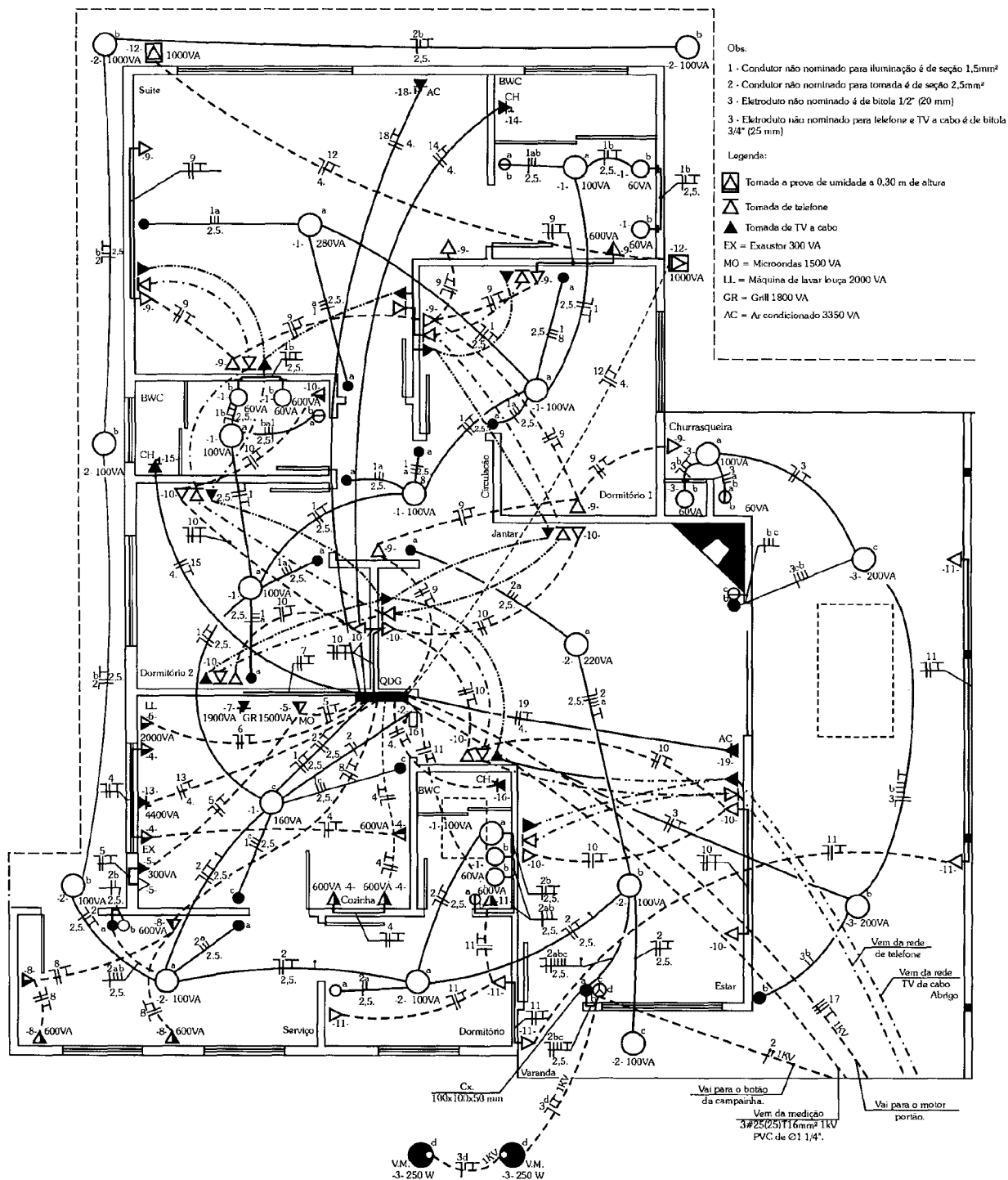


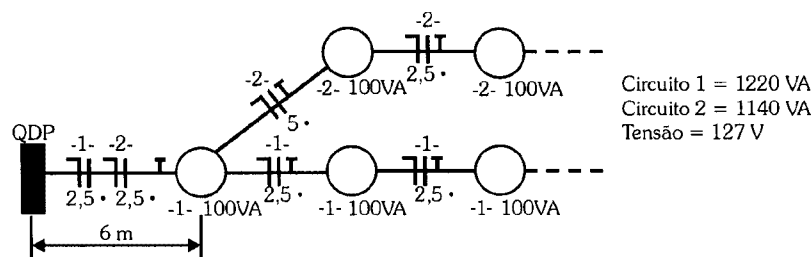
Figura 15.8 - Planta 2B.

Nota: O número de saídas de eletrodutos do Quadro de Distribuição (QD) deve ser limitado em função das reais necessidades da instalação. A quantidade de eletroduto que entram e saem do QD deve ser de tal forma que tenha como finalidade evitar o agrupamento de vários circuitos num mesmo eletroduto, fazendo com que a aplicação do fator de agrupamento de circuitos não dê possibilidade no aumento da seção dos condutores e os níveis de harmônicas, e assim reduzindo os custos da instalação.

15.6.2.7.1. Dimensionamento da Instalação: Condutores, Disjuntores e Eletrodutos

Na sequência acompanhe os cálculos para a determinação dos condutores, disjuntores e eletrodutos. Lembramos que todos os circuitos são instalados em eletrodutos de PVC embutidos em alvenaria (Método de instalação 7, B1 - Tabela 10.8), condutores com isolamento de PVC 750 V, temperatura ambiente é de 30°C e número de condutores carregados = 2 (exceto para o circuito 17 que é 3cc).

Circuito 1 e 2

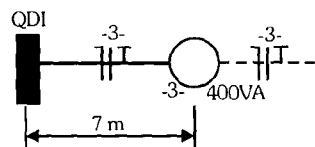


Solução:

A - Pelo Critério da Capacidade de Condução de Corrente	
Circuito 1	Circuito 2
$I_p = \frac{S_n}{v} \Rightarrow I_p = \frac{1220}{127} \Rightarrow I_p = 9,6A$	$I_p = \frac{S_n}{v} \Rightarrow I_p = \frac{1140}{127} \Rightarrow I_p = 8,98A$
Tabela 10.10 - (I_c) - Coluna 6 - Seção 0,75 mm².	Tabela 10.10 - (I_c) - Coluna 6 - Seção 0,5 mm².
Tabela 10.6 - Seção mínima para circuito de iluminação - 17,5A ... Seção dos condutores Neutro, Fase e Proteção (PE) 1,5 mm²	
B - Pelo Critério da Queda de Tensão	
$\Delta V_{unit.} = V/A \times km = \text{Tabela 10.22, Coluna 5} - e(\%) = \text{Figura 10.11} (\leq 4\%)$	
$\Delta e(\%) = \frac{\Delta V_{unit.} \times I_p \times d \times 100}{v}$	
$\Delta e(\%) = \frac{27,6 \times 9,6 \times 0,006 \times 100}{127} \Rightarrow \Delta e(\%) = 1,25\%$	$\Delta e(\%) = \frac{27,6 \times 8,98 \times 0,006 \times 100}{127} \Rightarrow \Delta e(\%) = 1,17\%$
A queda de tensão no trecho foi menor que 4% . Portanto... ... 17,5 A... Seção dos Condutores Neutro, Fase e Proteção(PE) 1,5 mm².	
C - Dimensionamento dos Disjuntores	
FCA = 0,8 - Tabela 10.16 - 2 circuitos no eletroduto. FCT = 1,0 (30°) - Tabela 10.14. $I_n = \text{Tabela 13.13.}$	
$I_z = I_c \times FCA \times FCT \Rightarrow I_z = 17,5 \times 0,80 \times 1,0 \Rightarrow I_z = 14 A$	

$I_p \leq I_n \leq I_z$ $9,6A \leq I_n \leq 14A$ $9,6A \leq \mathbf{10A} \leq 14A$	$I_p \leq I_n \leq I_z$ $8,98A \leq I_n \leq 14A$ $8,98A \leq \mathbf{10A} \leq 14A$
Correção de temperatura para o disjuntor em função de estar dentro do QDP. $30^{\circ}\text{C} + 10^{\circ}\text{C} = \mathbf{40^{\circ}\text{C}} - \text{FCT} = \mathbf{0,87}$ - Tabela 10.14 (Página 245).	
$I_{\text{disjuntor}} = \frac{I_p}{\text{FCT}} \Rightarrow I_d = \frac{9,6}{0,87} \Rightarrow \mathbf{I_d = 11 A}$	$I_{\text{disjuntor}} = \frac{I_p}{\text{FCT}} \Rightarrow I_d = \frac{8,98}{0,87} \Rightarrow \mathbf{I_d = 10,3 A}$
Disjuntor imediatamente superior - 15 A	Disjuntor imediatamente superior - 15 A
$I_p \leq I_n \leq I_z$ $9,6A \leq \mathbf{15A} \leq 14A$	$I_p \leq I_n \leq I_z$ $8,98A \leq \mathbf{15A} \leq 14A$
<p>Com esse disjuntor e seção do condutor 1,5 mm² a inequação não é atendida. Portanto, deve-se proceder ao recálculo do circuito para seção dos condutores imediatamente superior.</p> <p>... 24 A... Seção dos condutores 2,5 mm².</p> $I_z = I_c \times \text{FCA} \times \text{FCT} \Rightarrow I_z = 24 \times 0,8 \times 1,0 \Rightarrow$ $\mathbf{I_z = 19,2 A}$ $I_p \leq I_n \leq I_z$ $9,6A \leq \mathbf{15A} \leq 19,2A$ <p>Para o circuito 1 adota-se...</p> <p>Disjuntor Unipolar 15 A Seção dos Condutores Neutro, Fase e Proteção (PE) 2,5 mm²</p>	<p>Idem para o circuito 2. O disjuntor e seção do condutor 1,5 mm² a inequação não é atendida. Portanto, deve-se proceder o recálculo do circuito para seção dos condutores imediatamente superior.</p> <p>... 24 A... Seção dos condutores 2,5 mm².</p> $I_z = I_c \times \text{FCA} \times \text{FCT} \Rightarrow I_z = 24 \times 0,8 \times 1,0$ $\mathbf{I_z = 19,2 A}$ $I_p \leq I_n \leq I_z$ $8,98A \leq \mathbf{15A} \leq 19,2A$ <p>Para o circuito 2 adota-se...</p> <p>Disjuntor Unipolar 15 A Seção dos Condutores Neutro, Fase e Proteção (PE) 2,5 mm²</p>
D - Dimensionamento do Eletroduto $S_t =$ Tabela 12.3 - valor imediatamente superior. $D =$ Tabela 12.4.	
<p>Circuito 1 - Condutores 2,5 mm² - Circuito 2 - Condutores 2,5 mm².</p> $S_t = N_1 \times \frac{(\pi \times D^2)}{4} + N_2 \times \frac{(\pi \times D^2)}{4} \Rightarrow S_t = 3 \times \frac{(3,1415 \times 3,4^2)}{4} + 3 \times \frac{(3,1415 \times 3,4^2)}{4} \Rightarrow \mathbf{S_t = 27,24 + 27,24 \Rightarrow}$ $\mathbf{S_t = 54,48 \text{ mm}^2}$ <p>Pela Tabela 12.3, Valor imediatamente superior a 54,48 mm² encontramos 80,4 mm². Portanto,...</p> <p>Eletroduto de PVC de Ø_n 20mm ou 1/2"</p> <p>Por ser o diâmetro mínimo exigido pela Norma, não é necessária a indicação no projeto. Apenas citar na Nota: "Eletrodutos não especificados são de Ø_n 20mm ou 1/2".</p>	

Circuito 3



Circuito 3 = 1.242 VA - 127 V.

Nota: Para distâncias pequenas em unidades habitacionais considera-se a distância do QDP até o primeiro ponto de iluminação. Caso as distâncias entre os pontos de iluminação forem consideradas acentuadas pelo projetista, utiliza-se o critério de cálculo trecho a trecho, conforme página 259.

A - Pelo Critério da Capacidade de Condução de Corrente

$$I_p = \frac{S_n}{v} \Rightarrow I_p = \frac{1242}{127} \Rightarrow I_p = 9,8 \text{ A}$$

Tabela 10.10 - Coluna 6 - **11A... Seção dos Condutores 0,75 mm².**

Conforme Tabela 10.6 - Circuito de iluminação - **Seção dos Condutores 1,5 mm².**

B - Pelo Critério da Queda de Tensão

$$\Delta V_{\text{unit.}} = V/A \times \text{km} = \text{Tabela 10.22, Coluna 5} - e(\%) = \text{Figura 10.11 } (\leq 4\%)$$

$$\Delta e(\%) = \frac{\Delta V_{\text{unit.}} \times I_p \times d \times 100}{v} \Rightarrow \Delta e(\%) = \frac{27,6 \times 9,8 \times 0,007 \times 100}{127} \Rightarrow \Delta e(\%) = 1,49\% (\leq 4\%)$$

Como $\Delta e(\%)$ é inferior a 4%. \Rightarrow **17,5A ... Seção dos condutores 1,5 mm².**

C - Dimensionamento dos Disjuntores

FCA = 0,8 - Tabela 10.16 - 2 circuitos no eletroduto. - FCT = 1,0 (30°) - Tabela 10.14; I_n = Tabela 13.13.

$$I_p \leq I_n \leq I_z$$

$$I_z = I_c \times FCA \times FCT$$

$$9,6A \leq I_n \leq 17,5A$$

$$I_z = 17,5 \times 1,0 \times 1,0$$

$$9,6A \leq 10A \leq 17,5A$$

$$I_z = 17,5 \text{ A}$$

Correção de temperatura para o disjuntor em função de estar dentro do QDP.

$$30^\circ\text{C} + 10^\circ\text{C} = 40^\circ\text{C} - \text{FCT} = 0,87 - \text{Tabela 10.14.}$$

$$I_{\text{disjuntor}} = \frac{I_p}{FCT} \Rightarrow I_d = \frac{9,8}{0,87} \Rightarrow I_d = 11,3 \text{ A} \leftarrow \text{Disjuntor imediatamente superior - 15 A}$$

$$I_p \leq I_n \leq I_z$$

$$9,6A \leq I_n \leq 17,5A$$

$$9,6A \leq 15A \leq 17,5A$$

Para o **circuito 3** a inequação anterior é plenamente atendida. Portanto, adota-se:

Disjuntor Termomagnético Unipolar - 15 A

Seção dos Condutores Neutro, Fase e Proteção (PE) 1,5 mm²

Nota: Por ser a seção mínima dos condutores, não é necessário representar no projeto. Apenas coloca-se na **nota: "Todo condutor não especificado para circuito de iluminação é de seção 1,5 mm²."**

D - Dimensionamento do Eletroduto

S_t = Tabela 12.3 - valor imediatamente superior.

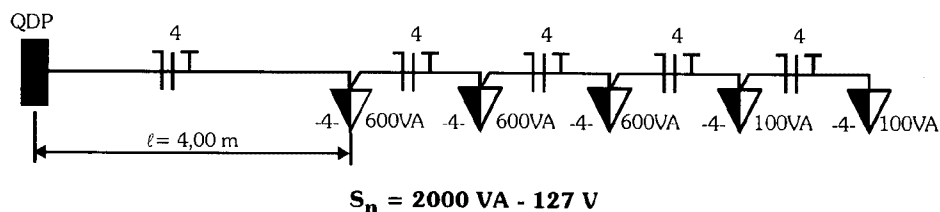
D = Tabela 12.4.

$$S_t = N_3 \times \frac{(\pi \times D^2)}{4} \Rightarrow S_t = 3 \times \frac{(3,1415 \times 2,8^2)}{4} \Rightarrow S_t = 18,47 \text{ mm}^2.$$

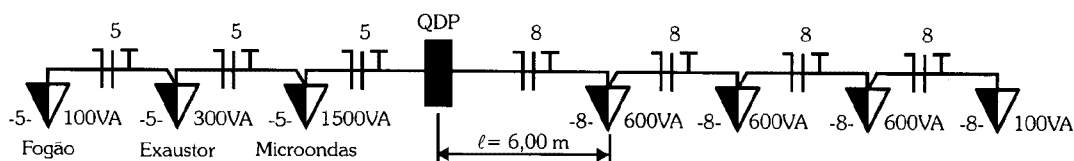
Pela Tabela 12.3, valor imediatamente superior a **18,47 mm² encontramos 80,4 mm²**. Portanto...

Eletroduto de PVC de \varnothing_n 20mm ou 1/2".

Circuito 4 e 12



Circuito 5 e 8



- Circuito 5 (microondas, exaustor e fogão) = 1900 VA
- Circuito 8 (TUG's - área de serviço) = 1900 VA
- Tensão = 127 V

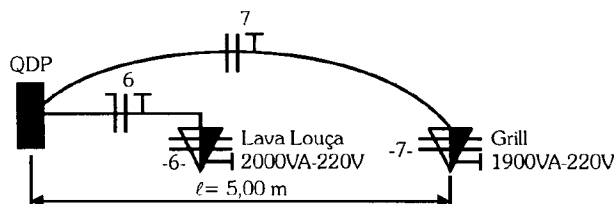
Solução:

A - Pelo Critério da Capacidade de Condução de Corrente	
Circuitos 4 e 12	Circuitos 5 e 8
$I_p = \frac{S_n}{V} \Rightarrow I_p = \frac{2000}{127} \Rightarrow I_p = 15,8A$	$I_p = \frac{S_n}{V} \Rightarrow I_p = \frac{1900}{127} \Rightarrow I_p = 15 A$
Tabela 10.10 - (I_c) - Coluna 6 - Seção 1,5 mm² .	Tabela 10.10 - (I_c) - Coluna 6 - Seção 1,5 mm² .
Tabela 10.6 - Seção mínima para circuito de força (tomada de corrente) 24 A ... Seção dos condutores Neutro, Fase e Proteção (PE) 2,5 mm² .	
B - Pelo Critério da Queda de Tensão - (Dentre dos circuitos pegamos a distância maior). $\Delta V_{unit.} = V/Axkm = \text{Tabela 10.22, Coluna 5 - } e(\%) = \text{Figura 10.11 } (\leq 4\%)$	

$\Delta e(\%) = \frac{\Delta V_{\text{unit.}} \times I_p \times d \times 100}{v}$	
$\Delta e(\%) = \frac{16,9 \times 15,8 \times 0,004 \times 100}{127} \Rightarrow \Delta e(\%) = \mathbf{0,84\%}$	$\Delta e(\%) = \frac{16,9 \times 15 \times 0,006 \times 100}{127} \Rightarrow \Delta e(\%) = \mathbf{1,19\%}$
<p>A queda de tensão no trecho foi menor que 4%. Portanto...</p> <p>... 24 A ... Seção dos Condutores Fases e Proteção (PE) 2,5 mm².</p>	
<p>C - Dimensionamento dos Disjuntores</p> <p>FCA = 1,0 - Tabela 10.16 - 1 circuitos no eletroduto. FCT = 1,0 (30°) - Tabela 10.14; I_n = Tabela 13.13.</p>	
$I_z = I_c \times FCA \times FCT \Rightarrow I_z = 24 \times 1,0 \times 1,0 \Rightarrow \mathbf{I_z = 24 A}$	
$I_p \leq I_n \leq I_z$ $15,8 A \leq I_n \leq 24A$ $15,8 A \leq \mathbf{20A} \leq 24A$	$I_p \leq I_n \leq I_z$ $15 A \leq I_n \leq 24A$ $15 A \leq \mathbf{15A} \leq 24A$
<p>Correção de temperatura para o disjuntor em função de estar dentro do QDP.</p> <p>30°C + 10°C = 40°C - FCT = 0,87 - Tabela 10.14.</p>	
$I_{\text{disjuntor}} = \frac{I_p}{FCT} \Rightarrow I_d = \frac{15,8}{0,87} \Rightarrow \mathbf{I_d = 18,2 A}$	$I_{\text{disjuntor}} = \frac{I_p}{FCT} \Rightarrow I_d = \frac{15}{0,87} \Rightarrow \mathbf{I_d = 17,2 A}$
Disjuntor imediatamente superior 20 A.	Disjuntor imediatamente superior 20 A
$I_p \leq I_n \leq I_z$ $15,8 A \leq \mathbf{20A} \leq 24A$	$I_p \leq I_n \leq I_z$ $15 A \leq \mathbf{20A} \leq 24A$
<p>Para o circuito 4 e 12 tanto o disjuntor como a seção dos condutores atendem perfeitamente à inequação anterior. Portanto, adota-se...</p> <p>Disjuntor Unipolar 20 A Seção dos Condutores Neutro, Fase e Proteção (PE) 2,5 mm²</p>	<p>Para o circuito 5 e 8 tanto o disjuntor como a seção dos condutores atendem perfeitamente à inequação anterior. Portanto, adota-se...</p> <p>Disjuntor Unipolar 20 A Seção dos Condutores Neutro, Fase e Proteção (PE) 2,5 mm².</p>
<p>D - Dimensionamento do Eletroduto</p> <p>S_t = Tabela 12.3 - valor imediatamente superior. D = Tabela 12.4.</p>	
<p>Circuito 6 e 7 - Condutores 2,5 mm²</p> $S_t = N_{4-12e5-8} \times \frac{(\pi \times D^2)}{4} \Rightarrow S_t = 3 \times \frac{(3,1415 \times 3,4^2)}{4} \Rightarrow \mathbf{S_t = 27,24 mm^2.}$ <p>Pela Tabela 12.3, valor imediatamente superior a 27,24 mm² encontramos 80,4 mm². Portanto,...</p> <p>Eletroduto de PVC de Ø_n 20mm ou 1/2".</p>	

Nota: Por ser a seção mínima dos condutores e diâmetro mínimo, o eletroduto não é necessário representar no projeto. Apenas coloca-se nas **notas**: **1.** "Todo condutor não especificado para circuito de tomada de corrente é de seção **2,5 mm²**". **2.** "Eletrodutos não especificados são de diâmetro nominal **Ø_n 20 mm ou 1/2"**.

Circuito 6 e 7

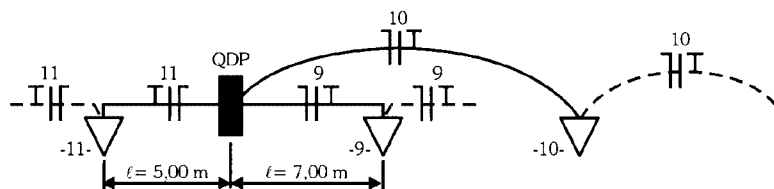


Solução:

A - Pelo Critério da Capacidade de Condução de Corrente	
Circuito 6	Circuito 7
$I_p = \frac{S_n}{v} \Rightarrow I_p = \frac{2000}{220} \Rightarrow I_p = 9,1A$	$I_p = \frac{S_n}{v} \Rightarrow I_p = \frac{1900}{220} \Rightarrow I_p = 8,6A$
Tabela 10.10 - (I_c) - Coluna 6 - Seção 0,75 mm² .	Tabela 10.10 - (I_c) - Coluna 6 - Seção 0,5 mm² .
Tabela 10.6 - Seção mínima para circuito de força (tomada de corrente) 24 A ... Seção dos condutores Neutro, Fase e Proteção (PE) 2,5 mm² .	
B - Pelo Critério da Queda de Tensão - (dentre dos circuitos pegamos a distância maior).	
$\Delta V_{unit.} = V/A \times km = \text{Tabela 10.22, Coluna 5} - e(\%) = \text{Figura 10.11 } (\leq 4\%)$	
$\Delta e(\%) = \frac{\Delta V_{unit.} \times I_p \times d \times 100}{v}$	
$\Delta e(\%) = \frac{16,9 \times 9,1 \times 0,005 \times 100}{220} \Rightarrow \Delta e(\%) = 0,34\%$	$\Delta e(\%) = \frac{16,9 \times 8,6 \times 0,005 \times 100}{220} \Rightarrow \Delta e(\%) = 0,33\%$
A queda de tensão no trecho foi menor que 4% . Portanto... ... 24 A... Seção dos Condutores Fases e Proteção(PE) 2,5 mm² .	
C - Dimensionamento dos Disjuntores	
FCA = 1,0 - Tabela 10.16 - 2 circuitos no eletroduto. FCT = 1,0 (30°) - Tabela 10.14. $I_n = \text{Tabela 13.13}$.	
$I_z = I_c \times FCA \times FCT \Rightarrow I_z = 24 \times 1,0 \times 1,0 \Rightarrow I_z = 24 A$	
$I_p \leq I_n \leq I_z$ $9,1A \leq I_n \leq 24A$ $9,1A \leq \mathbf{15A} \leq 24A$	$I_p \leq I_n \leq I_z$ $8,6A \leq I_n \leq 24A$ $8,6A \leq \mathbf{15A} \leq 24A$

Correção de temperatura para o disjuntor em função de estar dentro do QDP. $30^{\circ}\text{C} + 10^{\circ}\text{C} = 40^{\circ}\text{C} - \text{FCT} = 0,87$ - Tabela 10.14.	
$I_{\text{disjuntor}} = \frac{I_p}{\text{FCT}} \Rightarrow I_d = \frac{9,1}{0,87} \Rightarrow I_d = 10,5 \text{ A}$	$I_{\text{disjuntor}} = \frac{I_p}{\text{FCT}} \Rightarrow I_d = \frac{8,6}{0,87} \Rightarrow I_d = 9,9 \text{ A}$
Disjuntor igual ou imediatamente superior, optamos por disjuntor de 15 A .	Disjuntor imediatamente superior - 10 A
$I_p \leq I_n \leq I_z$ $9,1\text{A} \leq 15\text{A} \leq 24\text{A}$	$I_p \leq I_n \leq I_z$ $8,6\text{A} \leq 10\text{A} \leq 24\text{A}$
Para o circuito 6 tanto o disjuntor como a seção dos condutores atendem perfeitamente à inequação anterior. Portanto, adota-se... Disjuntor Unipolar 15 A Seção dos Condutores Fases e Proteção (PE) 2,5 mm²	Para o circuito 7 tanto o disjuntor como a seção dos condutores atendem perfeitamente à inequação anterior. Portanto, adota-se... Disjuntor Unipolar 10 A Seção dos Condutores Fases e Proteção (PE) 2,5 mm²
D - Dimensionamento do Eletroduto S_t = Tabela 12.3 - valor imediatamente superior. D = Tabela 12.4.	
Circuito 6 e 7 - Condutores 2,5 mm² $S_t = N_{6/7} \times \frac{(\pi \times D^2)}{4} \Rightarrow S_t = 3 \times \frac{(3,1415 \times 3,4^2)}{4} \Rightarrow S_t = 27,24 \text{ mm}^2$ Pela Tabela 12.3, valor imediatamente superior a 27,24 mm² encontramos 80,4 mm² . Portanto,... Eletroduto de PVC de Ø_n 20mm ou 1/2".	

Circuitos 9, 10 e 11



Circuito 9 e 10 = 1500VA
 Circuito 11 = 1100 VA
 Tensão = 127 V

Solução:

A - Pelo Critério da Capacidade de Condução de Corrente	
Circuito 9 e 10	Circuito 11
$I_p = \frac{S_n}{V} \Rightarrow I_p = \frac{1500}{127} \Rightarrow I_p = 11,8 \text{ A}$	$I_p = \frac{S_n}{V} \Rightarrow I_p = \frac{1100}{127} \Rightarrow I_p = 8,7 \text{ A}$

Tabela 10.10 - (I_c) - Coluna 6 - Seção 1 mm² .	Tabela 10.10 - (I_c) - Coluna 6 - Seção 0,5 mm² .
Tabela 10.6 - Seção mínima para circuito de força (tomada de corrente) 24 A ... Seção dos condutores Neutro, Fase e Proteção (PE) 2,5 mm² .	
B - Pelo Critério da Queda de Tensão - (dentro dos circuitos pegamos a média das distâncias). $\Delta V_{unit.} = V/A \times km = \text{Tabela 10.22, Coluna 5} - e(\%) = \text{figura 10.11 } (\leq 4\%)$	
$\Delta e(\%) = \frac{\Delta V_{unit.} \times I_p \times d \times 100}{v}$	
$\Delta e(\%) = \frac{16,9 \times 11,8 \times 0,007 \times 100}{127} \Rightarrow \Delta e(\%) = \mathbf{1,10\%}$	$\Delta e(\%) = \frac{16,9 \times 8,7 \times 0,00 \times 100}{127} \Rightarrow \Delta e(\%) = \mathbf{0,58\%}$
A queda de tensão no trecho foi menor que 4% . Portanto... ... 24 A... Seção dos Condutores Fases e Proteção (PE) 2,5 mm² .	
C - Dimensionamento dos Disjuntores FCA = 1,0 - Tabela 10.16 - 2 circuitos no eletroduto. FCT = 1,0 (30°) - Tabela 10.14; I_n = Tabela 13.13.	
$I_z = I_c \times FCA \times FCT \Rightarrow I_z = 24 \times 1,0 \times 1,0 \Rightarrow I_z = \mathbf{24 A}$	
$I_p \leq I_n \leq I_z$ $11,8A \leq I_n \leq 24A$ $11,8A \leq \mathbf{15A} \leq 24A$	$I_p \leq I_n \leq I_z$ $8,7A \leq I_n \leq 24A$ $8,7A \leq \mathbf{10A} \leq 24A$
Correção de temperatura para o disjuntor em função de estar dentro do QDP. $30^\circ C + 10^\circ C = \mathbf{40^\circ C} - \mathbf{FCT = 0,87}$ - Tabela 10.14.	
$I_{disjuntor} = \frac{I_p}{FCT} \Rightarrow I_d = \frac{11,8}{0,87} \Rightarrow I_d = \mathbf{13,6 A}$	$I_{disjuntor} = \frac{I_p}{FCT} \Rightarrow I_d = \frac{8,7}{0,87} \Rightarrow I_d = \mathbf{10 A}$
Disjuntor imediatamente superior - 15 A	Disjuntor imediatamente superior - 15 A
$I_p \leq I_n \leq I_z$ $11,8A \leq \mathbf{15A} \leq 24A$	$I_p \leq I_n \leq I_z$ $8,7A \leq \mathbf{15A} \leq 24A$
Para os circuitos 9 e 10 tanto o disjuntor como a seção dos condutores atendem perfeitamente à inequação anterior. Portanto, adota-se... Disjuntor Unipolar 15 A Seção dos Condutores Fases e Proteção (PE) 2,5 mm²	Para o circuito 11 , tanto o disjuntor como a seção dos condutores atendem perfeitamente à inequação anterior. Portanto, adota-se... Disjuntor Unipolar 15 A Seção dos Condutores Fases e Proteção (PE) 2,5 mm²
D - Dimensionamento do Eletroduto S_l = Tabela 12.3 - valor imediatamente superior. D = Tabela 12.4.	

Circuitos 9, 10 e 11 - Condutores 2,5 mm²

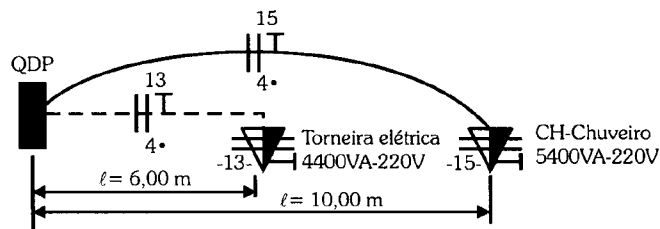
$$S_t = N_{6/7} \times \frac{(\pi \times D^2)}{4} \Rightarrow S_t = 3 \times \frac{(3,1415 \times 3,4^2)}{4} \Rightarrow S_t = 27,24 \text{ mm}^2.$$

Pela Tabela 12.3, valor imediatamente superior a **27,24 mm²** encontramos **80,4 mm²**. Portanto,...

Eletroduto de PVC de Ø 20mm ou 1/2".

Circuitos 13, 14, 15 e 16

Para o dimensionamento dos **circuitos 14, 15 e 16**, que pertencem aos chuveiros, portanto possuem a mesma potência, pegaremos aquele cujo comprimento do trecho, desde o QDP até a carga, apresenta maior distância.



Solução:

A - Pelo Critério da Capacidade de Condução de Corrente	
Circuito 13	Circuitos 14, 15 e 16
$I_p = \frac{S_n}{V} \Rightarrow I_p = \frac{4400}{220} \Rightarrow I_p = 20 \text{ A}$	$I_p = \frac{S_n}{V} \Rightarrow I_p = \frac{5400}{220} \Rightarrow I_p = 24,6 \text{ A}$
Tabela 10.10 - (I _c) - Coluna 6. Seção 2,5 mm²	Tabela 10.10 - (I _c) - Coluna 6. Seção 4 mm²
B - Pelo Critério da Queda de Tensão - (dentre dos circuitos pegamos a média das distâncias).	
$\Delta V_{\text{unit.}} = V/A \times \text{km} = \text{Tabela 10.22, Coluna 5} - e(\%) = \text{Figura 10.11} (\leq 4\%)$	
$\Delta e(\%) = \frac{\Delta V_{\text{unit.}} \times I_p \times d \times 100}{v}$	
$\Delta e(\%) = \frac{16,9 \times 20 \times 0,006 \times 100}{220} \Rightarrow \Delta e(\%) = 0,92\%$	$\Delta e(\%) = \frac{10,6 \times 24,6 \times 0,010 \times 100}{220} \Rightarrow \Delta e(\%) = 1,19\%$
A queda de tensão no trecho foi menor que 4% . Portanto...	
...24A... Seção dos Condutores Fases e Proteção (PE) 2,5 mm²	...32A... Seção dos Condutores Fases e Proteção (PE) 4 mm²

C - Dimensionamento dos Disjuntores

FCA = 1,0 - Tabela 10.16 - 1 circuitos no eletroduto. FCT = 1,0 (30°) - Tabela 10.14. I_n = Tabela 13.13.

$I_z = I_c \times FCA \times FCT \Rightarrow I_z = 24 \times 1,0 \times 1,0 \Rightarrow$ $I_z = \mathbf{24\ A}$	$I_z = I_c \times FCA \times FCT \Rightarrow I_z = 32 \times 1,0 \times 1,0 \Rightarrow$ $I_z = \mathbf{32\ A}$
$I_p \leq I_n \leq I_z$ $20\ A \leq I_n \leq 24A$ $20A \leq \mathbf{20A} \leq 24^A$	$I_p \leq I_n \leq I_z$ $24,6A \leq I_n \leq 32A$ $24,6A \leq \mathbf{25A} \leq 32A$
<p>Correção de temperatura para o disjuntor em função de estar dentro do QDP.</p> $30^\circ\text{C} + 10^\circ\text{C} = \mathbf{40^\circ\text{C}} - \mathbf{FCT = 0,87}$ - Tabela 10.14.	
$I_{\text{disjuntor}} = \frac{I_p}{FCT} \Rightarrow I_d = \frac{20}{0,87} \Rightarrow \mathbf{I_d = 23\ A}$	$I_{\text{disjuntor}} = \frac{I_p}{FCT} \Rightarrow I_d = \frac{24,6}{0,87} \Rightarrow \mathbf{I_d = 28,3\ A}$
Disjuntor imediatamente superior - 25 A	Disjuntor imediatamente superior - 30 A
$I_p \leq I_n \leq I_z$ $20\ A \leq \mathbf{25A} \leq 24A$	$I_p \leq I_n \leq I_z$ $24,6A \leq \mathbf{30A} \leq 32A$
<p>Com esse disjuntor e seção do condutor 2,5 mm² a inequação não é atendida, portanto deve-se proceder ao recálculo do circuito para seção dos condutores imediatamente superior.</p> <p>... 32 A... Seção dos condutores 4 mm²</p> $I_z = I_c \times FCA \times FCT \Rightarrow I_z = 32 \times 1,0 \times 1,0 \Rightarrow$ $I_z = \mathbf{32A}$ $I_p \leq I_n \leq I_z$ $20A \leq \mathbf{25A} \leq 32A$ <p>Para o Circuito 13 adota-se...</p> <p>Disjuntor Unipolar 25 A Seção dos Condutores Fases e Proteção (PE) 4 mm²</p>	<p>Para os circuitos 14, 15 e 16 tanto o disjuntor como a seção dos condutores atendem perfeitamente à inequação anterior. Portanto, adota-se...</p> <p>Disjuntor Unipolar 30 A Seção dos Condutores Fases e Proteção (PE) 4 mm²</p>

D - Dimensionamento do Eletroduto

S_t = Tabela 12.3 - valor imediatamente superior.

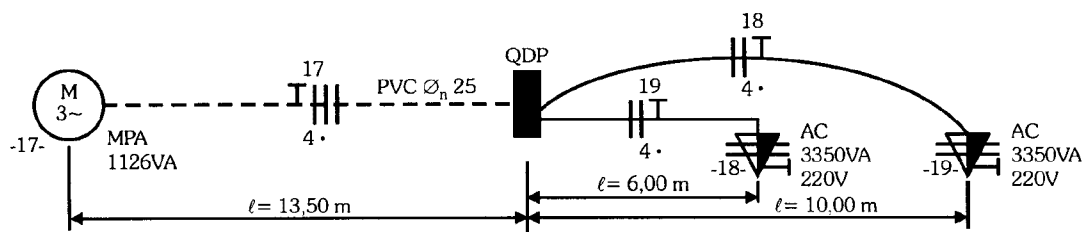
D = Tabela 12.4.

Circuitos 13, 14, 15 e 16 - Condutores 4 mm²

$$S_t = N_{6/7} \times \frac{(\pi \times D^2)}{4} \Rightarrow S_t = 3 \times \frac{(3,1415 \times 3,9^2)}{4} \Rightarrow \mathbf{S_t = 35,84\ mm^2}$$

Pela Tabela 12.3, valor imediatamente superior a **35,84 mm² encontramos 80,4 mm²**. Portanto,...

Eletroduto de PVC de Ø_n 20mm ou 1/2".



Características do circuito 17: Eletrodutos embutido no solo, temperatura ambiente 20°C, condutores de PVC 1000 V (1kV).

Solução:

A - Pelo Critério da Capacidade de Condução de Corrente	
Circuito 17 Tabela 10.8, tipo de linha, método 61A - Referência D	Circuitos 18 e 19
$I_n = \frac{S_n}{V \times \sqrt{3}} \Rightarrow I_n = \frac{1126}{220 \times 1,73} \Rightarrow I_n = 2,96 \text{ A}$ <p>Nota: O valor de S_n já foi calculado na página 396.</p>	$I_p = \frac{S_n}{V} \Rightarrow I_p = \frac{3350}{220} \Rightarrow I_p = 15,2 \text{ A}$
<p>Tabela 10.10 - (I_c) - Coluna 13.</p> $I_{ramal} \leq 1,25 \times I_n \Rightarrow I_{ramal} \leq 1,25 \times 2,96$ $I_{ramal} \leq 3,7 \text{ A}$ <p>Pela Tabela 10.10, condutor 0,5 mm².</p>	<p>Tabela 10.10 - (I_c) - Coluna 6.</p> <p>Seção 1,5 mm².</p>
<p>Tabela 10.6 - Seção mínima para circuito de força (tomada de corrente) ...</p> <p>... 24 A ... Seção dos condutores Neutro, Fase e Proteção (PE) 2,5 mm².</p>	
B - Pelo Critério da Queda de Tensão	
$\Delta V_{unit.} = V/A \times km = \text{Tabela 10.22, Coluna 5 e 7} - e(\%) = \text{Figura 10.11 } (\leq 4\%)$	
$\Delta e(\%) = \frac{\Delta V_{unit.} \times I_n \times d \times 100}{V}$	$\Delta e(\%) = \frac{\Delta V_{unit.} \times I_p \times d \times 100}{V}$
$\Delta e(\%) = \frac{14,7 \times 2,96 \times 0,0135 \times 100}{220} \Rightarrow$ $\Delta e(\%) = 0,27\%$	$\Delta e(\%) = \frac{16,9 \times 15,2 \times 0,010 \times 100}{220} \Rightarrow$ $\Delta e(\%) = 1,17\%$
<p>A queda de tensão no trecho foi menor que 4%. Portanto...</p>	
<p>...24A... Seção dos Condutores Fases e Proteção (PE) 2,5 mm²</p>	<p>...24A... Seção dos Condutores Fases e Proteção (PE) 2,5 mm²</p>

C - Dimensionamento dos Disjuntores

FCA = 1,0 - Tabela 10.16 - 1 circuitos no eletroduto.

FCT = 1,0 (Temperatura ambiente 30° e Temperatura no solo 20°C) - Tabela 10.14. I_n = Tabela 13.13.

$I_z = I_c \times FCA \times FCT \Rightarrow I_z = 24 \times 1,0 \times 1,0 \Rightarrow$ $I_z = 24 \text{ A}$	$I_z = I_c \times FCA \times FCT \Rightarrow I_z = 24 \times 1,0 \times 1,0 \Rightarrow$ $I_z = 24 \text{ A}$
$I_p \leq I_n \leq I_z$ $2,96 \text{ A} \leq I_n \leq 24 \text{ A}$ $2,96 \text{ A} \leq \mathbf{10 \text{ A}} \leq 24 \text{ A}$	$I_p \leq I_n \leq I_z$ $15,2 \text{ A} \leq I_n \leq 24 \text{ A}$ $15,2 \text{ A} \leq \mathbf{20 \text{ A}} \leq 24 \text{ A}$
Correção de temperatura para o disjuntor em função de estar dentro do QDP. $30^\circ\text{C} + 10^\circ\text{C} = \mathbf{40^\circ\text{C}}$ - FCT = 0,87 - Tabela 10.14.	
$I_{\text{disjuntor}} = \frac{I_m}{FCT} \Rightarrow I_d = \frac{2,96}{0,87} \Rightarrow \mathbf{I_d = 3,4 \text{ A}}$	$I_{\text{disjuntor}} = \frac{I_p}{FCT} \Rightarrow I_d = \frac{15,2}{0,87} \Rightarrow \mathbf{I_d = 17,5 \text{ A}}$
Disjuntor com valor superior - 10 A	Disjuntor imediatamente superior - 20 A
$I_p \leq I_n \leq I_z$ $2,96 \text{ A} \leq \mathbf{10 \text{ A}} \leq 24 \text{ A}$	$I_p \leq I_n \leq I_z$ $15,2 \text{ A} \leq \mathbf{20 \text{ A}} \leq 24 \text{ A}$
Para os circuito 17 tanto o disjuntor como a seção dos condutores atendem perfeitamente à inequação anterior. Portanto, adota-se... Disjuntor Unipolar 10 A Seção dos Condutores Fases e Proteção (PE) 2,5 mm²	Para os circuitos 18 e 19 , tanto o disjuntor como a seção dos condutores atendem perfeitamente à inequação anterior. Portanto, adota-se... Disjuntor Unipolar 30 A Seção dos Condutores Fases e Proteção (PE) 2,5 mm²
D - Dimensionamento do Eletroduto S_t = Tabela 12.3 - valor imediatamente superior. D = Tabela 12.4.	
Circuito 17 - Condutores 2,5 mm² (1 kV)	Circuitos 18 e 19 - Condutores 2,5 mm² (750 V)
$S_t = N_{17} \times \frac{(\pi \times D^2)}{4} \Rightarrow S_t = 4 \times \frac{(3,1415 \times 5,62^2)}{4} \Rightarrow$ $S_t = 99,2 \text{ mm}^2$	$S_t = N_{18/19} \times \frac{(\pi \times D^2)}{4} \Rightarrow S_t = 3 \times \frac{(3,1415 \times 3,4^2)}{4} \Rightarrow$ $S_t = 27,2 \text{ mm}^2$
Pela Tabela 12.3, valor imediatamente superior a 99,2 mm² encontramos 138,6 mm² . Portanto,...	Pela Tabela 12.3, valor imediatamente superior a 27,2 mm² encontramos 80,4 mm² . Portanto,...
Eletroduto de PVC de \varnothing_n 25mm ou 3/4"	Eletroduto de PVC de \varnothing_n 20mm ou 1/2"

414

**Figura 15.9**

15.6.2.7.3. Padrão de Entrada de Energia

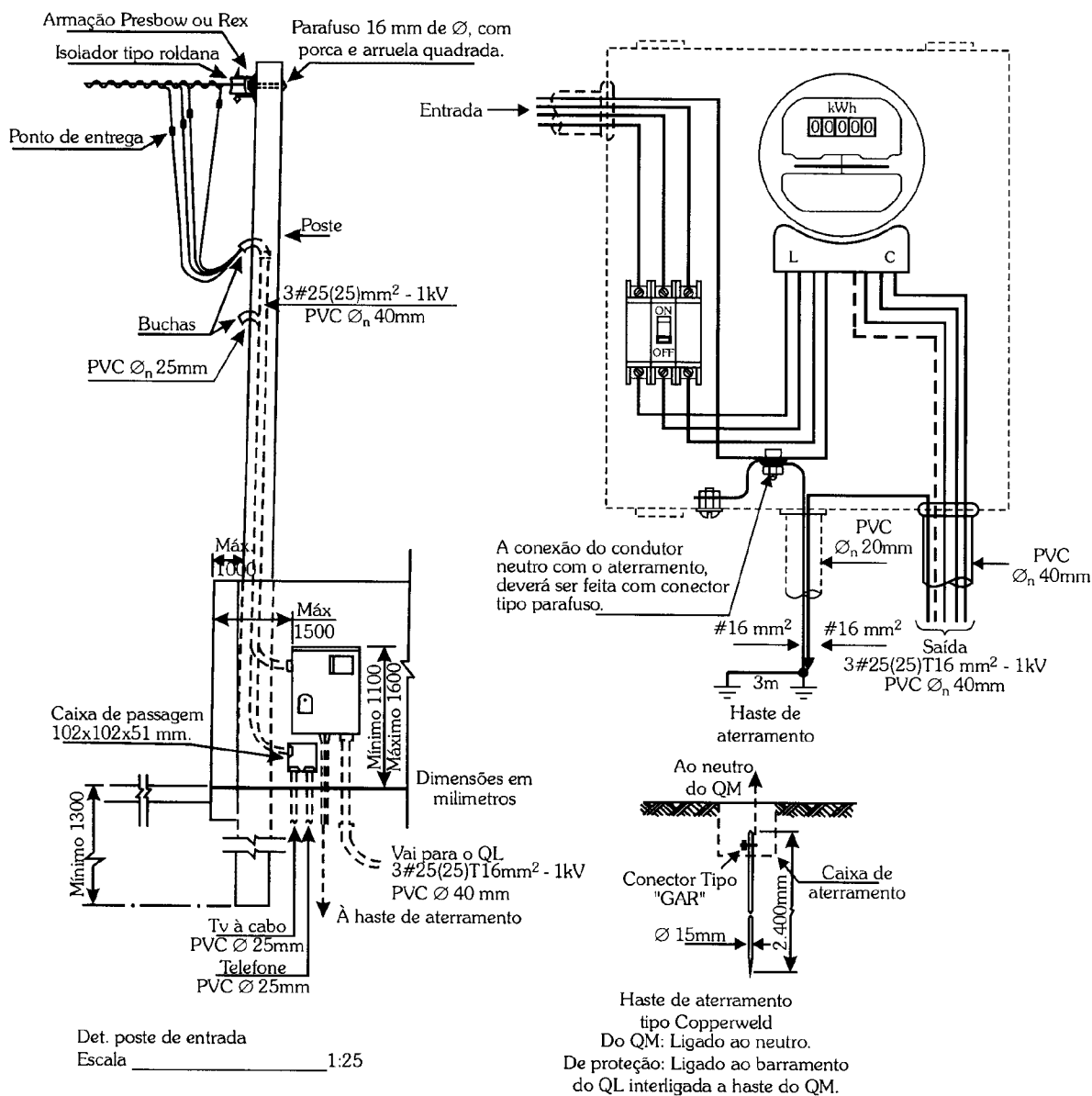


Figura 15.10

15.6.2.7.4. Relação de Materiais

Item	Descrição	Unid.	Quant.
1. ENTRADA DE ENERGIA			
1	Poste de concreto armado de 7,60m, com tubulação embutida para elétrica de 40mm (1.1/4"), tubulação para telefone de 25mm (3/4") e tubulação para TV a cabo de 25mm (3/4") padrão COPEL.	pç	1
2	Caixa tipo "CN" para medidor polifásico, em chapa de aço com pintura anticorrosiva, com dispositivo para lacre, com dimensões de 350x450x200 mm, padrão COPEL.	pç	1
3	Eletroduto de PVC rígido de 40 mm (1.1/4"), ref. Tigre	m	3
4	Eletroduto de PVC rígido de 25 mm (3/4"), ref. Tigre	m	3
5	Eletroduto de PVC rígido de 22 mm (1/2"), ref. Tigre	m	3
6	Curva de 90° de PVC rígido de 40 mm (1.1/4") ref. Tigre	pç	1
7	Curva de 90° de PVC rígido de 25 mm (3/4") ref. Tigre	pç	2
8	Curva de 90° de PVC rígido de 20 mm (1/2") ref. Tigre	pç	1
9	Luva de PVC rígido de 40 mm (1.1/4") ref. Tigre	pç	4
10	Luva de PVC rígido de 25 mm (3/4") ref. Tigre	pç	8
11	Luva de PVC rígido de 20 mm (1/2") ref. Tigre	pç	4
12	Bucha e contra-bucha de alumínio para eletroduto de 40 mm (1.1/4") ref. Wetzel	pç	2
13	Bucha e contra-bucha de alumínio para eletroduto de 25 mm (3/4") ref. Wetzel	pç	4
14	Bucha e contra-bucha de alumínio para eletroduto de 20 mm (1/2") ref. Wetzel	pç	2
15	Armação secundário (presbow ou rex) de um estribo	pç	1
16	Isolador de porcelana tipo roldana ref. Lorenzetti	pç	1
17	Parafuso de aço galvanizado de diâmetro 16mmx250mm com cabeça quadrada	pç	1
18	Porca quadrada de aço galvanizado de 16mm de diâmetro	pç	1
19	Arruela quadrada de aço galvanizado de 16mm de diâmetro	pç	1
20	Cabo de cobre Sintenax Antiflan 0,6/1kV, ref.: Pirelli, seção 25 mm ² - Preto	pç	30
21	Cabo de cobre Sintenax Antiflan 0,6/1kV, ref.: Pirelli, seção 25 mm ² - azul	pç	10
22	Cabo de cobre Sintenax Antiflan 0,6/1kV, ref.: Pirelli, seção 16 mm ² - Verde	pç	8
23	Haste de aterramento tipo Copperweld de 5/8"x2,4m com conetor tipo "Gar"	pç	1
24	Conetor tipo parafuso para cabo 25mm ² ref. Wetzel	pç	1
25	Caixa de PVC 100x100x50mm na cor preta com espelho cego de baquelite na cor cinza ref. Pial	pç	1
26	Disjuntor termomagnético tripolar de 70A curva C, ref. Eletromar	pç	1
27	Conetor tipo Tapit padrão Copel	pç	4
28	Alça preformada curta para cabo multiplexado de seção 25mm ²	pç	1
2. INSTALAÇÕES INTERNAS			
1	Quadro de distribuição (QD), composto de armário metálico, de embutir, com porta e espelho em chapa metálica nº 14 USG, com tratamento anti-óxido, guardando distâncias e acessos adequados entre barramentos, porta e espelho com dobradiças e aterrados, com barramentos de fases, neutro e terra conforme diagrama e especificações da ABNT, ref.: Elcosul, contendo:	cj	1
	Q1 - DR tetrapolar de 80A 30mA Ref. Pial/Legrand Geral do quadro		
	Q4 - Supressor de surto (DPS) de 45kA ref. Pial		
	Q1 - Disjuntor termomagnético tripolar de 30A Ref. Pial/Legrand		
	Q3 - Disjuntor termomagnético bipolar de 25A Ref. Pial/Legrand		
	Q2 - Disjuntor termomagnético bipolar de 15A Ref. Pial/Legrand		
	Q2 - Disjuntor termomagnético monopolar de 25A Ref. Pial/Legrand		
	Q4 - Disjuntor termomagnético monopolar de 20A Ref. Pial/Legrand		
	Q4 - Disjuntor termomagnético monopolar de 15A Ref. Pial/Legrand		
	Q7 - Espaços reservas monopulares		
	Acessórios de montagem		
3	Eletroduto de PVC rígido de 40 mm (1.1/4"), ref. Tigre	m	15
4	Eletroduto de PVC rígido de 25 mm (3/4"), ref. Tigre	m	90
5	Eletroduto de PVC rígido de 20 mm (1/2"), ref. Tigre	m	300
6	Curva de 90° de PVC rígido de 40 mm (1.1/4") ref. Tigre	pç	2
7	Curva de 90° de PVC rígido de 25 mm (3/4") ref. Tigre	pç	34
8	Curva de 90° de PVC rígido de 20 mm (1/2") ref. Tigre	pç	95
9	Luva de PVC rígido de 40 mm (1.1/4") ref. Tigre	pç	9
10	Luva de PVC rígido de 25 mm (3/4") ref. Tigre	pç	94
11	Luva de PVC rígido de 20 mm (1/2") ref. Tigre	pç	195
12	Bucha e contra-bucha de alumínio para eletroduto de 40 mm (1.1/4") ref. Wetzel	pç	2
13	Bucha e contra-bucha de alumínio para eletroduto de 25 mm (3/4") ref. Wetzel	pç	48
14	Bucha e contra-bucha de alumínio para eletroduto de 20 mm (1/2") ref. Wetzel	pç	280
15	Cabo de cobre Sintenax Antiflan 0,6/1kV, ref.: Pirelli, seção 25 mm ² - Preto	pç	45
16	Cabo de cobre Sintenax Antiflan 0,6/1kV, ref.: Pirelli, seção 25 mm ² - azul	pç	15
17	Cabo de cobre Sintenax Antiflan 0,6/1kV, ref.: Pirelli, seção 16 mm ² - Verde	pç	15

Item	Descrição	Unid.	Quant.
18	Cabo pirastic rígido antiflam 750V, ref.: Pirelli, bitola 1,5 mm ² cor vermelho	m	400
19	Cabo pirastic rígido antiflam 750V, ref.: Pirelli, bitola 1,5 mm ² cor preto	m	400
20	Cabo pirastic rígido antiflam 750V, ref.: Pirelli, bitola 1,5 mm ² cor branco	m	400
21	Cabo pirastic rígido antiflam 750V, ref.: Pirelli, bitola 1,5 mm ² cor amarelo	m	800
22	Cabo pirastic rígido antiflam 750V, ref.: Pirelli, bitola 1,5 mm ² cor azul	m	800
23	Cabo pirastic rígido antiflam 750V, ref.: Pirelli, bitola 1,5 mm ² cor verde	m	800
24	Cabo pirastic rígido antiflam 750V, ref.: Pirelli, bitola 2,5 mm ² cor vermelho	m	300
25	Cabo pirastic rígido antiflam 750V, ref.: Pirelli, bitola 2,5 mm ² cor preto	m	300
26	Cabo pirastic rígido antiflam 750V, ref.: Pirelli, bitola 2,5 mm ² cor branco	m	300
27	Cabo pirastic rígido antiflam 750V, ref.: Pirelli, bitola 2,5 mm ² cor amarelo	m	400
28	Cabo pirastic rígido antiflam 750V, ref.: Pirelli, bitola 2,5 mm ² cor azul	m	400
29	Cabo pirastic rígido antiflam 750V, ref.: Pirelli, bitola 2,5 mm ² cor verde	m	400
30	Cabo pirastic rígido antiflam 750V, ref.: Pirelli, bitola 4 mm ² cor vermelho	m	200
31	Cabo pirastic rígido antiflam 750V, ref.: Pirelli, bitola 4 mm ² cor preto	m	200
32	Cabo pirastic rígido antiflam 750V, ref.: Pirelli, bitola 4 mm ² cor branco	m	200
33	Cabo pirastic rígido antiflam 750V, ref.: Pirelli, bitola 4 mm ² cor verde	m	400
34	Caixa de PVC 100x100x50 mm octogonal na cor preta, com espelho cego de baquelite na cor cinza, completo, ref. Pial	pç	20
35	Caixa de PVC 100x100x50 mm na cor preta, ref. Tigre	pç	1
36	Caixa de PVC 100x50x50 mm na cor preta, ref. Tigre	pç	99
37	Caixa de PVC 100x50x50 mm à prova de umidade, ref. Pial	pç	3
38	Espelho de baquelite 100x50 mm com furo central na cor cinza, completo Ref. Pial	pç	18
39	Tomada 2p+t+universal 250V-10A com espelho 100x50 mm na cor cinza, completo ref. Pial	pç	35
40	Tomada 2p+t+universal 250V-10A com espelho 100x50 mm à prova de umidade na cor cinza, completo ref. Pial	pç	2
41	Tomada para ar condicionado 250V-10A com espelho 100x50 mm, na cor cinza, completo ref. Pial	pç	2
42	Tomada de telefone 4 pinos com espelho 100x50 mm na cor cinza, completo padrão Telebrás ref. Pial	pç	11
43	Botão de campainha com espelho 100x50 mm à prova de umidade, na cor cinza completo Ref. Pial	pç	1
44	Conjunto de interruptor com 2 teclas simples com espelho 100x50 mm na cor cinza, completo ref. Pial	pç	4
45	Interruptor com 1 tecla paralela com espelho 100x50 mm na cor cinza, completo ref. Pial	pç	12
46	Conjunto de interruptor com 1 tecla simples e 1 tecla paralela com espelho 100x50 mm na cor cinza, completo ref. Pial	pç	1
47	Conjunto de interruptor com 2 teclas simples e 1 tecla paralela com espelho 100x50 mm na cor cinza, completo ref. Pial	pç	1
48	Conjunto de interruptor com 3 teclas simples e 2 teclas paralelas com espelho 100x100 mm na cor cinza, completo ref. Pial	pç	1
49	Receptáculo inclinado de procelana com rosca E-27 ref. Lorenzetti	pç	1
50	Refletor à prova de umidade para jardim, com lâmpada a vapor metálico de 250W e reator 220V IFP = 0,86 ref. Wetzel	pç	2
51	As luminárias e lâmpadas ficarão a cargo do proprietário	vb	1
52	Fita isolante Amarela.	pç	2
53	Fita isolante Branca.	m	2
54	Fita isolante Vermelha.	pç	2
55	Fita isolante Verde	pç	2
56	Terminal de compressão para cabo 25 mm ²	pç	12
57	Terminal de compressão para cabo 16 mm ²	pç	8
58	Espiral tube de 1/2" preto	m	70
59	Terminal olhal para cabo 1,5 mm ² .	pç	50
60	Terminal olhal para cabo 2,5 mm ² .	pç	50
61	Terminal olhal para cabo 4 mm ² .	pç	10
62	Terminal pino para cabo 1,5 mm ² .	pç	50
63	Terminal pino para cabo 2,5 mm ² .	pç	50
64	Terminal pino para cabo 4 mm ² .	pç	10
65	Anilha plástica de identificação para cabo 1,5 mm ² . 0 a 9	pç	500
66	Anilha plástica de identificação para cabo 2,5 mm ² . 0 a 9	pç	500
67	Anilha plástica de identificação para cabo 6 mm ² . 0 a 9	pç	300
68	Fita isolante preta, em rolo de 30m, ref.: 3M	pç	20
69	Arame guia 14 BWG	kg	2
70	Cinta plástica T-30R	pç	100
71	Cinta plástica T-15R	pç	100
72	Cinta plástica T50L	pç	100
73	Fita broder para identificação de quadros	pç	2

15.7. Verificação Final da Instalação - Procedimentos

15.7.1. Documentação e Ensaaios

A **NBR 5410:2004, item 7.1.1**, diz que: "Toda instalação nova, ampliação ou reforma existente **deve ser inspecionada e ensaiada**, durante a execução e/ou quando concluída, antes de ser colocada em serviço pelo usuário". Veja em seguida como proceder:

1. **Documentação:** deve ser entregue às pessoas encarregadas da verificação. Toda a "documentação, como especificado em 15.5, deve refletir a instalação '**como construída**'.
 - "As instalações para as quais não se prevê equipe permanente de operação, supervisão e/ou manutenção, composta por pessoal advertido ou qualificado (BA4 ou BA5, tabela 15.1), deve ser entregues acompanhadas de um manual do usuário, redigido em linguagem acessível a leigos, que contenha, no mínimo, os seguintes elementos:"(6.1.8.3).
 - a) Esquema(s) do(s) quadro(s) de distribuição com indicação dos circuitos e respectivas finalidades, incluindo relação dos pontos alimentados, no caso de circuitos terminais;
 - b) Potências máximas que podem ser ligadas em cada circuito terminal efetivamente disponível;
 - c) Potências máximas previstas nos circuitos terminais deixados como reserva, quando for o caso; e
 - d) Recomendação explícita para que não sejam trocados, por tipos com características diferentes, os dispositivos de proteção existentes no(s) quadro(s).

Nota: São exemplos de tais instalações as de unidades residenciais, de pequenos estabelecimentos comerciais, etc.

2. **Segurança das pessoas:** devem ser tomadas todas as precauções necessárias por ocasião das inspeções e ensaios, de tal forma que garantam a integridade física das pessoas, da propriedade e dos equipamentos instalados.
3. **Ampliação ou reforma:** todo cuidado deve ser tomado no sentido de que não comprometam as instalações existentes.
4. **Qualificação/Relatório:** "As verificações devem ser realizadas por profissionais qualificados, com experiência e competência em inspeções. As verificações e seus resultados devem ser documentados em um relatório".
5. **Inspeção visual:** deve preceder os ensaios e ser efetuada com a instalação desenergizada. A inspeção visual deve incluir no mínimo a verificação dos seguintes pontos:
 - a) medidas de proteção contra choques elétricos e efeitos térmicos;
 - b) seleção e instalação das linhas elétricas;
 - c) seleção, ajuste e localização dos dispositivos de proteção;
 - d) presença dos dispositivos de seccionamento e comando, sua adequação e localização;
 - e) adequação dos componentes e das medidas de proteção às condições de influências externas existentes. Consultar seção 9 e anexo C da Norma;
 - f) identificação dos componentes;
 - g) presença de instruções, sinalizações e advertências requeridas;
 - h) execução das conexões, conforme 10.6;
 - i) acessibilidade.
6. **Ensaaios:** devem ser realizados, quando pertinentes e, preferivelmente, na sequência apresentada:
 - a) continuidade dos condutores de proteção e das equipotencializações principal e suplementares (7.3.2);
 - b) resistência de isolamento da instalação elétrica (7.3.3);
 - c) resistência de isolamento das partes da instalação objeto de SELV, PELV ou separação elétrica (7.3.4);
 - d) seccionamento automático da alimentação(7.3.5);
 - e) ensaio de tensão aplicada (7.3.6) - Tabela 61 da norma; e
 - f) ensaios de funcionamento (7.3.7).
7. **Conformidade:** caso as verificações não apresentem resultados satisfatórios ou não estejam em conformidade, os ensaios devem ser repetidos.

15.7.2. Manutenção

A **NBR 5410:2004, item 8.1**, diz que a periodicidade da manutenção deve ser adequada a cada tipo de instalação, considerando os critérios de complexidade, importância, influências externas e a vida útil dos componentes, em função das atividades desenvolvidas. Portanto, a determinação da periodicidade fica por conta do responsável pela manutenção da empresa e deve ser feita, preferencialmente, por escrito. E para todo tipo de manutenção deve-se observar:

- 1. Qualificação do Pessoal:** "Verificações e intervenções nas instalações elétricas devem ser executadas somente por pessoas advertidas (BA4) ou qualificadas (BA5), conforme tabela 15.1.

Tabela 15.1 - Competência das pessoas (Tabela 18 da NBR 5410:2004).

Código	Classificação	Características	Aplicações e Exemplos
BA1	Comuns	Pessoas inadvertidas	-
BA2	Crianças	Crianças em locais a elas destinados ¹⁾	Creches, escolhas.
BA3	Incapacitadas	Pessoas que não dispõem de completa capacidade física ou intelectual (idosos, doentes)	Casas de repouso, unidades de saúde
BA4	Advertidas	Pessoas suficientemente informadas ou supervisionadas por pessoas qualificadas, de tal forma que lhes permite evitar os perigos de eletricidade (pessoas de manutenção e/ou operação)	Locais de serviço elétrico
BA5	Qualificadas	Pessoas com conhecimento técnico ou experiência tal que lhes permite evitar os perigos da eletricidade (engenheiros e técnicos)	Locais de serviço elétrico fechados

¹⁾ Esta classificação não se aplica necessariamente a locais de habitação.

2. Verificação de rotina - Manutenção preventiva

- 2.1 - Condutores
- 2.2 - Quadros de distribuição e painéis
 - 2.2.1 - Estrutura
 - 2.2.2 - Componentes
- 2.3 - Equipamentos móveis
- 2.4 - Ensaios
- 2.5 - Ensaio geral

3. Manutenção corretiva

Se, por acaso, a instalação ou parte dela apresentar, como resultado das verificações finais for considerada insegura deve ser tomada todas as medidas necessárias com relação a segurança desenergizando, no todo ou na parte que apresenta problemas, e somente deve ser recolocada em serviço somente após a correção dos problemas detectados.

Conclusão

Com relação à manutenção, a norma não explica detalhadamente os critérios para a sua realização, apenas cita procedimentos gerais.

O bom profissional da área elétrica é aquele que se preocupa com a qualidade do trabalho realizado. Ele deve saber que a integridade física dos usuários, da instalação e do empreendimento como um todo depende disso, ou seja, tanto as verificações finais da instalação como a sua manutenção são extremamente importantes.

Já ocorreram muitos casos em que clientes e usuários tiveram prejuízos financeiros, processos judiciais, parada da produção, transtornos, perda de tempo. Esses problemas poderiam ter sido evitados se tivessem dado maior importância às verificações e inspeções das instalações elétricas. Não devemos ser negligentes. Todo trabalho bem realizado proporciona ótimos benefícios, como economia, segurança, conforto e bem-estar para o cliente e usuários finais da instalação.

Bibliografia

Livros:

- COTRIM, A.A.M.B. **Instalações Elétricas**. 3. ed. São Paulo: Makrom Books, 1992.
- _____. **Manual de Instalações Elétricas**. 2. ed. São Paulo: McGraw-Hill, 1985.
- CREDER, H. **Instalações Elétricas**. 14. ed. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 2000.
- LEITE, D. M.; LEITE, C. M. **Proteção Contra Descargas Atmosféricas**. V. 1. São Paulo: MM, 1993.
- MORETTO, V. P. **Elettricidade: Física em Módulos de Ensino**. São Paulo: Ática.
- NEGRISOLLI, M. E. M. **Instalações Elétricas: Projetos Prediais em Baixa Tensão**. São Paulo: Edgard Blücher, 1981.
- NISKIER, J.; MACINTYRE, A.J. **Instalações Elétricas**. 3. ed. Rio de Janeiro: Guanabara, 1996.
- SCHMIDT, W. **Equipamento Elétrico Industrial**. São Paulo: Mestre Jou.
- _____. **Materiais Elétricos**. volume 1. São Paulo: Edgard Blücher, 1979.

Normas Técnicas:

ABNT:

- NBR 5410:2004 - Instalações elétricas de baixa tensão.
- NBR 5361:1998 - Disjuntores de baixa tensão.
- NBR 5413:1992 - Iluminação de interiores - Procedimento.
- NBR 5419:2001 - Proteção de estruturas contra descargas atmosféricas.
- NBR 5444:1989 - Símbolos gráficos para instalações elétricas.
- NBR 6147:2000 - Plugues e tomadas para uso doméstico e análogo - Especificação.
- NBR 6150:1980 - Eletrodutos de PVC rígidos - Especificação.
- NBR 6527:2000 - Interruptores para instalação elétrica fixa doméstica e análoga - Especificação.
- NBR 9513:1986 - Emendas para cabos de potência isolados para tensões até 750V - Especificação.
- NBR 11301:1990 - Cálculo da capacidade de condução de corrente de cabos isolados em regime permanente (fator de carga 100%) - Procedimento.
- NBR 13249:2000 - Cabos e cordões flexíveis para tensões até 750V - Especificação.
- NBR 14136:2002 - Plugues e tomadas para uso doméstico e análogo até 20 A/250V em corrente alternada - Padronização.
- NBR NM 60898:2004 - Disjuntores para proteção de sobrecorrentes para instalações domésticas e similares (IEC 60898:1995, MOD).

Concessionárias:

- ND 5.1 - Fornecimento em Tensão Secundária, Rede de Distribuição Aérea, Edificações Individuais (CEMIG).
- ND 5.2 - Fornecimento em Tensão Secundária, Rede de Distribuição Aérea, Edificações coletivas (CEMIG).
- NTC 9-01100 - Fornecimento em Tensão Secundária de Distribuição (COPEL).
- NTC 9-01110 - Atendimento a Edifícios de Uso Coletivo (COPEL).

Manuais de Fabricantes e Concessionárias:

- BTICINO/PIRELLI - Proteção das Pessoas contra Choques Elétricos.
- CEMIG - Eletricidade no Lar.

CESP - Manual de Instalação Elétrica.

CESP/PIRELLI - Instalações Elétricas Residenciais - Informações e Recomendações. São Paulo.

CLAMPER - Proteção Contra Surtos Transitórios.

CNI (Confederação Nacional da Indústria) - Guia do Consumidor Inteligente de Energia Elétrica.

COPEL - Utilização da Energia Elétrica na Empresa.

PHILIPS - Manual de Iluminação, Eindhoven, 1986.

PHILIPS - Os benefícios de uma boa iluminação.

PIRELLI - Jornal da Eletricidade - Mai/93; Fev/92; Nº 45/95; Nºs 46 e 47/96.

PIRELLI/ED.PINI - Manual Pirelli de Instalações Elétricas, 1993.

UNI/SIGNAL - Medidores Digitais de Resistência de Terra.

Catálogos de Fabricantes:

Bosch, Caracol, Comala/Steinel, Daisa, Eletron, Eluma, Ingemag, Ficap, Forplas, Gedore, General Eletric, Ind. Eletromecânica Linza, Ind. Mecânica Marinaro, Jackwal, Kanaflex, Lorenzetti, Metalúrgica Wetzel, Osram, Philips, Pial-Legrand/Bticino, Pirelli, Pulsonic IFM, Raychem, Ridgid, Siemens, Stillson, Sylvania, Thabor, Finder Componentes Ltda.

Empresas:

ICO Comercial S. A. - Ferramentas e Equipamentos.

PARALELO - Eletricidade Industrial e Engenharia de Obras.

Marcas Registradas

Todos os nomes registrados, marcas registradas, ou direitos de uso citados neste livro, pertencem aos respectivos proprietários.

INSTALAÇÕES ELÉTRICAS PREDIAIS

Objetivos:

- 1- Geração de Energia Elétrica
- 2- Noções de Eletricidade
- 3- Utilização de Ferramentas
- 4- Luminotécnica
- 5- Simbologia conforme NBR 5410:2004
- 6- Instalações de Interruptores, Lâmpadas, Tomadas, Minuteria, Sinalização e Quadros de Distribuição
- 7- Segurança em Instalações Elétricas - NR-10
- 8- Previsão de Cargas e Divisão da Instalação
- 9- Fornecimento de Energia Elétrica
- 10- Dimensionamento de Instalações Elétricas:
 - Condutores
 - Proteção
 - Eletrodutos
- 11- Aterramento em Instalações Elétricas
- 12- Proteção contra Descargas Atmosféricas - DPS
- 13- Projeto Elétrico
- 14- Verificação Final de Instalação Elétrica

Autores:

GERALDO CAVALIN

Técnico em Eletrotécnica; formação superior em Administração Escolar; formação superior em Licenciatura Plena para graduação de professores da parte de formação especial do currículo do ensino de 2º grau; pós-graduação em Magistério Superior; professor do Centro Federal de Educação Tecnológica do Paraná das disciplinas de Projetos e Instalações Elétricas.

SEVERINO CERVELIN

Técnico em Eletrotécnica; formação superior em Administração Escolar; formação superior em Licenciatura Plena para graduação de professores da parte de formação especial do currículo do ensino de 2º grau; pós-graduação em Magistério Superior; mestre em Engenharia da Produção pela UFSC em 2000; professor do Centro Federal de Educação Tecnológica do Paraná das disciplinas de Projetos e Instalações Elétricas.

"Os sites ou e-mails eventualmente mencionados neste livro são ilustrativos, podendo ser modificados ou extintos a qualquer momento."



www.editoraerica.com.br

ISBN: 85-7194-541-1



9 788571 945418