CAPÍTULO I - Introdução

As instalações elétricas em edifícios industriais e públicos têm um alto nível de exigência, nomeadamente com a segurança das pessoas, bens e a disponibilidade de energia. Na área das engenharias, diversos fatores revelam-se importantes para atingir este nível de exigência, tais como:

- Segurança, bem-estar e conforto, contribuindo para isso um bom projeto.
- Bom funcionamento das instalações elétricas, continuidade de serviço.
- Um plano de proteções adequado que satisfaça todos os critérios exigidos.

O Mestrado em Engenharia Eletromecânica, veio disponibilizar aos Engenheiros um complemento na área de edifícios industriais e públicos, incluindo os já referidos níveis de exigência.

A realização do estágio para execução de projetos e acompanhamento de obra foi a melhor forma de aplicar os conhecimentos teóricos e práticos já adquiridos neste mestrado.

O estágio foi realizado na empresa Licínio Alegre Engenharia, Lda, em Anadia, cuja atividade se centra na realização de projetos de diversas áreas, nomeadamente eletricidade, Infraestruturas de Telecomunicações em Edifícios (ITED) e Segurança Contra Incêndios (SCI). Os edifícios projetados vão desde industriais, a públicos e a vivendas unifamiliares, sendo a empresa responsável desde o licenciamento do projeto até à exploração, neste último para o caso dos industriais.

O estagiário esteve envolvido na realização de projetos das áreas abrangidas pela empresa, com uma forte participação na área de eletricidade. No decorrer do estágio foram realizados dois grandes trabalhos, que envolveram levantamento de dados, reuniões, correções e por fim submissão do projeto à análise pela Direção Geral de Energia e Geologia (DGEG) ou Associação Certificadora de Instalações (CERTIEL).

1.1. A empresa

A Licínio Alegre Engenharia, Lda, é uma empresa que trabalha para a Câmara Municipal de Anadia (CMA) e para pequenas e médias empresas (PMEs). Nos trabalhos realizados para a CMA tem como função fazer um acompanhamento de todas as obras camarárias, desde o seu projeto até a responsabilidade de exploração e ainda dar apoio em assuntos ligados à parte elétrica, como contagem, faturas e consumos. Nas PMEs, a maior parte destas explorações industriais estão localizadas entre Aveiro e Anadia, e os trabalhos realizados são projetos de novas infraestruturas, ampliações e termo de exploração.

O responsável é o Eng. Licínio Alegre, com uma forte experiência em projeto nas áreas abrangidas pelo gabinete.

1.2. Trabalho realizado

Os trabalhos realizados pelo estagiário foram:

- Projeto elétrico de uma indústria avançada, "Indústria de Etiquetas" - constituído por uma rede de distribuição de energia em baixa tensão, incluindo um posto de transformação (PT) e seccionamento, redes de alimentação e comando de equipamentos, redes de terras e iluminação de interiores e exteriores.
- Projeto elétrico de um Pavilhão Gimnodesportivo - constituído por redes de alimentação e comando de equipamentos, redes de terras, iluminação de interiores e exteriores.

Para ambos os projetos/processos, os elementos constituintes, incluindo memória descritiva, cálculos, peças desenhadas e folha de identificação de projeto, foram feitos pelo estagiário.

1.3. Objetivos

Os objetivos do estagiário na realização do estágio nesta empresa foram:
- Realização de projetos elétricos de indústrias e de serviços públicos.
- Aproximação, familiarização, adaptação e acompanhamento de obra/projeto.
- Tomar conhecimento de materiais usados em obra/projeto.
- Colocação em prática dos conhecimentos teóricos aprendidos no mestrado.
- Aplicação de regras e regulamentos em vigor.
- Cálculo de potências de redes de alimentação, tomadas e iluminação.

1.4. Fases de trabalho

Durante o estágio houve várias fases de trabalho, sendo elas as seguintes:

- Fase 1 - nesta fase foi analisada e preparada a fase para começar a trabalhar fora de Coimbra.
- Fase 2 - foi composta por uma adaptação do estagiário às atividades executadas pela empresa, horários, prioridades de projetos, distribuição de tarefas, consulta de legislação.
- Fase 3 - constituição dos projetos/processos, acompanhamento de reuniões, adaptação do programa de desenho usado pela empresa, AutoCAD, incluindo novas metodologias de desenho, desenvolvimento de memórias descritivas.
- Fase 4 - finalização de projetos/processos e realização do relatório de estágio.

Tabela 1.1 Cronograma das fases de trabalho

<table>
<tr><th colspan="11">Cronograma das fases de trabalho</th></tr>
<tr><td>Mês</td><td>Dezembro</td><td>Janeiro</td><td>Fevereiro</td><td>Março</td><td>Abril</td><td>Maio</td><td>Junho</td><td>Julho</td><td>Agosto</td><td>Setembro</td></tr>
<tr><td>Fase 1</td><td colspan="4">Fase de preparação para começar o estagio fora de Coimbra.</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>Fase 2</td><td></td><td></td><td></td><td colspan="3">Adaptação a metodologia de trabalho da empresa</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>Fase 2</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td colspan="4">Integração no modo de processamento de projetos/processos</td><td></td></tr>
<tr><td>Fase 3</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td colspan="3">Finalização dos projetos e realização do relatório</td></tr>
</table>

CAPÍTULO II – Condições Técnicas

A conceção de um projeto de instalações elétricas depende de determinadas regras e parâmetros definidos pela lei, sendo necessário recorrer a regulamentação e normas. Para tal, neste capítulo serão descritas nas várias alíneas, as secções das Regras Técnicas de Instalações Elétricas de Baixa tensão (RTIEBT) e outras normas Portuguesas mais relevantes para assim poder assegurar as condições necessárias para elaboração de um bom projeto de instalações elétricas.

2.1. O Projeto

As instalações elétricas são parte de um conjunto de necessidades de um projeto industrial ou público, compreendendo um conjunto de considerações que passam desde a aquisição de licenças, a taxas que estão sujeitas às referidas instalações.

Tal como é referido no site de SEGURANÇA ONLINE: "As Regras Técnicas das Instalações Elétricas de Baixa Tensão (RTIEBT), estabelecidas pela Portaria nº 949-A/2006, definem as normas pelas quais o estabelecimento e a exploração das instalações elétricas, assim como a utilização de energia, devem ser regidas.

As RTIEBT, apontam medidas para garantir a segurança de todos os utilizadores e assegurar que há condições para que as atividades económicas da empresa ou instituição se desenvolvam, diminuindo ao máximo os danos materiais."
(SEGURANÇA ONLINE, 2016)

2.1.1. Legislação

Nas instalações elétricas existe um conjunto de leis de que satisfaz a sua segurança e ao mesmo tempo permite uma adaptação às exigências de uma entidade pública ou industrial, sem nunca condicionar a sua evolução/progresso dessa identidade.

Tal como é referido nas RTIEBT: "O Decreto-Lei n.º 226/2005, de 28 de Dezembro, estabeleceu que as Regras Técnicas das Instalações Elétricas de Baixa Tensão (RTIEBT) são aprovadas por portaria do ministro que tutela a área da economia, sob proposta do diretor-geral de Geologia e Energia".

As RTIEBT indicam ainda as normas para a conceção do projeto de instalações elétricas, garantindo confiabilidade na sua correta execução e satisfazendo as necessidades para correta utilização para a qual foi destinada.

2.1.2. Elementos constituintes de um Projeto Elétrico

Todo o processo/projeto elétrico de uma obra deve ser constituído pelos seguintes elementos:

- Comprovativo de inscrição como técnico responsável pela elaboração de projetos, na ordem profissional respetiva (Ordem dos Engenheiros ou Ordem dos Engenheiros Técnicos);
- Ficha de identificação do projeto;
- Ficha eletrotécnica;
- Termo de Responsabilidade;
- Memoria Descritiva, Justificativa;
- Peças Desenhadas:
    - Planta de localização, com uma escala não inferior a 1:2500;
    - Plantas com o traçado das canalizações indicando os elementos que satisfazem o dimensionamento correto conforme descrito na memória.
    - Poder-se-á incluir alçados, cortes ou pormenores.
    - Esquemas de circuitos, incluindo numeração, e dispositivos a montante e a jusante

Todas as peças escritas e desenhadas devem ser rubricadas pelo técnico.

2.1.3. Classificação das instalações

O DL101/2007, faz a classificação das instalações em três categorias diferentes, consoante o tipo de alimentação elétrica.

Assim sendo, no referido decreto lei diz: "As instalações elétricas de serviço particular, para efeitos do seu licenciamento ou aprovação, classificam-se nos três tipos seguintes:

- Tipo A — instalações de carácter permanente com produção própria, não incluídas no tipo C;
- Tipo B — instalações que sejam alimentadas por instalações de serviço público em média, alta ou muito alta tensão;
- Tipo C — instalações alimentadas por uma rede de distribuição de serviço público em baixa tensão ou instalações de carácter permanente com produção própria em baixa tensão até 100 kVA, se de segurança ou de socorro." (DL101/2007, Artigo 7)

2.1.3. Instalações que carecem de projeto

Na tabela 2.1. estão identificadas todas as instalações que carecem de projeto elétrico.

Tabela 2.1 Instalações que carecem de projeto elétrico (CERTIEL, 2016)

Tipo de instalação a certificar:	**Já certificada? (em exploração)**	**Carece de projeto aprovado?**
Instalação elétrica do tipo C situada em recinto público ou privado e destinado a espetáculos ou outras diversões (1) (5)	Sim	Sim (2)
	Não	
Instalação elétrica estabelecida em local sujeito a risco de explosão (5)	Sim	Sim (2)
	Não	
Instalação elétrica de serviço particular do tipo C cuja potência a alimentar pela rede seja superior a 50 kVA	Sim	Sim (2)
	Não	
Instalação elétrica de parque de campismo ou porto de recreio (marina) (5)	Sim	Sim (2)
	Não	
Instalação elétrica de serviço particular do tipo C cuja potência a alimentar pela rede seja superior a 50 kVA dotada de gerador de socorro e ou segurança. (7)	Sim	Sim (2) (6)
	Não	
Instalação elétrica de serviço particular do tipo C cuja potência a alimentar pela rede seja inferior a 50 kVA dotada de gerador de socorro e ou segurança.	Sim	Não (6)
	Não	
Rede particular de distribuição de energia elétrica em baixa tensão e respetiva instalação de iluminação de exterior (5)	Sim	Sim (2)
	Não	
Aumento de potência para um local comercial alimentado pelo quadro de colunas (4)	Sim	Sim (2)
	Não	
Aumento de potência para um local comercial alimentado pelo quadro de colunas, sendo agora alimentado por ramal independente (4)	Sim	Sim (2)
	Não	
Aumento de potência para um local comercial alimentado por ramal independente (4)	Sim	Dispensa (3)
	Não	Sim (2)
União de dois ou mais locais comerciais que eram alimentados por ramal independente, passando agora a um só, alimentado por ramal independente (4)	Sim	Sim (2)
	Não	
União de dois ou mais locais comerciais que eram alimentados pelo quadro de colunas, passando agora a um só, alimentado pelo quadro de colunas (4)	Sim	Sim (2)
	Não	
Modificação de um local comercial sem alteração da potência a alimentar (4)	Sim	Dispensa(3)
	Não	Sim (2)

Notas:

Não dispensa a consulta do Anexo I do DL n.º 517/80, de 31 de outubro, com as alterações previstas no Artigo 3. ° do DL n.º 101/2007, de 2 de abril, e demais legislações aplicáveis.

(1)Incluindo-se, nomeadamente, teatros, cinemas, praças de touros, casinos, circos, clubes, discotecas, piscinas públicas, associações recreativas ou desportivas, campos de desporto, casas de jogo, autódromos e outros recintos de diversão.

(2) A instalação a certificar deverá estar conforme projeto aprovado, inicial ou retificativo (se existirem modificações).

(3) Embora careça, por decisão superior dispensa-se a sua apresentação conforme comunicado "Remodelação de instalações de utilização alimentadas por ramal próprio" (Boletim Março de 2004), sendo válido desde que a potência a certificar seja igual ou inferior a 50 kVA.

(4) Válido para uma instalação inserida num imóvel em que a soma da potência a alimentar, por um ou mais ramais, seja superior a 50 kVA.

(5) Independentemente da potência a alimentar.

(6) Todos os geradores carecem de certificado de exploração.

(7) Embora o ou os geradores não careçam por si só de projeto aprovado, estes terão de fazer parte do projeto da instalação elétrica.

2.2. Elaboração do projeto

Na concretização de um projeto a nível das instalações elétricas, existem considerações e procedimentos para o dimensionamento da instalação.

Os aspetos fundamentais para cada parte constituinte do projeto são os seguintes:

- Conceção das instalações;
- Indicação das caraterísticas técnicas dos equipamentos a empregar ou das respetivas normas.
- Caraterísticas dos aparelhos de utilização previstos para que se permitam dimensionar os circuitos em que estão inseridos;
- Os circuitos e as respetivas proteções contra sobreintensidades, com os cálculos eventualmente necessários para o seu efeito.
- As instalações de entrada, indicação das proteções contra sobreintensidades e respetiva justificação;
- Indicação do sistema adotado para proteção das pessoas e descrição pormenorizada da execução dos circuitos de proteção e dos respetivos elétrodos de terra.
- Alimentações necessárias a máquinas ou outros equipamentos.

2.2.1. Classificação dos locais: fatores de influência externas

A segurança e as boas funcionalidades das instalações dependem do modo do seu estabelecimento e da correta adaptação das caraterísticas dos elementos que a constituem às condições ambientes de cada local.

A seleção das canalizações que alimentam os equipamentos, será a mais apropriada de acordo com as condições ambientais da instalação.

A classificação das influências externas é um fator importantíssimo, e por isso estão estipuladas nas RTIEBT nas secções 320.2 a 323.2. Estes fatores são identificáveis mediante um código

alfanumérico constituído sempre por um grupo de duas letras maiúsculas e de um algarismo, colocado pela ordem seguinte:

- A primeira letra caracteriza a categoria geral das influências externas:

  A. — Ambientes;

  B. — Utilizações;

  C. — Construção de edifícios.

- A segunda letra caracteriza a natureza da influência externa para:

  — Os Ambientes será de A até S (17 naturezas);

  — As Utilizações será de A até E (5 naturezas);

  — A Construção de edifícios será de A até B (2 natureza);

- O algarismo caracteriza a classe de cada uma das influências externas para:

  — Os Ambientes será de 1 a 8;

  — As Utilizações será de 1 a 5;

  — A Construção de edifícios será de 2 a 4.

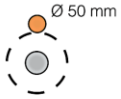
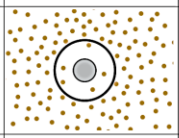
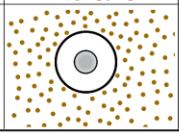
Assim sendo, no começo de um projeto deve-se classificar cada zona do projeto/arquitetura, de modo a obtermos um conjunto de códigos de 3 dígitos, desta forma distinguimos tipos de ambientes, aplicando uma classificação de uma das 95 classes de ambientes diferentes, e que caracterizam os equipamentos a instalar de forma adequada em cada zona. As tabelas com os códigos, encontram-se no Anexo I.

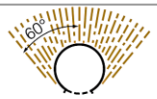
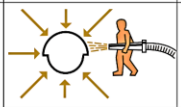
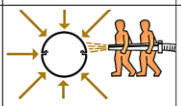
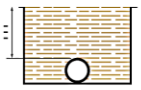
2.2.2. Índice de Proteção

De acordo com as classificações/códigos de influências externas, dadas no tópico anterior, determinada zona do edifício irá ter determinado equipamento com o respetivo Índice de Proteção (IP).

As classes de proteção IP definidas pela norma EN 60529, representam a proteção contra a penetração de corpos sólidos e líquidos, Tabela 2.2. (LEGRAND 2013/2014)

Tabela 2.2 Índice de Proteção (LEGRAND 2013/2014)

1º algarismo: proteção contra corpos sólidos		
IP	**testes**	
0		Sem proteção
1		Protegido contra a penetração de corpos sólidos de diâmetro superior a 50 mm (ex.: contactos involuntários da mão)
2		Protegido contra a penetração de corpos sólidos de diâmetro superior a 12,5 mm (ex.: dedo da mão)
3		Protegido contra a penetração de corpos sólidos de diâmetro superior a 2,5 mm (ex.: fios, ferramentas)
4		Protegido contra a penetração de corpos sólidos de diâmetro superior a 1 mm (ex.: fios de pequeno diâmetro, ferramentas finas)
5		Protegido contra a penetração de poeiras
6		Totalmente protegido contra a penetração de poeiras

2º algarismo: proteção contra água		
IP	**testes**	
0		Sem proteção
1		Protegido contra quedas verticais de gotas de água (condensação)
2		Protegido contra quedas de gotas de água até 15° da vertical
3		Protegido contra água da chuva até 60° da vertical
4		Protegido contra a projeção de água de todas as direcções
5		Protegido contra jactos de água à lança de todas as direcções
6		Protegido contra projeções de água semelhantes a vaga de mar
7		Protegido contra os efeitos da imersão em água
8		Protegido contra os efeitos de imersão prolongada em água sob pressão

Assim sendo, no referido decreto-lei diz: “A seleção das características dos equipamentos em função das influências externas é necessária não apenas para o seu correto funcionamento, mas também para garantir a fiabilidade e proteção das instalações elétricas. As medidas de proteção garantidas pela construção dos equipamentos são válidas também para dadas condições de influências externas dado que os ensaios correspondentes, previstos pelas especificações dos equipamentos, forem efetuados nessas condições de influências externas.” (DGEG, 2006) (Secção 512.2.4 *das RTIEBT*)

Tabela 2.3 IP mínimos dos equipamentos em função da presença de água e de corpos sólidos (CERTIEL, Ficha-Técnica_33, 2005)

CARACTERÍSTICAS DOS EQUIPAMENTOS EM FUNÇÃO DA PRESENÇA DE ÁGUA A QUE PODEM FICAR SUBMETIDOS

Classe das influências externas	Código	IP mínimo	RTIEBT
Desprezável	AD1	IPX0	
Gotas de água	AD2	IPX1	
Chuva	AD3	IPX3	
Projecção de água	AD4	IPX4	512.2.4
Jactos de água	AD5	IPX5	
Jactos de água fortes ou massas de água	AD6	IPX6	
Imersão temporária	AD7	IPX7	
Imersão prolongada	AD8	IPX8	

CARACTERÍSTICAS DOS EQUIPAMENTOS EM FUNÇÃO DA PRESENÇA DE CORPOS SÓLIDOS ESTRANHOS A QUE PODEM FICAR SUBMETIDOS

Classe das influências externas	Código	IP mínimo	RTIEBT
Desprezável	AE1	IP0X	
Objectos pequenos (≤ 2,5 mm)	AE2	IP3X	
Objectos muito pequenos (≤ 1 mm)	AE3	IP4X	
Poeiras ligeiras	AE4	IP5X ou IP6X	512.2.4
Poeiras médias	AE5	IP5X ou IP6X	
Poeiras abundantes	AE6	IP5X ou IP6X	

2.2.3. Índice de Proteção Mecânica

As influências externas, além do IP, influenciam o Índice de Proteção Mecânica (IK) Este índice associado à norma EN 62262, representa a proteção contra choques mecânicos externos, ou seja, representa a resistência aos impactos mecânicos que um equipamento ou material pode suportar. (CERTIEL, Ficha-Técnica_33, 2005)

Tabela 2.4 Índice de Proteção Mecânica (CERTIEL, Ficha-Técnica_33, 2005)

CARACTERÍSTICAS DOS EQUIPAMENTOS EM FUNÇÃO DOS IMPACTOS A QUE PODEM FICAR SUBMETIDOS

Classe das influências externas	**Código**	**IK mínimo**	**RTIEBT**
Fracos	AG1	IK02	
Médios	AG2	IK07	512.2.4
Fortes	AG3	IK08 a IK10	

Tabela 2.5 Requisitos “Mínimos” e respetivos IK (CERTIEL, Ficha-Técnica_33, 2005)

ALGUNS REQUISITOS "MÍNIMOS" E RESPECTIVOS IK PREVISTOS NAS RTIEBT

			IK mínimo	RTIEBT
Canalizações embebidas			IK 07	521.9.2
Canalizações enterradas			IK 08	521.9.6
Condutas de colunas embebidas			IK 07	803.4.1.1
Condutas de colunas à vista			IK 08	
Condutas de colunas em ductos			IK 07	
Local sujeito a risco de explosão	Zona 1		IK10	801.1.2.7
Estabelecimento recebendo público	Nos locais acessí-veis ao público	Canalizações pré-fabricadas	IK07	801.2.1.1.4
Recinto de espectáculos e divertimentos públicos	Canalizações à vista no volume de acessibilidade		IK08	801.2.7.1.1.2
Parque de estacionamento coberto	AG3	A menos de 2 m do piso	IK08 a IK10	801.2.8.4

Uma informação importante que faz referencias nas RTIBT é: “Quando diferentes influências externas puderem existir simultaneamente, os seus efeitos podem ser independentes ou influenciarem-se mutuamente e os códigos IP e IK devem ser selecionados em conformidade.” (DGEG, 2006) (Secção 512.2.3 das RTIEBT)

2.3. Estrutura das instalações

As instalações elétricas de utilização, de uma forma geral, devem ser estruturadas de forma a obter uma distribuição de energia do tipo radial, conforme a figura 2.1.

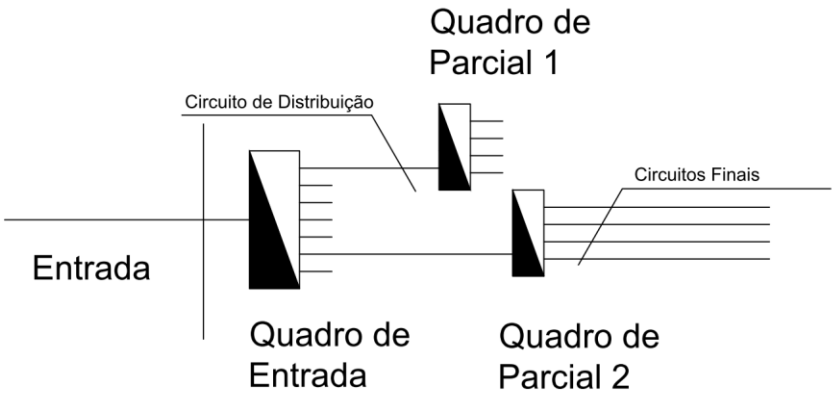


Figura 2.1 Estrutura das Instalações

As instalações devem ser dotadas de um quadro com a designação de Quadro de Entrada, (Secção 801.1.1.4 das RTIEBT) obrigatoriamente, e depois podem ter Quadros Parciais, estando estes ligados ao Quadro de Entrada, toda a estrutura de quadros depende dos seguintes pontos:

- Estrutura do edifício (número de andares, número de edifícios), neste caso, cada fração terá de ter um quadro correspondente.
- Atividade desenvolvida no edifício (estabelecimento comercial, industrial).
- Existência ou não de potências elevadas.
- Existência de elevada concentração de aparelhos de utilização, em locais específicos.
- Num edifício com vários andares, deve ser dotado de um quadro por piso, que desempenha a função equivalente a quadro de entrada desse piso, quando este não puder ter o corte geral desse piso, deve ter nesse caso indicação dos quadros parciais que não são cortados por este.

2.3.1. Localização do quadro de entrada.

Qualquer edifício tem o que se chama uma entrada principal, sendo este o local recomendado para a instalação do Quadro de Entrada. Isto é uma medida de segurança, para no caso de ocorrer um incêndio ou outra catástrofe, ser possível fazer o corte rápido de energia.

Complementando, as regras dizem: "Quando, técnica ou economicamente, não for aconselhável localizar o quadro de entrada junto ao acesso normal do recinto, este pode ficar instalado num outro local, desde que possa ser desligado à distância a partir do acesso normal ao recinto." e "O quadro de entrada deve ser instalado em local adequado e de fácil acesso, por forma a que os aparelhos nele montados fiquem, em relação ao pavimento, em posição facilmente acessível." (DGEG, 2006) (Secção 801.1.1.5 das RTIEBT)

2.4. Número de circuitos finais recomendados

Para definir o número de circuitos numa dada instalação elétrica de qualquer instalação, seja ela industrial ou pública, é importante que antecipadamente, se conheçam as seguintes partes:

- O formato, proporção e construção do edifício;
- A compartimentação do edifício e as suas finalidades;
- A localização, natureza e potência de todo o equipamento elétrico que nele se prevê instalar;
- Localização dos pontos de utilização dos equipamentos

Nas zonas consideradas de elevado nível de risco acrescentado para pessoas, a constituição deve ter cuidados adicionais.

Deve-se ter em atenção para que haja quadros parciais em zonas concentradas de circuitos e zonas isoladas, a fim de assegurar um corte mais rápido da energia no caso de um acidente.

A constituição da instalação elétrica não deve ser elaborada/projetada como um sistema que esteja fechado, pelo contrário, é necessária a sua flexibilidade, e ser estruturada e dimensionada de modo a permitir futuras ampliações.

Ainda alguns princípios devem ser levados em conta na estrutura de um edifício, tais como:

- Circuitos finais de alimentação de máquinas devem ser independentes, tanto para potências significativas ou mais baixas.
- Circuitos para máquinas cuja garantia de bom funcionamento requer essa independência.
- Circuitos destinados a iluminação e tomadas de modo a não ultrapassar mais de 8 pontos de distribuição.
- Circuitos independentes para alimentação de aparelhos fixos, climatização ambiente, de modo a não alimentar mais do que equipamentos.
- Previsão de circuitos independentes para todos os equipamentos.

2.5. Princípios gerais de seleção e instalação

Na escolha e instalação das canalizações elétricas vários são os princípios fundamentais para uma boa constituição da rede de alimentação a cada equipamento:

- Seleção dos seus elementos constituintes de entre os que sejam normalizados.
- Seleção dos condutores com isolamento nas cores convencionais adequadas.
- Colocação das canalizações de modo a permitir a sua fácil substituição.
- Dimensionamento correto das mesmas, tanto em relação a condutas, esteiras ou tubos.
- Estabelecimento e marcação de canalizações de modo a permitir a sua fácil identificação, nomeadamente quando coexistentes lado a lado, várias canalizações.
- As canalizações não devem ser propagadoras de chama.
- Devem ter os IP e IK consoante a constituição da zona.
- Cada circuito deve estar separado por um dispositivo de proteção magnetotérmica (disjuntor).
- Na mesma canalização só devem existir condutores suscetíveis de ter a mesma tensão.
- As canalizações em ocos de construção devem-se colocar e retirar sem necessidade de operação nos elementos de construção.

2.6. Canalizações

Os modos de instalação das canalizações são variados e dependo do local e das condições de ambiente, estes têm que obedecer a um conjunto de regras. Algumas situações diferentes relativas a passagem/transporte de energia do ponto de distribuição à carga podem ou não ser permitidas. A tabela 2.6 e 2.7, referem os modos de instalação mais usuais.

Tabela 2.6 Modos de instalação (DGEG, 2006) (Secção 521.1 das RTIEBT)

	Modos de instalação							
Condutores e cabos	Sem fixação	Fixação directa	Condutas circulares (tubos)	Calhas	Condutas não circulares	Caminhos de cabos, escadas e consolas	Sobre isoladores	Cabos auto-suportados
Condutores nus	-	-	-	-	-	-	+	-
Condutores isolados	-	-	+	+	+	-	+	-
Cabos multicondutores(1)	+	+	+	+	+	+	0	+
Cabos monocondutores(1)	0	+	+	+	+	+	0	+

- - Interdito

+ - Permitido

***0** - Não aplicável ou não utilizado na prática*

(1) - incluindo os cabos armados e os cabos com isolamento mineral

Tabela 2.7 Exemplos de modos de instalação (DGEG, 2006) (Secção 521.1 das RTIEBT)

Situação	Modos de instalação							
	Sem fixação	Fixação directa	Condutas circulares (tubos)	Calhas	Condutas não circulares	Caminhos de cabos, escadas e consolas	Sobre isoladores	Cabos auto-suportados
Ocos de construção	21,25, 73,74	***0***	22,73, 74	-	23	12,13,14, 15,16	-	-
Caleiras	43	43	41,42	31,32	4,24	12,13,14, 15,16	-	-
Enterradas	62,63	0	61	-	61	***0***	-	-
Embebidas	52,53	51	1,2,5	33	24	***0***	-	-
À vista	-	11	3	31,32, 71,72	4	12,13,14, 15,16	18	-
Linhas aéreas	-	-	***0***	34	-	12,13,14, 15,16	18	17
Imersas	81	81	***0***	-	***0***	***0***	-	-

- *- Interdito*

0 *- Não aplicável ou não utilizado na prática*

A indicação de um (ou de vários) número(s) corresponde ao da referência do modo de instalação caracterizado no quadro 52H

Sempre que seja necessário colocar canalizações elétricas perto de outras não elétricas, deve--se ter em atenção que quando houver uma intervenção na canalização esta não cause danos na outra. Para satisfazer esta necessidade de espaçamento é necessário deixar 3 cm de distância. (DGEG, 2006) (Secção 528.2.3 das RTIEBT)

2.6.1. Secção dos condutores

Numa instalação todas as cargas e pontos de distribuição devem ter canalizações bem dimensionadas, para o seu bom funcionamento. Algumas das canalizações estão já pré-definidas na Tabela 2.8, sem ser necessário o seu dimensionamento.

Tabela 2.8 Secções mínimas dos condutores (DGEG, 2006) (Secção 524 das RTIEBT)

Natureza das canalizações		Utilização do circuito	Condutores	
			Material	Secção (mm²)
Instalações fixas	Cabos e condutores isolados	Potência e iluminação	Cobre	1,5
			Alumínio	2,5(1)
		Sinalização e comando	Cobre	0,5(2)
	Condutores nus	Potência	Cobre	10
		Sinalização e comando	Alumínio	16
			Cobre	4
Ligações flexíveis por meio de cabos ou de condutores isolados		Para um dado aparelho	Cobre	(3)
		Para todas as outras aplicações	Cobre	0,75(4)
		Circuitos de tensão reduzida para aplicações especiais	Cobre	0,75

(1) - Os ligadores usados para as ligações de condutores de alumínio devem ser ensaiados e aprovados para esse fim específico. Em Portugal, não são, na prática, utilizados condutores em alumínio de secção inferior a 16 mm².

(2) - Admite-se a secção mínima de 0,1 mm² para os circuitos de sinalização e de comando destinados a aparelhos electrónicos.

(3) - De acordo com a Norma desse aparelho.

(4) - Admite-se a secção mínima de 0,1 mm² nos cabos flexíveis com pelo menos 7 condutores para os circuitos de sinalização e comando destinados a aparelhos electrónicos.

Para o dimensionamento de determinadas canalizações, é necessário fazer uma análise às condições em que ela vai ser instalada e ao ambiente a que vai ficar sujeita, sendo depois necessário recorrer às tabelas do Anexo I e escolher o método correto e, por fim nas tabelas do Anexo II, faz-se a escolha do cabo.

Em algumas situações é necessário considerar fatores de correção a aplicar devido às condições de instalação, nomeadamente a temperatura ambiente, temperatura do solo, agrupamento de cabos e por fim devido à resistividade do solo, caso sejam enterradas.

Nas canalizações enterradas é necessário ter atenção que só são permitidos cabos com uma bainha de espessura adequada e uma proteção mecânica independe ou cabos com uma armadura em aço.

Nos circuitos monofásicos, a secção do condutor neutro deve manter a mesma secção do condutor de fase.

Circuitos trifásicos com secção de condutores inferiores a 16 mm², se de cobre, ou a 25 mm², se de alumínio, devem manter a mesma secção para todos os condutores incluindo o neutro, para circuitos trifásicos com secção superior ao referido anteriormente, neste caso o neutro poderá manter-se igual a 16 mm², se de cobre, ou a 25 mm² de alumínio, se verificar que a corrente máxima no neutro não for superior à corrente máxima admissível para um condutor de 16 mm², se de cobre, ou a 25 mm² alumínio. (DGEG, 2006) (Secção 524.2 e 524.3 das RTIEBT)

O condutor de terra de proteção, faz parte de uma canalização e deverá ter secção como indicado na Tabela 2.9. Estas seções são normalizadas, mesmo quando um deles não for possível, usa-se a secção imediatamente acima. Ainda de referir que a tabela é válida para condutores de metal igual ao de fase e neutro. (DGEG, 2006) (Secção 543.1.2 das RTIEBT)

Tabela 2.9 Secções mínimas dos condutores de proteção

(DGEG, 2006) (Secção 543.1.2 das RTIEBT)

Secção dos condutores de fase da instalação S_F (mm²)	Secção mínima dos condutores de protecção S_{PE} (mm²)
$S_F \leq 16$	$S_{PE} = S_F$
$16 < S_F \leq 35$	$S_{PE} = 16$
$S_F > 35$	$S_{PE} = S_F/2$

Todos os condutores devem ser identificados, seguindo a Norma IEC 60446, e devem ser, o neutro azul, a fase L1 castanho, a fase L2 preto, a fase L3 cinzento e o condutor de proteção verde e amarelo.

Quando houver necessidade de utilizar condutores em paralelo na mesma fase, há necessidade de garantir que a corrente se separa de igual forma entre eles.

Isto torna-se válido sempre que os condutores forem do mesmo material e com iguais caraterísticas e comprimentos, não permitido qualquer derivação ao longo do seu comprimento. Este deve ainda utilizar um cabo multicondutor, condutores isolados ou cabos monocondutores. (DGEG, 2006) (Secção 523.6 das RTIEBT)

Um circuito pode alimentar vários equipamentos em série desde que a ligação seja feita a partir de terminais de tomadas de corrente, luminárias florescentes ou calhas eletrificadas, desde que os seus elementos de ligação permitam receber uma secção de 2 vezes a do condutor ou possa receber os dois condutores e ainda que a corrente estipulada desses elementos de ligação não seja inferior a corrente de serviço. (DGEG, 2006) (Secção 526.9 das RTIEBT)

2.6.2. Quedas de Tensão

O comprimento das normas obriga a determinados valores de queda de tensão, estando este dependente da secção dos cabos, sendo a distância entre o ponto de distribuição e a carga uma variável condicional.

Para o cálculo de quedas de tensão foi utilizado a equação 2.1 e a Tabela 2.10:

$$\Delta u(\%) = \frac{100}{U_0} b\left(\rho_1 \frac{L}{S}\cos\varphi + \lambda L \operatorname{sen}\varphi\right) IB \tag{2.1}$$

Tabela 2.10. Variáveis para equação 2.1 (CERTIEL, Ficha-Técnica_29, 2009)

525 - Quedas de tensão	**803 – Instalações colectivas e entradas**
Δu é a queda de tensão relativa, expressa em percentagem	Δu máxima = 1,5% (ver regra **803.2.4.4.2 das RTIEBT**)
U_0 é a tensão entre fase e neutro, expressa em volts	U_0 é a tensão entre fase e neutro = 230 volts
b é um coeficiente igual a 1 para os circuitos trifásicos e a 2 para os monofásicos	b = 2 (ver regra **803.2.4.4.2 das RTIEBT**)
ρ_1 é a resistividade dos condutores à temperatura em serviço normal, isto é, 1,25 vezes a resistividade a 20°C (0,0225 Ω.mm²/m para o cobre e 0,036 Ω.mm²/m para o alumínio)	
L é o comprimento simples da canalização, expresso em metros	Valor a calcular
S é a secção dos condutores, expressa em milímetros quadrados	Uma das variáveis
$\cos\varphi$ é o factor de potência	$\cos\varphi$ = 1 (ver regra **803.2.4.4.5 das RTIEBT**) $\operatorname{sen}\varphi$ = 0 (ver regra **803.2.4.4.5 das RTIEBT**)
λ é a reactância linear dos condutores (na falta de outras indicações pode ser usado o valor 0,08 mΩ/m), mas no caso em apreço irá multiplicar com $\operatorname{sen}\varphi$ = 0	
IB é a corrente de serviço, expressa em amperes	Uma das variáveis

Não dispensa a consulta das RTIEBT – Regras Técnicas das Instalações Eléctricas de Baixa Tensão

A queda de tensão na canalização entre o início da instalação e qualquer ponto de utilização, expressa em função da tensão nominal da instalação, não deve ser superior aos valores indicados na Tabela 2.11. (DGEG, 2006) (Secção 525 das RTIEBT)

Tabela 2.11 Quedas de Tensão Admissíveis (DGEG, 2006) (Secção 525 das RTIEBT)

Utilização	Iluminação	Outros usos
A - Instalações alimentadas directamente a partir de uma rede de distribuição (pública) em baixa tensão	3 %	5 %
B - Instalações alimentadas a partir de um Posto de Transformação MT/BT(1)	6 %	8 %

(1) - Sempre que possível, as quedas de tensão nos circuitos finais não devem exceder os valores indicados para a situação A. As quedas de tensão devem ser determinadas a partir das potências absorvidas pelos aparelhos de utilização com os factores de simultaneidade respectivos ou, na falta destes, das correntes de serviço de cada circuito.

Nas entradas dos edifícios, a secção dos condutores entre a portinhola e o quadro de entrada devem garantir uma queda de tensão não superior a 1,5%, para tal é necessário calcular a secção

dos condutores em função da queda de tensão. (DGEG, 2006) (Secção 803.2.4.4.2 das RTIEBT)

2.6.3. Tubagem

As condutas devem ter diâmetro ou dimensões de modo a terem em consideração o número de condutores para *a posteriori* ser de fácil enfiamento e desenfiamento dos mesmos.

Tal número depende ainda se a canalização está afeta a um circuito final ou afeta a um circuito de distribuição de uma instalação elétrica individual ou se é parte de uma instalação coletiva. (NEUTRO À TERRA, 2011)

A Tabela 2.12, indica o diâmetro mínimo dos tubos VD para condutores isolados do tipo H07V.

Tabela 2.12 Diâmetro nominal dos tubos do tipo VD para entradas (DGEG, 2006) (Secção 803.4.5 das RTIEBT)

Secção nominal dos condutores (mm^2)	Diâmetro nominal dos tubos (mm)				
	Número de condutores (*)				
	1	2	3	4	5
10	32	32	32	40	40
16	32	32	40	40	50
25	32	40	50	50	63
35	32	50	63	63	63
50	40	50	63	75	75
70	40	63	75	75	90
95	50	63	90	90	90
120	50	75	90	110	110
150	63	90	110	110	110
185	63	90	110	110	-
240	75	110	-	-	-
300	75	110	-	-	-
400	90	-	-	-	-
500	110	-	-	-	-

(*) Para condutores de secção nominal superior a 16 mm^2, os valores correspondentes a quatro e a cinco condutores consideram que, respectivamente, 1 ou 2 condutores são de secção reduzida (condutor neutro - N e condutor de protecção - PE).

Quando utilizados cabos ou outros condutores isolados diferentes, as dimensões da secção reta dos tubos VDs são calculados de forma a que o diâmetro exterior médio máximo dos condutores isolados ou cabos não exceda 20% da secção reta interior da conduta. (DGEG, 2006) (Secção 803.4.5.3 das RTIEBT)

No caso dos circuitos finais, a tabela 2.13, indica o diâmetro dos tubos mais usuais.

Tabela 2.13 Diâmetro nominal dos tubos anelados e rígidos (LEGRAND 2013/2014)

				Condutores H07V-U/R							
				Tubo anelado				Tubo rígido			
				Número de condutores				Número de condutores			
				2	3	4	5	2	3	4	5
				Diâmetro de tubo a usar				Diâmetro de tubo a usar			
Secção do condutor (mm²)	1,5	Secção de ocupação (mm²)	8,55	16	16	20	20	16	16	16	16
	2,5		11,9	16	20	20	25	16	16	20	20
	4		15,2	20	20	25	25	16	20	20	25
	6		22,9	20	25	32	32	20	20	25	25
	10		36,32	25	32	32	40	20	25	32	32
	16		50,3	32	32	40	40	25	32	32	40
	25		75,4	32	40	50	50	32	40	40	50
	35		95,03	40	50	50	63	32	40	50	50
	50		132,7	50	50	63	63	40	50	63	63
	70		176,7	50	63	63		50	63	63	75
	95		227	63	63			63	63	75	75
	120		283,5	63				63	63	75	90
	150		346,3	63				63	75	90	90
	185							75	90	90	110
	240							75	90	110	110
	300							90	110	110	

2.7. Quadros

O quadro elétrico é constituído por um conjunto de aparelhagem elétrica, convenientemente agrupado e, todo este material vai depender dos circuitos finais e alimentação a outros quadros. Determinado dispositivo do quadro tem que obedecer a um conjunto de normas, desde a segurança contra contatos indiretos/diretos até proteção do cabo do circuito final. Estes dispositivos e suas caraterísticas vão também depender dos que poderão estar a montante e a jusante. É de alguma importância haver seletividade entre estes dispositivos, pois assim é assegurando que após um defeito haja atuação do dispositivo imediatamente a montante. Isto é válido tanto para defeitos de contra contactos indiretos e diretos como para sobrecargas e curto circuitos. (CERTIEL, Ficha-Técnica_12, 2005) (CERTIEL, Ficha-Técnica_16, 2006) (DGEG, 2006) (Secção 539.1 e 539.3 das RTIEBT)

A constituição de um quadro é no seu essencial constituído por:

- Estrutura de suporte, invólucro;
- Dispositivos de Proteção Contra Sobreintensidades;
- Dispositivos de Proteção Contra Contactos Indiretos;
- Aparelhos de Comando;

- Aparelhos de Seccionamento;
- Aparelhos de Sinalização;
- Barramentos;

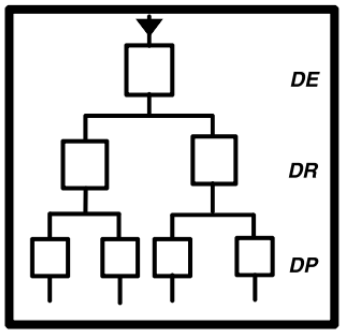
(LOPES G. 2013)

Os quadros elétricos devem incluir reservas para tornar a instalação mais flexível para uma futura remodelação/ampliação, a existência do esquema elétrico indicando todos os circuitos, bem como a proteção, a secção da canalização e a indicação das áreas alimentadas pelo respetivo quadro, fator importante em instalações como fábricas/industrias. (DGEG, 2006) (Secção 514.5.1 das RTIEBT)

2.7.1. Estrutura de suporte, invólucro

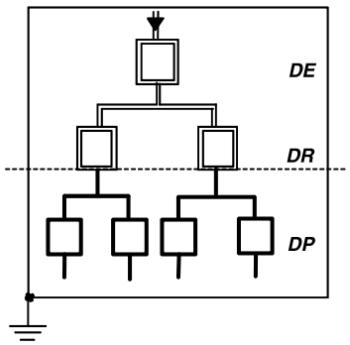
Os invólucros devem garantir a proteção equivalente a classe II, seja pela própria constituição ou por toroide. No caso em que o invólucro não for de classe II, este deve ter todas as partes equipotenciais (ligadas a terra).

Figura 2.2 Invólucro classe II



Na figura 2.2 temos um quadro com invólucro da classe II de isolamento, que garante uma proteção contra contactos indiretos (CI), pelo que não será necessária a adoção de quaisquer medidas de proteção suplementares.

Figura 2.3 Invólucro classe I



Na figura 2.3 encontra-se representado um quadro com invólucro da classe I, pelo que a proteção contra contatos indiretos é garantida abaixo da linha tracejada pelos dispositivos diferenciais. Acima da linha deverá ser garantido o estabelecimento de equipamentos da classe II ou dotados de isolamento suplementar, permitindo assim deste modo, garantir total proteção contra contactos indiretos. Uma proteção por isolamento completar na instalação do quadro pode ser feita, obtendo assim a classe II de isolamento.

(CERTIEL, Ficha-Técnica_22, 2007) (DGEG, 2006) (ANEXO I das RTIEBT)

2.7.2. Barramentos

O barramento é composto por barras de cobre que permitem a ligação dos vários dispostitos do quadro. A sua constituição faz-se de acordo com o n.º de fases, neutro e terra. Para o cálculo da secção do barramento, é necessário saber a corrente que o vai percorrer. Nessa corrente já deve estar incluído um Fator de Evolução de 25%, que deverá ser depois divido por metade. (2 A/mm^2). Existem no mercado diversas opções, sendo necessário apenas saber o tipo de invólucro do quadro elétrico e a corrente. (LOPES G. 2013)

2.7.3. Dispositivos de Proteção Contra Sobreintensidades

A proteção contra sobreintensidades, é uma proteção da canalização elétrica, mais propriamente do cabo, e também do equipamento que estiver a alimentar.

Deste modo os dispositivos de proteção devem ser calculados, segundo os cálculos da alínea 2.6.3. e sabendo primeiro o tipo de canalização escolhido utilizando a equação 2.2 e 2.3.

Os dispositivos de proteção devem interromper as correntes de sobrecarga nos circuitos antes que estas possam provocar aquecimentos prejudiciais ao isolamento dos condutores, às ligações e às extremidades ou aos equipamentos alimentados por esse circuito. (DGEG, 2006) (Secção 431.1e 433.1 das RTIEBT)

No dimensionamento dos dispositivos de proteção a escolha da corrente deve obedecer às equações seguintes:

$$IB \leq In \leq Iz \tag{2.2}$$

$$I2 \leq 1{,}45Iz \tag{2.3}$$

Em que:

IB é a corrente de serviço do circuito, em amperes;

Iz é a corrente admissível na canalização, em amperes;

In é a corrente estipulada do dispositivo de proteção, em amperes;

I2 é a corrente convencional de funcionamento, em amperes.

(DGEG, 2006) (Secção 433.1 das RTIEBT)

Estes dispositivos também deverão proteger a instalação de curto-circuitos, estando para isso adaptados, ou seja, com caraterísticas adequadas a essas ocorrências. Os cálculos de curto-circuito devem ser feitos para a pior situação (maior comprimento, maior secção), considerando para isso as distâncias e as seções dos cabos utilizados. Neste cálculo deve-se conhecer a corrente de curto-circuito da rede elétrica Para isso deverá pedir-se ao fornecedor de energia elétrica, embora este dependa geralmente de zona para zona.

A atuação do dispositivo no corte de energia, deve ser rápida de modo a evitar que esta ultrapasse o limite a que o isolamento do cabo pode estar sujeito.

2.7.4. Dispositivos de Proteção Contra Contactos Indiretos

Os dispositivos de proteção contra contactos indiretos têm a finalidade de impedir que por algum motivo, avaria ou defeito de equipamentos a corrente elétrica percorra o corpo humano. Podendo a corrente elétrica causar efeitos graves nas células humanas, (protegendo assim as pessoas e animais contra os perigos que daí advém), a finalidade destes dispositivos é:

- Limitar a corrente que possa percorrer o corpo humano a um valor inferior ao da corrente de choque;
- Fazer um corte da alimentação num determinado tempo de modo que a corrente não atinja os valores da corrente de choque.

Estes dispositivos, sensíveis à corrente diferencial – residual, devem funcionar interrompendo o circuito em caso de um defeito. Num edifício é conveniente ter em todos os quadros um dispositivo diferencial, separando em alguns casos, as zonas públicas das não públicas, no entanto estes devem ter uma seletividade com correntes diferenciais inferiores montante e superiores à jusante. A seletividade tem a função de garantir a coordenação entre dispositivos de proteção, de tal forma que em caso de defeito numa das zonas da instalação não afete o funcionamento da outra zona.

O valor estipulado da corrente diferencial residual (IΔn), deve ser adequado ao valor da resistência de terra e de acordo com as exigências mínimas das RTIEBT, sendo no caso de uma entrada de uma instalação, alimentada por uma rede de distribuição de baixa tensão, de 100ohm. (DGEG, 2006) (Secção 801.5.6.1 das RTIEBT)

Existem considerações que devem tornar-se em conta na escolha da corrente diferencial, por exemplo, no caso dos locais como balneários com chuveiros deverá existir diferenciais de alta sensibilidade.

Os dispositivos diferenciais devem garantir a abertura de todos os condutores ativos do circuito. O condutor neutro pode não ser aberto se for garantido que o neutro se encontra ao potencial da terra. (DGEG, 2006) (Secção 531.2.1.1 das RTIEBT)

2.7.5. Aparelhos de Comando

Consideram-se aparelhos de comando, todos os dispositivos para controlo de motores, iluminação e cargas diversas.

Os dispositivos de comando são capazes de estabelecer, de suportar e de interromper correntes nas condições normais do circuito, podendo ainda suportar num tempo especificado as correntes nas condições anormais especificadas para o circuito, tais como as resultantes de um curto-circuito.

2.7.6. Aparelhos de Seccionamento

Aparelho que se destinada a garantir a colocação fora de tensão de toda ou de parte de uma instalação, separando-a, por razões de segurança, das fontes de energia elétrica.

2.7.7. Aparelhos de Sinalização

A sinalização no quadro tem a finalidade de informar a existência de tensão em cada umas das fases. Poderá também indicar consumos e outras informações relativas à corrente que passa em um determinado circuito do quadro.

2.7.8. Condições Gerais

Todos os dispositivos de comando do quadro elétrico têm que ter uma corrente de curto-circuito (Icc) adequado para poder funcionar corretamente em caso de uma avaria, sendo necessário calcular a corrente Icc.

É necessário saber a potência do transformador do PT, seções dos cabos usados, seções dos barramentos.

A seguinte tabela mostra as impedâncias de cada transformador de um PT. Os passos seguintes estão por ordem nas tabelas 2.14, 2.15 e 2.16

Tabela 2.14 Potências de curto-circuito

Localização do PT	Potência de curto-circuito (MVA)
Zona rural	150
Zona semi-urbana	250
Zona urbana	350 – 500

Tabela 2.15 Tabela normalizada de impedâncias de transformadores

Tensão	220 V				380V			
Potência	Ucc	Rtr	Xtr	Ztr	Ucc	Rtr	Xtr	Ztr
(kVA)		(mΩ)	(mΩ)	(mΩ)		(mΩ)	(mΩ)	(mΩ)
25	4%	59,7	60	84,6	4%	179	183	256
50	4%	23,5	35,2	42,3	4%	70,3	107	128
100	4%	9,3	19	21,2	4%	28	57,5	64
160	4%	4,9	12,3	13,2	4%	14,7	37,2	40
200	4%	3,8	9,87	10,6	4%	11,4	29,9	32
250	4%	2,77	8,00	8,46	4%	8,3	24,2	25,6
315	4%	2,1	6.38	6,72	4%	6,28	19,3	20,3
400	4%	1,6	5,04	5,29	4%	4,6	15,3	16
500	4%	1,27	4,04	4,23	4%	3,52	12,3	12,8
630	4%	0,93	3,23	3,36	4%	2,62	9,82	10,16
800	5,5%	1,00	3,50	3,64	4,5%	2,55	8,63	9
1000	6%	0,74	3,08	3,17	5%	1,94	7,76	8

Tabela 2.16 Resistência e reactâncias de equipamentos e canalizações

	Valores a considerar:	
Zona da instalação	Resistências (mΩ)	Reactâncias (mΩ)
1. Rede a montante	$R_1 = Z_1 \times \cos\varphi\ 10^{-3}$ $\cos\varphi = 0{,}15$ Z_1 = u2/pcc (350 mVA)	$X_1 = Z_1 \sin\varphi\ 10^{-3}$ $\sin\varphi = 0{,}98$
2. Transformador	$R_2 = (wc \times u^2/s^2)\ 10^{-3}$ Wc=perdas no cobre (w)(4) S=potência aparente do transformador (kVA)	$Icc = \sqrt{Z_2^2 + R_2^2}$ $Z_2=(Ucc/100)x(u^2/s)$ Ucc=tensão de curto-circuito do transformador (em %)
3. Alimentação a quadros (cabos)	$R_3=\rho l/s$ ρ=22,5 (cu) ou 39 (al) L em m S em mm^2	$X_3 = 0{,}008$ l (cabo trifásico) $X_3 = 0{,}12$ l (cabo unipolar) L – comprimento em metros
4. Barramento dos quadros (barras de cobre)	$R_4 = \rho l/s$ ρ = 22,5 (cu) ou 39 (al) L em m S em mm^2	$X_4 = 0{,}15$ l L em m
5. Cortes gerais dos quadros	Valores desprezáveis	Valores desprezáveis
6. Calculo do Icc em kA:	$Icc = \frac{Uo}{\sqrt{3} \times \sqrt{R_t^2 + X_t^2}}$ Uo - tensão em vazios (400V ou 230V) Rt e Xt expressos em mΩ	

CAPITULO III – PROJETO: AVANÇADA

3.1. Local

O presente estudo destina-se ao Projeto das infraestruturas elétricas de:

- Obra: P.T. C.B. DE 630 kVA, Misto, com posto de seccionamento e instalações em B.T. de Indústria
- Local: Rua António da Costa Guimarães, N.º 3229 4810-491 Urgezes
- Requerente:. Avançada – Investimentos Imobiliários, S.A.
- Morada: Rua da Devesa – Candoso 4810-398 S. Martinho de Candoso

3.1.1. Considerações Gerais

O projeto elétrico refere-se à construção de uma fábrica de etiquetas para roupa, solicitado pela empresa "Avançada".

De acordo com as RTIEBT na secção 801 verifica-se que o edifício foi classificado como "Estabelecimentos Industriais", e de acordo com o que foi dito no capítulo 2, relativamente à classificação das instalações, a presente instalação é classificada como categoria de instalação do tipo B.

O projeto foi elaborado com base em informações retidas em algumas reuniões feitas com os arquitetos e donos da obra, nomeadamente potências e localização das máquinas, comandos de manobra, iluminação e tomadas.

Foram aplicados todos os requisitos na legislação em vigor, entendendo-se necessário a caraterização do edifício do ponto de vista de utilização imposto pelas RTIEBT.

3.2. Constituição do edifício

O edifício é constituído da seguinte maneira:

- Três zonas de produção.
- Três zonas de administração.
- Um balneário.
- Uma copa.
- Um refeitório.
- Uma área para Call-Center (2ª fase).
- Uma garagem.

3.3. Classificação dos Locais

A classificação dos locais vai determinar a conceção da instalação elétrica e o tipo de equipamentos a instalar.

De acordo com as RTIEBT, a classificação dos locais é feita de duas formas:

- Classificação dos locais quanto à sua utilização;
- Classificação dos locais considerando as influências externas;

O edifício em estudo é do tipo "Industrial", de 4ª categoria (com lotação de 98 pessoas).

A codificação de cada local e o Índice de Proteção IPX, estão representados nas peças desenhadas do Anexo III.

3.4. Características das instalações

A instalação elétrica BT, tem as seguintes características:

- Número de fases: 3
- Neutro Isolado da terra
- Tensão entre fases e neutro: 230 V
- Tensão entre fases: 400 V
- Frequência: 50 Hz

3.4.1. Conceção das Instalações

As instalações de utilização que constituem este projeto compreendem:

- Iluminação normal.
- Iluminação de segurança.
- Tomadas de Usos Gerais.
- Alimentação a máquinas.
- Quadros elétricos.
- Rede de alimentadores.
- Terras de proteção.

Os circuitos de iluminação e tomadas são do tipo H1XV-U enfiados em tubo VD/ERFE, em instalação embebida ou do tipo H1XV-U em tetos falsos ou à vista sobre braçadeiras, sendo a secção de 1,5mm^2 para a iluminação e 2,5mm^2 para as tomadas.

Todos os circuitos projetados se encontram divididos de forma a assegurar uma continuidade de serviço e estão protegidos nos respetivos quadros por disjuntores de calibre adequado às

respetivas secções das canalizações e ainda com proteção sensível à corrente diferencial residual.

Os calibres destes aparelhos asseguram que os valores das correntes máximas admissíveis em regime permanente não serão ultrapassados e os tempos de corte permitem a extinção da corrente antes das canalizações atingirem a sua temperatura limite admissível.

3.4.2. Iluminação Normal

O tipo de iluminação e as respetivas armaduras foram escolhidos de modo a obter-se um nível de iluminação adequado aos locais. A aparelhagem de comando será colocada nos locais assinalados, de acordo com peças desenhadas, com uma altura de 1,1 metros acima da cota do pavimento. Os circuitos de iluminação têm proteção diferencial, com sensibilidades regulamentares. Nas zonas de produção e alguns locais dos serviços administrativos, a iluminação será comandada por dispositivos instalados no interior dos quadros, somente alcançáveis por pessoal de serviço. Os vários tipos de armaduras e suas canalizações encontram-se no Anexo III.

3.4.3. Iluminação de Segurança e Letreiros de Saída

Está incluída nesta designação a iluminação constituída por armaduras autónomas com localização prevista nas peças desenhadas. São aparelhos de iluminação equipados com acumuladores NiCd de alta temperatura, com led verde indicador de carga, da classe II de isolamento, tensão de alimentação 230V-50Hz e com uma autonomia até 1 hora.

Os circuitos de alimentação, serão executados com condutores do tipo H1XV-U, enfiados em tubo VD, e alimentados pelos respetivos quadros elétricos responsáveis pela iluminação normal.

Relativamente aos letreiros de saída, estes serão necessários em todos os caminhos de evacuação para o exterior. Os aparelhos de iluminação serão equipados com lâmpadas fluorescentes e baterias de NiCd estanques, com autonomia até 1 hora, do tipo permanente (com 2 lâmpadas fluorescentes de 8W), regulamentarmente alimentados e comandados por interruptor próprio a partir dos respetivos quadros. (DGEG, 2006) (Secção 801.2.1.5.1.7 das RTIEBT)

3.4.4. Tomadas

Todas tomadas de usos gerais serão do tipo “Schuko”, 2P+T, 230V-50Hz, com obturadores, e uma corrente estipulada não superior a 16 A. As tomadas trifásicas são do tipo CEE (LEGRAND 2013/2014).

Os circuitos de tomadas, de um modo geral serão executados em condutores do tipo H1XV-U, enfiados em tubo VD/ERFE. As tomadas serão instaladas nos locais indicados nas peças desenhadas, a uma altura útil de 0.30m a partir da cota do pavimento de acordo com os fins a que se destinam, com exceção da cozinha ou outros locais definidos pelo proprietário de acordo com a respetiva utilização (CERTIEL, Ficha-Técnica_2, 2002) (DGEG, 2006) (Secção 524 das RTIEBT)

3.5. Quadros

3.5.1 Características construtivas

Os quadros elétricos serão em chapa metálica, classe I, para montagem “exterior” ou “semi-encastrada” em todos os locais. Refira-se a existência de equipamentos instalados no quadro de entrada, capazes de o dotar de proteção equivalente a classe II, bem como aos restantes quadros. No interior dos quadros deverá ficar colocado o esquema elétrico, devidamente acondicionado e em lugar acessível apenas ao pessoal da manutenção. Os quadros referenciados em peças desenhadas, serão com porta e painel e com a aparelhagem representada em peças desenhadas no seu interior.

Deverão obedecer às normas DIN e VDA para pré-fabricação de quadros, de forma a constituir uma construção modular de fácil montagem.

A aparelhagem será assente numa estrutura de perfis, a qual constituirá um chassi extra independente da caixa, fixa por parafusos e recoberta por espelho de remate, ficando apenas acessível os manípulos para manobra e comando da aparelhagem. O acesso à aparelhagem de proteção deverá ser facilitado pela conceção do quadro, de forma a permitir a manutenção e manobra. Os barramentos serão constituídos por barras de cobre, com constituição de acordo com o n.º de fases, neutro e terra, pintados nas cores regulamentares, dimensionadas na base de aplicação de uma densidade de corrente de 2 A/mm^2, para situações de correntes inferiores a 150 A, são utilizados barramentos normalizados. Os ligadores de terra deverão ser suficientemente identificados, com forma adequada e etiqueta própria, devendo ser a eles ligados todos os condutores de proteção.

A dimensão do quadro deverá ser estabelecida de acordo com o tipo e quantidade de aparelhagem definido em peças desenhadas, incluindo as reservas previstas, de forma a conseguir-se o espaço necessário aos trabalhos de manutenção. A secção nominal dos condutores revestidos a utilizar na eletrificação para montagem no interior dos quadros será de

6 mm^2, no mínimo. As ligações serão realizadas por aperto mecânico através de terminais, parafusos, anilhas de mola e porcas em latão niquelado, sendo todos os circuitos de saída identificados por uma etiqueta, junto ao respetivo órgão de comando, não se admitindo fita gravada.

Nota importante: A potência de curto-circuito encontra-se indicada nas peças desenhadas que contêm os esquemas unifilares dos quadros elétricos.

3.5.2 Aparelhagem incorporada nos Quadros

Nos aparelhos de corte e proteção serão sinalizados de forma clara as posições de "ligado" e "desligado".

3.5.3 Interruptores

Os interruptores terão o calibre e o número de polos indicados em peças desenhadas, sendo o corte brusco e independente do tempo de manobra do operador. Serão utilizados interruptores diferenciais, com calibre e sensibilidade indicados em peças desenhadas próprias.

3.5.4 Disjuntores

Os disjuntores serão do tipo relés magneto-térmicos, monofásicos ou trifásicos, com calibre e poder de corte indicados em peças desenhadas.

3.5.5 Régua de Terminais

Nas conexões entre o cabo e os quadros dos circuitos de saída, serão utilizados ligadores com tamanho apropriado de acordo com as secções nominais dos condutores, respeitando as disposições da norma NP-1137.

Os ligadores deverão estar convenientemente identificados segundo o esquema elétrico.

3.5.6. Sinalizador

O sinalizador terá vidro pintado nas cores convencionais, com lâmpada e fixação à estrutura metálica. Será montado em circuito protegido por fusível.

Todos os esquemas dos quadros encontram-se no Anexo III.

3.5.7. Terminal Principal de Terra

Todas as instalações elétricas devem ter um terminal principal de terra ao qual devem ser ligados os condutores de terra, os condutores de proteção, os condutores das ligações

equipotenciais principais e os condutores de ligação à terra funcional, se necessário. Os elétrodos de terra serão constituídos por chapas ou varas em aço revestidas a cobre, com dimensões de acordo com as RTIEBT, com valores regulamentares, inferiores a 20 ohms no Posto de Transformação e Instalações em Baixa Tensão.

A ligação dos elétrodos aos condutores de terra será executada por intermédio de acessórios adequados, devendo ser isolada por forte camada protetora constituída por material impermeável e durável.

Os elétrodos serão enterrados na vertical, sendo do tipo de varetas de aço revestido a cobre, sempre que possível nas partes mais húmidas do terreno e o seu topo superior não deverá ficar a menos de 0.8m da superfície do terreno, devendo estas ter 2m de comprimento, 15 mm de diâmetro exterior e com uma espessura de revestimento de 0,7 mm.

Deverá ser instalado um terminal principal de terra que estabelecerá a continuidade entre o elétrodo, a placa de inspeção de terra e o barramento de proteção do Quadro de Entrada (Q.E.), através de um condutor do tipo H1XV-R1G70mm2, enfiado em tubo PVC/VD63.

O terminal principal de terra, que permite o corte para efeito de medição da resistência de terra, será alojado em caixa de material não metálico, com formato do tipo paralelepipédico e com tampa fixa por parafusos.

3.5.8. Sistemas de Proteção Contra Choques Elétricos

A proteção contra choques elétricos terá de ser feitas de duas formas:

- Proteção contra contactos diretos;
- Proteção contra contactos indiretos;

É feita por isolamento das partes elétricas ativas por meio de invólucros ou barreiras que tenham pelo menos um código IP2X.

Proteção contra contactos indiretos

É feita através de dispositivos de corte automático, interruptores diferenciais, instalados nos diferentes quadros elétricos, para separar automaticamente da alimentação o circuito ou o equipamento quando surgir um defeito entre uma parte ativa e uma massa.

A proteção dos circuitos de iluminação e tomadas das instalações sanitárias será distinta dos restantes circuitos, assegurada por interruptores diferenciais de 30mA.

Deve ser feita ligação equipotencial ao circuito de terras de proteção:

- As canalizações metálicas de alimentação do edifício e situadas no interior (por exemplo, de água e gás).

- Os elementos metálicos da construção, calhas metálicas e as canalizações metálicas de aquecimento central e de ar condicionado (sempre que possível).
- Elementos metálicos capazes de ser eletrizáveis em instalações sanitárias e cozinhas.

As ligações equipotenciais terão de ser executadas com condutores de secção igual ou superior a 2,5 mm^2 com proteção mecânica em tubo VD 25 mm ou 4 mm2 sem proteção mecânica. (CERTIEL, Ficha-Técnica_20, 2007)

3.6. Equipamentos

3.6.1. Canalizações

Nesta instalação estão estabelecidas canalizações dos seguintes tipos:

- Fixas à vista, constituídas por cabos do tipo H1XV-U/R. Estas canalizações estão fixadas às superfícies de apoio por meio de abraçadeiras colocadas às distâncias regulamentares. Estas canalizações desenvolvem-se em caminhos de cabos em calhas metálicas perfuradas, nos tetos falsos.
- Fixas ocultas, constituídas por cabos do tipo H1XV-U, protegidos por tubos do tipo VD ou ERFE. Estas canalizações desenvolvem-se em roços previamente marcados e tapados com argamassa de elevada dosagem de cimento. Os tubos deverão ser ligados entre si ou aos aparelhos de forma a garantir impossibilidade de argamassa na canalização. O traçado destas canalizações está estabelecido em troços horizontais e verticais dos aparelhos intercalados nas instalações. O raio mínimo de curvatura dos tubos é de seis vezes o seu diâmetro exterior, mas sempre de forma a ser possível enfiar e desenfiar os condutores.
- Enterradas, constituídas por cabos do tipo XV, secções indicadas e protegidas por tubos PEAD, com código não inferior a Ik8 e a uma distância de pelo menos 60 cm da superfície do solo (1,20 m no caso das canalizações de média tensão), em valas regulamentarmente sinalizadas.

(CERTIEL, Ficha-Técnica_2,2002)

3.6.2. Acessórios de instalação

As caixas de derivação, de aparelhagem, de aplique, aparelhagem de comando terão características de acordo as referenciadas nas respetivas peças desenhadas.

3.7. Caraterísticas dos materiais

Todos os materiais a empregar deverão ser de primeira qualidade e obedecer a todas as disposições das RTIEBT, devendo ser toda a instalação efetuada segundo a boa técnica construtiva e observando todas as disposições regulamentares em vigor.

3.8. Justificação da Potência a Fornecer

Conforme cálculos do Anexo III, a potência a fornecer pelo distribuidor local será de 300 kVA, pelo que se optou por um PT tipo monobloco 630 kVA.

3.9. Posto de Transformação

O Posto de Transformação será de Cabine Baixa (CB), da marca EFACEC, com celas pré-fabricadas.

A alimentação será feita rede de Alta Tensão (AT) de 15 kV, frequência de 50 Hz.

O modelo será o PUCBET II, preparado para ser instalado no exterior. Este modelo permite varias configurações, e pode levar transformadores do tipo seco ou imerso, e ainda está preparado para levar equipamento de MT da gama NORMAFIX, série SF6 com uma potência até 1600 kVA.

Sendo um PT misto há a necessidade de haver separação entre o cliente e o distribuidor.

Na parte de comando e manobra, o PT está equipado com as seguintes celas:

Cela 1 e 2, **Interruptor Seccionador tipo IS**, que terão as seguintes características:

- Compartimento superior contendo barramento tripolar em tubo de cobre para uma intensidade de corrente nominal de 630 A.
- Um interruptor-seccionador ISF de três posições (fechado, aberto, terra) com isolamento em SF6, 630 A, tripolar, com comando manual tipo CI1. Este interruptor assegura a separação física entre o compartimento superior e o compartimento inferior
- Conjunto de 3 isoladores-condensadores e uma caixa indicadora de presença de tensão com lâmpadas de néon.
- Seccionador de terra integrado no ISF, com poder de fecho.
- Conjunto de encravamentos mecânicos diretos entre o ISF e a porta da cela.
- Cela preparada para receber 3 cabos até 240 mm^2.
- Sinalização do estado do interruptor.

Cela 3, de **seccionamento geral de barras e medida tipo SBM SD CC,** com as seguintes características:

- Compartimento superior contendo barramento tripolar em tubo de cobre para uma intensidade de corrente nominal de 630 A.
- Um interruptor-seccionador ISF de três posições (fechado, aberto, terra) com isolamento em SF6, 630 A, tripolar, com comando manual tipo CI1. Este interruptor assegura a separação física entre o compartimento superior e o compartimento inferior.
- Conjunto de encravamentos mecânicos diretos entre o ISF e a porta da cela.
- Cela preparada para alojar 2 / 3 TI's e/ou 2 / 3 TT's.

Cela 4, de **Ganho Intercalar de barramento PBA** com as seguintes características:

- Compartimento superior contendo barramento tripolar em tubo de cobre para uma intensidade de corrente nominal de 630 A

Cela 5 de **proteção do transformador com disparo por fusão de fusível tipo CIS**, com as seguintes características:

- Compartimento superior contendo barramento tripolar em tubo de cobre para uma intensidade de corrente nominal de 630 A
- Um interruptor-seccionador ISF de três posições (fechado, aberto, terra) com isolamento em SF6, 200 A, tripolar, com comando manual tipo CI2. Este interruptor assegura a separação física entre o compartimento superior e o compartimento inferior. O interruptor abre automaticamente por atuação de um percutor, em caso de fusão de um ou mais fusíveis.
- Conjunto de 3 isoladores-condensadores e uma caixa indicadora de presença de tensão com lâmpadas de néon
- Seccionador de terra, com poder de fecho, integrado no ISF. Seccionador de terra adicional na extremidade do fusível junto ao cabo.
- Conjunto de encravamentos mecânicos diretos entre o ISF e a porta da cela.
- Cela preparada para receber 3 cabos até 120 mm^2 (EFACEC, 2015).

O transformador a instalar, de fabrico EFACEC, empregará a tecnologia de enchimento integral em banho de óleo mineral e terá arrefecimento natural.

As suas características mecânicas e elétricas estarão de acordo com a recomendação internacional, Norma CEI 60076 e ECODESIGN e apresentam-se de seguida:

- Potência estipulada: 630 kVA
- Tensão estipulada primária: 15000 V
- Regulação no primário: + - 2x2.5%
- Tensão estipulada secundária em vazio: 420 V
- Tensão de curto-circuito: 4 %
- Grupo de ligação: Dyn5
- Tensão de ensaio à onda de choque (1,2/50 µs): 95 kV crista
- Tensão de ensaio a 50 Hz 1 min 38 Kv

(EFACEC, 2015)

O esquema unifilar relativo ao PT encontra-se elaborado no Anexo III.

3.10. Cálculos

Todos os cálculos encontram-se no Anexo III.

CAPITULO IV - Projeto do Pavilhão Gimnodesportivo de Anadia

4.1. Local

O presente estudo destina-se ao Projeto das Instalações Elétricas de:

- Obra: Requalificação do Pavilhão Gimnodesportivo de Anadia
- Local: Av. Engenheiro Cancela De Abreu – 3780 Anadia
- Requerente: Município de Anadia
- Morada: Largo do município 3780-215 Anadia

4.2. Constituição do edifício

O edifício é do tipo "Edifícios recebendo público" (pavilhão desportivo), destinados ao exercício de atividades desportivas e apoio ao pavilhão já existente. Constituído por área de jogos e serviços de apoio (balneários, bar e gabinetes administrativos).

- As obras englobam no seu essencial a remodelação do piso do recinto, a área de balneários, entrada de atletas e corredores de acesso, área do bar, entrada lateral e áreas de ginásios.
- A remodelação das instalações elétricas constituem um aproveitamento da Baixada já existente (41,4 kVA de potência contratada), com localização atual do contador na área técnica. Tendo em conta eventuais alterações é prevista a instalação de novas caixas de contadores, TIs, portinhola P100.
- A rede de quadros elétricos é constituída pelo quadro de entrada responsável pela alimentação das áreas do recinto de jogos, bancadas, alimentação ao quadro dos balneários, quadro do bar, quadro do ginásio e quadro da central térmica.
- A rede de alimentadores aos quadros, a partir do quadro de entrada, engloba uma esteira metálica em teto falso no corredor dos balneários além de calha metálica suspensa na asna central que faz o transporte de infraestruturas para a área dos ginásios.
- Refira-se a existência de caixas encastradas no chão em locais estratégicos, no recinto de jogos, locais das mesas dos árbitros e possíveis alimentações a painéis de comando dos "30 segundos" em jogos de basquetebol.

4.3. Classificação dos locais

A classificação dos locais vai determinar a conceção da instalação elétrica e o tipo de equipamentos a instalar.

De acordo com as RTIEBT a classificação dos locais é feita de duas formas:

- Classificação dos locais quanto à sua utilização:

- Estabelecimento Recebendo Público – 2ª categoria (atletas e responsáveis – 30, administrativos – 3, público – 700, perfazendo um total estimado de 733 pessoas, 500<N≤1000 Pessoas).

Relativamente às influências externas, cada condição de influência externa é designada por um código constituído sempre por um grupo de duas letras maiúsculas e de um algarismo. A codificação de cada local e o Índice de Proteção IPX, estão representados nas peças desenhadas, no Anexo IV.

4.4. Características da instalação

A instalação elétrica BT, têm as seguintes características:

- Número de fases: 3
- Neutro Isolado da terra
- Tensão entre fases e neutro: 230V
- Tensão entre fases: 400V
- Frequência: 50Hz

4.5. Alimentação de energia elétrica

As instalações agora projetadas serão uma remodelação das já existentes, com aproveitamento da baixada única, com potência a alimentar de 41,4 kVA.

As caixas para portinhola e contadores de energia terão as características definidas pela E.D.P. devendo ser instalados na área técnica.

4.6. Conceção das instalações

As instalações de utilização que constituem este projeto compreendem:

- Iluminação normal;
- Iluminação de segurança;
- Tomadas;
- Alimentação a máquinas;
- Rede de alimentadores;
- Terra de proteção.

Os circuitos de iluminação e tomadas são do tipo XG-U enfiados em tubo VD/ERFE, em instalação embebida ou do tipo XG-U em tetos falsos ou à vista sobre braçadeiras, sendo a secção de 1.5 mm^2 para a iluminação e 2.5 mm^2 para as tomadas. Todos os circuitos projetados

encontram-se bastante divididos de forma a assegurar uma continuidade de serviço e estão protegidos nos respetivos quadros por disjuntores de calibre adequado às respetivas secções das canalizações, e ainda com proteção sensível à corrente diferencial residual. Os calibres destes aparelhos asseguram que os valores das correntes máximas admissíveis em regime permanente não serão ultrapassados e os tempos de corte permitem a extinção da corrente antes das canalizações atingirem a sua temperatura limite admissível.

4.6.1. Iluminação Normal

O tipo de iluminação e as respetivas armaduras foram escolhidos de modo a obter-se um nível de iluminação adequado aos locais em estudo.

Toda a aparelhagem de manobra será colocada nos locais indicados nas peças desenhadas a uma altura de 1,1 metros acima da cota do pavimento, anexo IV.

Todos os circuitos têm proteção sensível às correntes diferenciais por intermédio de interruptores diferenciais, com sensibilidades regulamentares e seletivas de acordo com peças desenhadas em anexo.

4.6.2. Iluminação de Segurança e letreiros de Saída

Está incluída nesta designação a iluminação constituída por armaduras autónomas com localização prevista nas peças desenhadas. São aparelhos de iluminação equipados com acumuladores NiCd de alta temperatura, com led verde indicador de carga, da classe II de isolamento, tensão de alimentação 230V-50Hz e com uma autonomia até 1 hora.

Os circuitos de alimentação a estas armaduras, de um modo geral serão executados com condutores do tipo XG-U, enfiados em tubo VD, alimentados pelos respetivos quadros elétricos responsáveis pela iluminação normal. Os letreiros de saída em todos os caminhos de evacuação para o exterior, conforme o imposto nas RTIEBT, constituídos por aparelhos de iluminação equipados com lâmpadas fluorescentes e baterias de NiCd estanques, com autonomia até 30 minutos.

Nas áreas de circulação de pessoas e saídas principais do edifício, os letreiros de saída serão do tipo permanente (com 2 lâmpadas fluorescentes de 8W), regulamentarmente alimentados e comandados por interruptor próprio a partir dos respetivos quadros. (CERTIEL, Ficha-Técnica_2, 2002) (CERTIEL, Ficha-Técnica_11, 2005)

4.6.3. Tomadas/Caixas de Potência

As tomadas de usos gerais serão do tipo "Schuko", 2P+T, 230V-50Hz, com obturadores, com uma corrente estipulada não superior a 16 A. (LEGRAND, 2013/2015)

Nos locais de acesso ao público os circuitos de alimentação das tomadas de usos gerais serão distintos dos destinados a outros fins (limpeza) e conservados desligados quando desnecessários. Os circuitos de tomadas, de um modo geral serão executados em condutores do tipo XG-U enfiados em tubo VD/ERFE. As tomadas serão instaladas nos locais indicados nas peças desenhadas, a uma altura útil de 0,30m a partir da cota do pavimento de acordo com os fins a que se destinam, com exceção do bar ou outros locais definidos pelo proprietário de acordo com a respetiva utilização. (CERTIEL, Ficha-Técnica_2, 2002,)

4.7. Quadros

4.7.1 Características Construtivas

Os quadros elétricos serão em PVC Reforçado, classe II, para montagem "SEMI-ENCASTRADA" em todos os locais. No interior dos quadros deverá ficar colocado o respetivo esquema elétrico, devidamente acondicionado e em lugar acessível apenas ao pessoal da manutenção. Os quadros referenciados em peças desenhadas, serão com porta e painel e com a aparelhagem representada em peças desenhadas no seu interior.

Deverão obedecer às normas DIN e VDA para pré-fabricação de quadros, de forma a constituir uma construção modular de fácil montagem. Deverão ter sido aplicadas a modelos de estudo anterior, testes à resistência higroscópica e à propagação das chamas com base no revestimento de pintura.

A aparelhagem será assente numa estrutura de perfis, a qual constituirá um chassi extra independente da caixa, fixa por parafusos e recoberta por espelho de remate, ficando apenas acessível os manípulos para manobra e comando da aparelhagem. O acesso à aparelhagem de proteção deverá ser facilitado pela conceção do quadro, de forma a permitir a manutenção e manobra. Os barramentos serão constituídos por barras de cobre com constituição de acordo com o nº de fases, neutro e terra, pintados nas cores regulamentares, dimensionadas na base de aplicação de uma densidade de corrente de 2 A/mm^2. Os ligadores de terra deverão ser suficientemente identificados, com forma adequada e etiqueta própria, devendo ser a ele ligado todos os condutores de proteção. A dimensão do quadro deverá ser estabelecida de acordo com o tipo e quantidade de aparelhagem definido em peças desenhadas, incluindo as reservas previstas, de forma a conseguir-se o espaço necessário aos trabalhos de manutenção. A secção nominal dos condutores revestidos a utilizar na eletrificação para montagem no interior dos quadros será de 6 mm^2, no mínimo. As ligações serão realizadas por aperto mecânico através de terminais, parafusos, anilhas de mola e porcas em latão niquelado, sendo todos os circuitos

de saída identificados por uma etiqueta, junto ao respetivo órgão de comando, não se admitindo fita gravada.

4.7.2 Aparelhagem Incorporada Nos Quadros

Nos aparelhos de corte e proteção serão sinalizados de forma clara as posições de "ligado" e "desligado".

4.7.3 Interruptores

Os interruptores terão o calibre e o número de polos indicados em peças desenhadas, sendo o corte brusco e independente do tempo de manobra do operador, da LEGRAND, ou equivalente. Serão utilizados interruptores diferenciais do tipo LEGRAND ou equivalente, com calibre e sensibilidade indicados em peças desenhadas no Anexo IV e com poder de corte não inferior a 6 kVA.

4.7.4 Disjuntores

Os disjuntores serão do tipo relés magneto-térmicos, monofásicos ou trifásicos, do tipo LEGRAND ou equivalente, com calibres indicados em peças desenhadas, o poder de corte não deverá ser inferior a 6 kA e terão o nº de polos conforme peça desenhada no Anexo IV.

4.7.5 Régua De Terminais

Nas conexões entre o cabo e os quadros dos circuitos de saída, serão utilizados ligadores com tamanho apropriado de acordo com as secções nominais dos condutores, respeitando as disposições da norma NP-1137.

Os ligadores deverão estar convenientemente identificados segundo o esquema elétrico.

Todos os esquemas dos quadros encontram-se no anexo IV.

4.7.6. Terminal Principal de Terra

Todas as instalações elétricas devem ter um terminal principal de terra ao qual devem ser ligados os condutores de terra, os condutores de proteção, os condutores das ligações equipotenciais principais e os condutores de ligação à terra funcional, se necessário. Os elétrodos de terra serão constituídos por chapas ou varas em aço revestidas a cobre, com valores regulamentares, inferiores a 20 ohms no Posto de Transformação e Instalações em Baixa

Tensão. A ligação dos elétrodos aos condutores de terra será executada por intermédio de acessórios adequados, devendo ser isolada por forte camada protetora constituída por material impermeável e durável.

Os elétrodos serão enterrados na vertical, sendo do tipo de varetas de aço revestido a cobre, sempre que possível nas partes mais húmidas do terreno e o seu topo superior não deverá ficar a menos de 0.8m da superfície do terreno, devendo estas ter 2m de comprimento, 15 mm de diâmetro exterior e com uma espessura de revestimento de 0,7 mm.

Deverá ser instalado um terminal principal de terra que estabelecerá a continuidade entre o elétrodo, a placa de inspeção de terra e o barramento de proteção do Quadro de Entrada (Q.E.), através de um condutor do tipo H1XV-R1g35mm2, enfiado em tubo PVC/VD32.

O terminal principal de terra, que permite o corte para efeito de medição da resistência de terra, será alojado em caixa de material não metálico, com formato do tipo paralelepipédico e com tampa fixa por parafusos.

4.7.7. Sistemas de Proteção Contra Choques Elétricos

A proteção contra choques elétricos terá de ser feitas de duas formas:

- Proteção contra contactos diretos;
- Proteção contra contactos indiretos;

Proteção contra contactos diretos:

É feita por isolamento das partes elétricas ativas por meio de invólucros que tenham pelo menos um código IP2X.

Proteção contra contactos indiretos:

É feita através de dispositivos de corte automático, interruptores diferenciais, instalados nos diferentes quadros elétricos, para separar automaticamente da alimentação o circuito ou o equipamento quando surgir um defeito entre uma parte ativa e uma massa. A proteção dos circuitos de iluminação e tomadas das instalações sanitárias será distinta dos restantes circuitos, asseguradas por interruptores diferenciais de 30 mA. Nas casas de banho, deve ser feita uma ligação equipotencial suplementar que interligue todos os elementos condutores existentes nos volumes 0, 1, 2 e 3 com os condutores de proteção dos equipamentos colocados nesses volumes. De acordo com o disposto no Anexo II da Secção 701 das RTIEBT, todos os elementos condutores, com exceção dos de reduzidas dimensões e que não apresentem riscos de ficarem a um potencial diferente do da ligação equipotencial, devem, em regra, ser ligados ligação equipotencial. Assim devem ser ligados:

- As canalizações metálicas de água quente, água fria, ventilação e esgoto;
- O corpo dos aparelhos sanitários metálicos;

- Aros metálicos das portas e das janelas por se encontrarem em contacto com elementos metálicos da construção.

4.8. Canalizações

Nesta instalação estão estabelecidas as canalizações dos seguintes tipos:

Fixas ocultas, constituídas por cabos do tipo XG-U/R, protegidos por tubos do tipo VD ou ERFE. Estas canalizações desenvolvem-se em roços previamente marcados e tapados com argamassa de elevada dosagem de cimento. Os tubos deverão ser ligados entre si ou aos aparelhos de forma a garantir impossibilidade de argamassa na canalização.

Fixas à vista, constituídas por cabos do tipo XG-U/R, fixas às superfícies de apoio por meio de abraçadeiras colocadas às distâncias regulamentares. Estas canalizações poderão desenvolver-se em caminhos de cabos, em calhas metálicas perfuradas, sempre que o n.º de cabos o justificar.

4.9. Acessórios de instalação

As caixas de derivação, de aparelhagem, de aplique, aparelhagem de comando terão características de acordo as referenciadas nas respetivas peças desenhadas.

4.10. Cálculos

Todos os cálculos encontram-se no Anexo IV.

CONCLUSÃO

A realização deste estágio permitiu perceber a complexidade na elaboração dos projetos das especialidades apresentadas, dada a diferente legislação que cada projeto tem de obedecer.

Foi possível adquirir experiência profissional na área de projeto, com vista à integração no mundo do trabalho, passando por assumir responsabilidades, aplicar conhecimentos teóricos em situações práticas, desenvolver capacidades de decisão e superar os desafios propostos, objetivo esse alcançado através do exercício de atividades semelhantes às desempenhadas pelos profissionais deste ramo, os quais se predispuseram na orientação do estágio.

Dada a importância do especto económico na execução de uma obra, também houve a necessidade de aprofundar conhecimentos relativamente aos materiais existentes no mercado, com o objetivo de conseguir estabelecer a melhor relação possível entre a qualidade e o preço, o que permitiu um melhor conhecimento dos princípios de funcionamento da aparelhagem e desenvolvimento das capacidades de seleção dos diversos equipamentos.

O período de estágio permitiu consolidar e aprofundar uma grande parte dos conhecimentos adquiridos ao longo do curso, bem como através da realização de cada projeto que ia surgindo ao longo do estágio.

Os objetivos propostos inicialmente foram cumpridos, os projetos das especialidades de Instalações Elétricas, foram executados, bem como o mapa de medições e orçamento.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CERTIEL,2015, Instalações que carecem de projeto elétrico aprovado. [Online] Novembro de 2015. acessível em: *https://www.certiel.pt/c/document_library/get_file?uuid=cebccc41-07b9-413f-b7c1-7c252098a80d&groupId=10100*

CERTIEL, Ficha-Técnica_2, 2002, Condutores e Cabos [Parte I]. [Online] Novembro de 2015. acessível em: *https://www.certiel.pt/c/document_library/get_file?uuid=78eb6c97-d822-4bab-8a79-31d1e6fd546f&groupId=10100*.

CERTIEL, Ficha-Técnica_11, 2005, Blocos Autónomos de Iluminação de Segurança (BAIS). [Online] Novembro de 2015. acessível em: *https://www.certiel.pt/c/document_library/get_file?uuid=568c386a-7980-4635-a302-2da25b24107d&groupId=10100*

CERTIEL, Ficha-Técnica_12, 2005, Seletividade entre diferenciais. [Online] Novembro de 2015. acessível em: *http://www.certiel.pt/c/document_library/get_file?uuid=65a4a0bd-0e9c-4790-88fc-aac63bc881e2&groupId=10100 .*

CERTIEL, Ficha-Técnica_16, 2006, Seletividade de proteção contra as sobreintensidades. [Online] Novembro de 2015. acessível em: *https://www.certiel.pt/c/document_library/get_file?uuid=5630596c-ee9c-4816-beb2-57a64506d8af&groupId=10100*.

CERTIEL, Ficha-Técnica_20, 2007, Elementos condutores a ligar a ligação equipotencial. [Online] Novembro de 2015. acessível em: *https://www.certiel.pt/c/document_library/get_file?uuid=5957071a-f296-4105-8c1e-5fef48cfdef1&groupId=10100* .

CERTIEL, Ficha-Técnica_22, 2007, Proteção por utilização de equipamentos da classe II ou por isolamento equivalente. [Online] Novembro de 2015. acessível em: *https://www.certiel.pt/c/document_library/get_file?uuid=08fca2d5-2796-402a-ba9c-7fe4ee428096&groupId=10100.*

CERTIEL, Ficha-Técnica_29, 2009, Cálculo do comprimento máximo, em metros, dos condutores das entradas das instalações individuais, em função da corrente de serviço e das secções normalizadas dos condutores e cabos. [Online] Novembro de 2015. acessível em: *http://www.certiel.pt/c/document_library/get_file?uuid=65a4a0bd-0e9c-4790-88fc-aac63bc881e2&groupId=10100 .*

CERTIEL, Ficha-Técnica_33, 2005, IP mínimos dos equipamentos em função da presença de água e de corpos sólidos a que podem ficar submetidos. [Online] Novembro de 2015. acessível em: *https://www.certiel.pt/c/document_library/get_file?uuid=585bf07a-c935-4426-a86c-19e14c684b93&groupId=10100*

DGEG, 2006. *RTIEBT - Regras Técnicas das Instalações Elétricas de Baixa Tensão*, CERTIEL, ISBN: 9789729518041.

DL101/2007. 2007. Ministério da Economia e da Inovação, Diário da República Eletrónico. DL101/2007, nº65, Série I. [Online] Novembro de 2015. disponível em: http://www.apisolar.pt/images/stories/101-2007_-_Autoconsumo.pdf

EFACEC, 2015, Aparelhagem de Alta e Média Tensão, EFACEC, [Online] Novembro de 2015 *http://www.facec.pt/PresentationLayer/ResourcesUser/Catálogos%202015/AMT/Portefolio-AMT_PT.pdf*

LEGRAND 2013/2014, Catálogo Legrand 2013/2014, [Online] Novembro de 2015. acessível em: *http://www.legrand-portugal.com/catalogo/*

LOPES G. 2013, *Projeto de Instalações Elétricas e Telecomunicações em edifícios*, Departamento de Engenharia Eletrotécnica do Instituto superior de Engenharia de Coimbra.

NEUTRO À TERRA, 2011, *Revista Técnico – Cientifica*, nº8 Dezembro de 2011, 2ºsemestre de 2011, ISSN: 1647-5188

SEGURANÇA ONLINE, 2016, Segurança Online, [Online] Novembro de 2015. acessível em: *http://segurancaonline.com/gca/?id=977*.

ANEXO I - Tabelas de Influencias externas

As tabelas deste anexo foram retiradas das RTIEBT.

Tabela I.1. Temperatura Ambiente

Código	Classificação	Características	Referência (secções)
AA1	frígido	-60°C a + 5°C	512.2 e 522.1
AA2	muito frio	-40°C a + 5°C	
AA3	frio	-25°C a + 5°C	
AA4	temperado	- 5°C a +40°C	
AA5	quente	+ 5°C a +40°C	
AA6	muito quente	+ 5°C a +60°C	
AA7	exterior abrigado	-25°C a +55°C	
AA8	exterior não protegido	-50°C a +40°C	

Tabela I.2. Condições climáticas

	Temperatura do ar		Humidade relativa		Humidade absoluta	
Código	inferior	superior	inferior	superior	inferior	superior
	[a] (°C)	[b] (°C)	[c] (%)	[d] (%)		[f] (g/m^3)
AB1	-60	+ 5	3	100	0,003	7
AB2	-40	+ 5	10	100	0,1	7
AB3	-25	+ 5	10	100	0,5	7
AB4	-5	+40	5	95	1	29
AB5	+5	+40	5	85	1	25
AB6	+5	+60	10	100	1	35
AB7	-25	+55	10	100	0,5	29
AB8	-50	+40	15	100	0,04	36

Tabela I.3. Altitude

Código	Classificação	Características	Referência (secção)
AC1	baixa	≤ 2 000 m	512.2
AC2	alta	> 2 000 m	

Tabela I.4. Presença de água

Código	Classificação	Características	Referência (secções)
AD1	Desprezável	Locais em que a presença da água é desprezável.	512.2 e 522.3
AD2	Gotas de água	Locais que podem estar submetidos à queda de gotas de água na vertical	
AD3	Chuva	Locais que podem estar submetidos à água caindo sob a forma de chuva numa direcção que faça um ângulo com a vertical não superior a 60°	
AD4	Projecção de água	Locais que podem estar submetidos a projecção de água em todas as direcções.	
AD5	Jactos de água	Locais que podem estar submetidos a jactos de água sob pressão em todas as direcções	
AD6	Jactos de água fortes ou massas de água	Locais que podem estar submetidos a vagas (de água)	709
AD7	Imersão temporária	Locais que podem ser parcialmente ou totalmente cobertos de água.	701 e 702
AD8	Imersão prolongada	Locais que podem ser totalmente cobertos de água de forma permanente.	

Tabela I.5. Presença de corpos sólidos estranhos

Código	Classificação	Características	Referência (secções)
AE1	Desprezável	Ausência de quantidades apreciáveis de poeiras ou de corpos sólidos estranhos.	512.2 e 522.4
AE2	Objectos pequenos	Presença de corpos sólidos estranhos cuja menor dimensão seja não inferior a 2,5 mm.	
AE3	Objectos muito pequenos	Presença de corpos sólidos estranhos cuja menor dimensão seja não inferior a 1 mm.	
Presença de depósitos de poeiras em quantidades diárias (q):			
AE4	Poeiras ligeiras	$10 < q \leq 35$ mg/m^2	
AE5	Poeiras médias	$35 < q \leq 350$ mg/m^2	
AE6	Poeiras abundantes	$350 < q \leq 1000$ mg/m^2	

Tabela I.6. Presença de substâncias corrosivas ou poluentes

Código	Classificação	Características	Referência (secções)
AF1	Desprezável	Quantidade ou natureza dos agentes corrosivos ou poluentes não significativa.	512.2 e 522.5
AF2	Atmosférica	Presença apreciável de agentes corrosivos ou poluentes de origem atmosférica	
AF3	Intermitente ou acidental	Acções intermitentes ou acidentais de certos produtos químicos corrosivos ou poluentes de uso corrente	
AF4	Permanente	Acção permanente de produtos químicos corrosivos ou poluentes em quantidade apreciável.	

Tabela I.7. Impactos

Código	Classificação	Características	Referência (secções)
AG1	Fracos	(veja-se o anexo III) do RTIEBT	512.2 e 522.6
AG2	Médios		
AG3	Fortes		

Tabela I.8. Outras ações mecânicas

Código	Classificação	Características	Referência (secção)
AJ	(em estudo)	---	---

Tabela I.9. Presença de flora ou de bolores

Código	Classificação	Características	Referência (secções)
AK1	Desprezável	Ausência de efeitos prejudiciais devidos à flora ou a bolores	512.2 e 522.9
AK2	Riscos	Existência de efeitos prejudiciais devidos à flora ou a bolores	

Tabela I.10. Presença de fauna

Código	Classificação	Características	Referência (secções)
AL1	Desprezável	Ausência de efeitos prejudiciais devidos à fauna.	512.2 e 522.10
AL2	Riscos	Existência de efeitos prejudiciais devidos à fauna (insectos, pássaros e outros pequenos animais).	

Tabela I.11. Influencias eletromagnéticas, electroestática ou ionizantes

Código	Classificação	Características	Referência (secção)
AM1	Desprezáveis	Ausência de efeitos prejudiciais devidos a correntes vagabundas, a radiações electromagnéticas ou ionizantes, a campos electrostáticos ou a correntes induzidas.	512.2
AM2	Correntes vagabundas	Efeitos prejudiciais de correntes vagabundas.	
AM3	Electromagnéticas	Efeitos prejudiciais de radiações electromagnéticas.	
AM4	Ionizantes	Efeitos prejudiciais de radiações ionizantes.	
AM5	Electrostáticas	Efeitos prejudiciais de campos electrostáticos	
AM6	Indução	Efeitos prejudiciais de correntes induzidas.	

Tabela I.12. Radiações Solares

Código	Classificação	Características	Referência (secções)
radiação solar de intensidade (r):			512.2 e 522.11
AN1	Fracas	$r \leq 500$ W/m^2	
AN2	Médias	$500 < r \leq 700$ W/m^2	
AN3	Fortes	$700 < r \leq 1\,120$ W/m^2	

Tabela I.13. Efeitos Sísmicos

Código	Classificação	Características	Referência (secções)
aceleração (a):			512.2 e 522.12
AP1	Desprezáveis	$a \leq 30$ gal	
AP2	Fracos	$30 < a \leq 300$ gal	
AP3	Médios	$300 < a \leq 600$ gal	
AP4	Fortes	$a > 600$ gal.	
(1 gal = 1 cm/s²)			

Tabela I.14. Descargas atmosféricas, nível cerâunico (N)

Código	Classificação	Características	Referência (secções)
AQ1	Desprezável	Riscos provenientes da rede de alimentação: N ≤ 25 dias/ano	443 e 512.2
AQ2	Exposição indirecta	Riscos provenientes da rede de alimentação: N > 25 dias/ano	
AQ3	Exposição directa	Riscos provenientes da exposição dos equipamentos	

Tabela I.15. Movimentos do ar

Código	Classificação	Características	Referência (secções)
		velocidade (v):	
AR1	Fracos	$v \leq 1$ m/s	512.2
AR2	Médios	1 m/s < v ≤ 5 m/s	e
AR3	Fortes	5 m/s < v ≤ 10 m/s	522.13

Tabela I.16. Vento

Código	Classificação	Características
		velocidade (v):
AS1	Fraco	$v \leq 20$ m/s
AS2	Médio	20 m/s < v ≤ 30 m/s
AS3	Forte	30 m/s < v ≤ 50 m/s

Tabela I.17. Competência das pessoas.

Código	Classificação	Características	Referência (secção)
BA1	Comuns	Pessoas não instruídas.	512.2
BA2	Crianças	Crianças em locais que lhes são destinados.	
BA3	Incapacitadas	Pessoas que não disponham de todas as suas capacidades físicas ou intelectuais .	
BA4	Instruídas	Pessoas suficientemente informadas ou supervisionadas por pessoas qualificadas para lhes permitir evitar os perigos que possam advir da electricidade	
BA5	Qualificadas	Pessoas possuindo conhecimentos técnicos ou experiência suficiente que lhes permita evitar os perigos que possam advir da electricidade.	

Tabela 1.I8. Resistência elétrica do corpo humano

Código	Classificação	Características	Referência (secções)
BB1	Normal	Corpo humano seco ou húmido	413.1
BB2	Baixa	Corpo humano molhado	481.3
BB3	Muito baixa	Corpo humano imerso	701, 702, 704 e 705

Tabela I.19. Contactos das pessoas com o potencial da terra

Código	Classificação	Características	Referência (secções)
BC1	Nulos	Pessoas em locais não condutores	512.2 e 512.16
BC2	Reduzidos	Pessoas que, nas condições habituais, não entram em contacto com elementos condutores ou que não permanecem sobre superfícies condutoras	
BC3	Frequentes	Pessoas em contacto frequente com elementos condutores ou em permanência sobre superfícies condutoras.	
BC4	Contínuos	Pessoas em contacto permanente com elementos da construção metálicos e com possibilidades limitadas de interromper esse contacto.	706

Tabela I.20. Evacuação das pessoas em caso de emergência

Código	Classificação	Características	Referência (secções)
BD1	Normal	Baixa densidade de ocupação e condições de evacuação fáceis.	482, 512.2 e 522.18
BD2	Longa	Baixa densidade de ocupação e condições de evacuação difíceis	
BD3	Atravancada	Grande densidade de ocupação e condições de evacuação fáceis.	
BD4	Longa e atravancada	Grande densidade de ocupação e condições de evacuação difíceis	

Tabela I.21. Natureza dos produtos tratados ou armazenados

Código	Classificação	Características	Referência (secções)
BE1	Riscos desprezáveis	—	42, 512.2 e 522.18
BE2	Riscos de incêndio	Tratamento, fabricação ou armazenamento de produtos inflamáveis.	
BE3	Riscos de explosão	Tratamento ou armazenamento de produtos explosivos ou com ponto de ignição baixo (incluindo a presença de poeiras explosivas).	512.2 e 522.18
BE4	Riscos de contaminação	Presença de alimentos, produtos farmacêuticos e análogos sem protecção.	

Tabela I.22. Materiais de construção

Código	Classificação	Características	Referência (secções)
CA1	Não combustíveis	Riscos desprezáveis	482, 512.2 e 522.19
CA2	Combustíveis	Edifícios construídos principalmente com materiais combustíveis.	

Tabela I.23. Estrutura dos edifícios

Código	Classificação	Características	Referência (secções)
CB1	Riscos desprezáveis	—	482, 512.2 e 522.14
CB2	Propagação de incêndio	Edifícios cuja forma e dimensões facilitam a propagação de um incêndio (por exemplo, efeito de chaminé).	
CB3	Movimentos	Riscos devidos a movimentos da estrutura (por exemplo, deslocação entre partes diferentes de um edifício ou entre um edifício e o solo e abatimentos do terreno ou das fundações dos edifícios).	512.2 e 522.14
CB4	Flexíveis ou instáveis	Construções frágeis ou que possam ser submetidas a movimentos (por exemplo, oscilações).	

ANEXO II – Métodos de referencia para canalizações elétricas

As tabelas deste anexo foram retiradas das RTIEBT.

II.1. Modos de Instalação

Tabela II.1. Modos de instalação

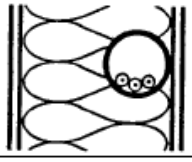
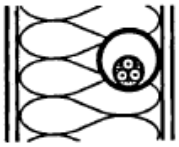
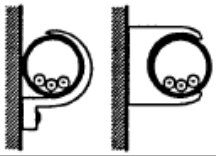
Exemplo	Designação	Ref.ª	Método de ref.ª (1)
1	2	3	4
 *Local*	Condutores isolados em condutas circulares (tubos) embebidas em elementos da construção, termicamente isolantes	1	A
 *Local*	Cabos multicondutores em condutas circulares (tubos) embebidas em elementos da construção, termicamente isolantes	2	A2
	Condutores isolados em condutas circulares (tubos) montadas à vista	3	B

Tabela II.2. Modos de instalação

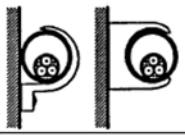
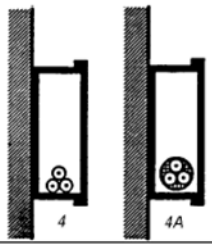
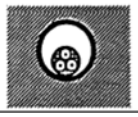
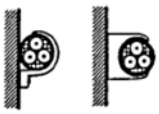
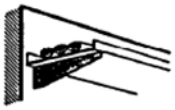
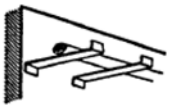
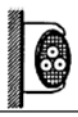
Exemplo	Designação	Ref.ª	Método de ref.ª (1)
1	2	3	4
	Cabos mono ou multicondutores em condutas circulares (tubos) montadas à vista	3A	(em estudo)
	Condutores isolados em condutas não circulares montadas à vista Cabos mono ou multicondutores em condutas não circulares montadas à vista	4 4A	B2 (em estudo)
	Condutores isolados em condutas circulares (tubos) embebidas nos elementos da construção, em alvenaria	5	B
	Cabos mono ou multicondutores em condutas circulares (tubos) embebidas nos elementos da construção, em alvenaria	5A	(em estudo)
	Cabos mono ou multicondutores (com ou sem armadura) fixados às paredes	11	C
	Cabos mono ou multicondutores (com ou sem armadura) fixados aos tectos	11A	C [3]
	Cabos mono ou multicondutores (com ou sem armadura) em caminhos de cabos não perfurados	12	C [2] (3)
	Cabos mono ou multicondutores (com ou sem armadura) em caminhos de cabos perfurados	13	E ou F [4] (3)
	Cabos mono ou multicondutores (com ou sem armadura) em consolas	14	E ou F [4] ou [5] (2) (3) G
	Cabos mono ou multicondutores (com ou sem armadura) fixados por braçadeiras e afastados dos elementos da construção	15	E ou F [4] ou [5] (2) (3) G

Tabela II.3. Modos de instalação

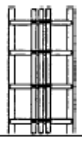
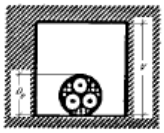
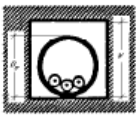
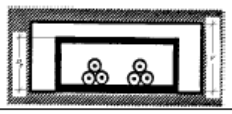
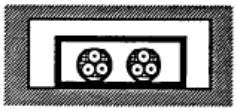
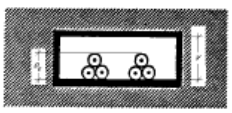
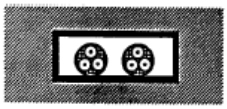
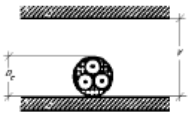
Exemplo	Designação	Ref.ª	Método de ref.[1]
1	2	3	4
	Cabos mono ou multicondutores (com ou sem armadura) em escadas (para cabos)	16	E ou F [4] ou [5][2][3] G
	Cabos mono ou multicondutores auto-suportados ou suspensos por fiadores	17	E ou G
	Condutores nus ou isolados assentes sobre isoladores	18	G
	Cabos mono ou multicondutores em ocos da construção	21	B2 para: $1,5D_e \leq V < 5D_e$ B para: $5D_e \leq V < 50D_e$ [4]
	Condutores isolados em condutas circulares (tubos) em ocos da construção	22	B2 para: $1,5D_e \leq V < 20D_e$ B para: $20D_e \leq V < 50D_e$ [4]
	Cabos mono ou multicondutores em condutas circulares (tubos) em ocos da construção	22A	(em estudo)
	Condutores isolados em condutas não circulares em ocos da construção	23	B2 para: $1,5D_e \leq V < 20D_e$ B para: $20D_e \leq V < 50D_e$ [4]
	Cabos mono ou multicondutores em condutas não circulares em ocos da construção	23A	(em estudo)
	Condutores isolados em condutas não circulares embebidas durante a construção do edifício	24	B2 para: $1,5D_e \leq V < 5D_e$ B para: $5D_e \leq V < 50D_e$ [4]
	Cabos mono ou multicondutores em condutas não circulares embebidas durante a construção do edifício	24A	(em estudo)
	Cabos mono ou multicondutores em tectos falsos ou suspensos	25	B2 para: $1,5D_e \leq V < 5D_e$ B para: $5D_e \leq V < 50D_e$ [4]

Tabela II.4. Modos de instalação

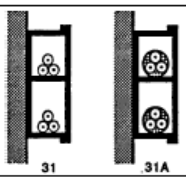
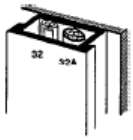
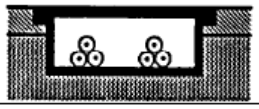
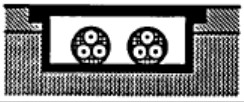
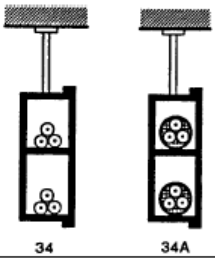
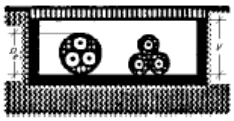
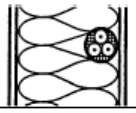
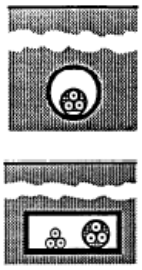
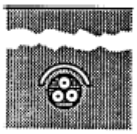
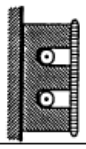
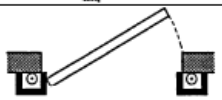
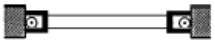
Exemplo	Designação	Ref.ª	Método de ref.ª (1)
1	2	3	4
	Condutores isolados ou cabos mono ou multicondutores em calhas fixadas a elementos da construção em percursos horizontais	31	B (5)(8)
	Condutores isolados ou cabos mono ou multicondutores em calhas fixadas a elementos da construção em percursos verticais	32	B (5)(8)
	Condutores isolados em calhas embebidas nos pavimentos e nas paredes	33	B (5)
	Cabos mono ou multicondutores em calhas embebidas nos pavimentos e nas paredes	33A	B2
	Condutores isolados em calhas suspensas	34	B (5)
	Cabos mono ou multicondutores em calhas suspensas	34A	B2
	Condutores isolados em condutas circulares (tubos) ou cabos multicondutores em caleiras fechadas, em percursos horizontais ou verticais	41	B2 para: $1,5D_e \leq V < 20D_e$ B para: $20D_e \leq V < 50D_e$ (4)
	Condutores isolados em condutas circulares (tubos) em caleiras ventiladas	42	B (6)(8)
	Cabos mono ou multicondutores em caleiras abertas ou ventiladas	43	B (6)
	Cabos multicondutores embebidos directamente em elementos da construção, termicamente isolantes	51	A
	Cabos mono ou multicondutores embebidos directamente em elementos da construção, sem protecção mecânica complementar	52	C

Tabela II.5. Modos de instalação

Exemplo	Designação	Ref.ª	Método de ref.ª (1)
1	2	3	4
	Cabos mono ou multicondutores embebidos directamente em elementos da construção, com protecção mecânica complementar	53	C
	Cabos mono ou multicondutores, em condutas enterradas	61	D (7)
	Cabos mono ou multicondutores enterrados, sem protecção mecânica complementar	62	D (7)
	Cabos mono ou multicondutores enterrados, com protecção mecânica complementar	63	D (7)
	Condutores isolados em calhas de rodapé	71	A (9)
	Condutores isolados ou cabos mono ou multicondutores em calhas de rodapé dotadas de separadores *(* - compartimento para cabos de comunicações e de transmissão de dados)*	72	B (8)
	Condutores isolados em condutas circulares (tubos) ou cabos mono ou multicondutores, protegidos pelos aros das portas	73	A (9)
	Condutores isolados em condutas circulares (tubos) ou cabos mono ou multicondutores, protegidos pelos aros das janelas	74	A (9)

O algarismo indicado dentro de [ ] corresponde ao da referência do quadro 52E1 (factores de correcção).

V - é a menor dimensão ou o diâmetro do oco ou a dimensão vertical do bloco alvéolar do oco do pavimento ou do tecto.

D_e *- é o diâmetro exterior dos cabos multicondutores ou o diâmetro equivalente dos cabos monocondutores ou o diâmetro exterior da conduta ou do bloco alvéolar; quando os cabos monocondutores forem colocados em triângulo $D_e = 2{,}2d$ e quando forem colocados em linha De=3d (d - é o diâmetro exterior de um cabo monocondutor);*

(1) *- Veja-se o Anexo III.*

(2) *- Para certas aplicações, pode ser mais adequado utilizar factores de correcção específicos, como por exemplo, os indicados nos quadro 52E4 e 52E5.*

(3) *- Os valores das correntes admissíveis podem também ser usados para os percursos verticais; quando as condições de ventilação forem limitadas a temperatura na parte superior do percurso vertical pode tornar-se muito elevada.*

(4) *- Para $V>50D_e$ devem ser usados os métodos de referência C, E ou F.*

II.2. Correntes admissíveis

Tabela II.6. Correntes admissíveis, em amperes, para os métodos de referência A, B e C

Secção nominal dos condutores (mm^2)	Método de referência		
	A	B	C(*)
Condutores de cobre			
1,5	14,5	17,5	19,5
2,5	19,5	24	27
4	26	32	36
6	34	41	46
10	46	57	63
16	61	76	85
25	80	101	112
35	99	125	138
50	119	151	168
70	151	192	213
95	182	232	258
120	210	269	299
150	240	-	344
185	273	-	392
240	320	-	461
300	367	-	530
Condutores de alumínio			
2,5	15,0	18,5	21
4	20	25	26
6	26	32	36
10	36	44	49
16	48	60	66
25	63	79	83
35	77	97	103
50	93	118	125
70	118	150	160
95	142	181	195
120	164	210	226
150	189	-	261
185	215	-	298
240	252	-	352
300	289	-	406

(*) - Para $S \leq 16\ mm^2$, admitiu-se que os condutores eram de secção circular e para $S > 16\ mm^2$, de secção sectorial (aplicável também a condutores de secção circular).

Tabela II.7. Correntes admissíveis, em amperes, para os métodos de referência A, B e C

Secção nominal dos condutores (mm2)	Método de referência		
	A	B	C(*)
Condutores de cobre			
1,5	19,0	23	24
2,5	26	31	33
4	35	42	45
6	45	54	58
10	61	75	80
16	81	100	107
25	106	133	138
35	131	164	171
50	158	198	209
70	200	253	269
95	241	306	328
120	278	354	382
150	318	-	441
185	362	-	506
240	424	-	599
300	486	-	693
Condutores de alumínio			
2,5	20	25	26
4	27	33	35
6	35	43	45
10	48	59	62
16	64	79	84
25	84	105	101
35	103	130	126
50	125	157	154
70	158	200	198
95	191	242	241
120	220	281	280
150	253	-	324
185	288	-	371
240	338	-	439
300	387	-	508

(*) - Para S ≤ 16 mm2, admitiu-se que os condutores eram de secção circular e para S > 16 mm2, de secção sectorial (aplicável também a condutores de secção circular).

Tabela II.8. Correntes admissíveis, em amperes, para os métodos de referência A, B e C

Secção nominal dos condutores (mm2)	Método de referência		
	A	B	C(*)
Condutores de cobre			
2,5	18,0	21	24
4	24	28	32
6	31	36	41
10	42	50	57
16	56	68	76
25	73	89	96
35	89	110	119
50	108	134	144
70	136	171	184
95	164	207	223
120	188	239	259
150	216	-	299
185	245	-	341
240	286	-	403
300	328	-	464
Condutores de alumínio			
2,5	14,0	16,5	18,5
4	18,5	22	25
6	24	28	32
10	32	39	44
16	43	53	59
25	57	70	73
35	70	86	90
50	84	104	110
70	107	133	140
95	129	161	170
120	149	186	197
150	170	-	227
185	194	-	259
240	227	-	305
300	261	-	351

(*) - Para S ≤ 16 mm2, admite-se que os condutores eram de secção circular e para S > 16 mm2, de secção sectorial (aplicável também a condutores de secção circular).

Tabela II.9. Correntes admissíveis, em amperes, para os métodos de referência A, B e C

Secção nominal dos condutores (mm2)	Método de referência		
	A	B	C(*)
Condutores de cobre			
1,5	17,0	20,0	22
2,5	23	28	30
4	31	37	40
6	40	48	52
10	54	66	71
16	73	88	96
25	95	117	119
35	117	144	147
50	141	175	179
70	179	222	229
95	216	269	278
120	249	312	322
150	285	-	371
185	324	-	424
240	380	-	500
300	435	-	576
Condutores de alumínio			
2,5	19,0	22	24
4	25	29	32
6	32	38	41
10	44	52	57
16	58	71	76
25	76	93	90
35	94	116	112
50	113	140	136
70	142	179	174
95	171	217	211
120	197	251	245
150	226	-	283
185	256	-	323
240	300	-	382
300	344	-	440

(*) - Para S≤16 mm2, admitiu-se que os condutores eram de secção circular e para S>16 mm2, de secção sectorial (aplicável também a condutores de secção circular).

Tabela II.10. Correntes admissíveis, em amperes, para o método de referência C

Secção nominal dos condutores (mm^2)	NÚMERO E DISPOSIÇÃO DOS CONDUTORES		
	Um cabo de dois condutores ou dois cabos monocondutores carregados(2)	Três condutores carregados	
		Um cabo multicondutor ou três cabos monocondutores em triângulo(2)	Três cabos monocondutores em esteira horizontal(2)
Coluna ⇒	1	2	3
tensão estipulada do cabo: 500 V			
1,5	23	19	21
2,5	31	26	29
4	40	35	38
tensão estipulada do cabo: 750 V			
1,5	25	21	23
2,5	34	28	31
4	45	37	41
6	57	48	52
10	77	65	70
16	102	86	92
25	133	112	120
35	163	137	147
50	202	169	181
70	247	207	221
95	296	249	264
120	340	286	303
150	388	327	346
185	440	371	392
240	514	434	457

(1) - Para os cabos nus acessíveis, os valores indicados devem ser multiplicados por 0,9.
(2) - Para os cabos monocondutores, as bainhas dos cabos de um mesmo circuito devem ser ligadas em conjunto nas duas extremidades.

Tabela II.11. Correntes admissíveis, em amperes, para o método de referência C

Secção nominal dos condutores (mm^2)	NÚMERO E DISPOSIÇÃO DOS CONDUTORES		
	Um cabo de dois condutores ou dois cabos monocondutores carregados[2]	Três condutores carregados	
		Um cabo multicondutor ou três cabos monocondutores em triângulo[2]	Três cabos monocondutores em esteira horizontal[2]
Coluna ⇒	1	2	3
tensão estipulada do cabo: 500 V			
1,5	28	24	27
2,5	38	33	36
4	51	44	47
tensão estipulada do cabo: 750 V			
1,5	31	26	30
2,5	42	35	41
4	55	47	53
6	70	59	67
10	96	81	91
16	127	107	119
25	166	140	154
35	203	171	187
50	251	212	230
70	307	260	280
95	369	312	334
120	424	359	383
150	485	410	435
185	550	465	492
240	643	544	572

(1) - Para os cabos nus inacessíveis não é necessária, em caso de agrupamento, aplicar factores de correcção.
(2) - Para os cabos monocondutores, as bainhas dos cabos de um mesmo circuito devem ser ligadas em conjunto nas duas extremidades.

Tabela II.12 Correntes admissíveis, em amperes, para os métodos de referência E, F e G

Secção nominal dos condutores (mm²)	NÚMERO E DISPOSIÇÃO DOS CONDUTORES				
	Um cabo de dois condutores ou dois cabos monocondutores carregados(2)	Três condutores carregados			
		Um cabo multicondutor ou três cabos monocondutores em triângulo(2)	Cabos monocondutores agrupados sem afastamento (na horizontal ou na vertical)(2)(3)	Cabos monocondutores agrupados com afastamento (na vertical)(2)(3)	Cabos monocondutores agrupados com afastamento (na horizontal)(2)(3)
Mét. refª ⇒	E ou F	E ou F	F	G	G
Coluna. ⇒	1	2	3	4	5
tensão estipulada do cabo: 500 V					
1,5	25	21	23	26	29
2,5	33	28	31	34	39
4	44	37	41	45	51
tensão estipulada do cabo: 750 V					
1,5	26	22	26	28	32
2,5	36	30	34	37	43
4	47	40	45	49	56
6	60	51	57	62	71
10	82	69	77	84	95
16	109	92	102	110	125
25	142	120	132	142	162
35	174	147	161	173	197
50	215	182	198	213	242
70	264	223	241	259	294
95	317	267	289	309	351
120	364	308	331	353	402
150	416	352	377	400	454
185	462	399	426	448	507
240	552	466	496	497	565

(1) - Para os cabos nus acessíveis, os valores indicados devem ser multiplicados por 0,9.
(2) - Para os cabos monocondutores, as bainhas dos cabos de um mesmo circuito devem ser ligadas em conjunto nas duas extremidades.
(3) - Afastamento não inferior ao diâmetro exterior do cabo monocondutor (De).

Tabela II.13. Correntes admissíveis, em amperes, para os métodos de referência E, F e G

Secção nominal dos condutores (mm^2)	NÚMERO E DISPOSIÇÃO DOS CONDUTORES				
	Um cabo de dois condutores ou dois cabos monocondutores carregados(2)	Três condutores carregados			
		Um cabo multicondutor ou três cabos mono-condutores em triângulo(2)	Cabos mono-condutores agrupados sem afastamento (na horizontal ou na vertical)(2)(3)	Cabos mono-condutores agrupados com afastamento (na vertical)(2)(3)	Cabos mono-condutores agrupados com afastamento (na horizontal)(2)(3)
Mét. ref.ª ⇒	E ou F	E ou F	F	G	G
Coluna ⇒	1	2	3	4	5
tensão estipulada do cabo: 500 V					
1,5	25	21	23	26	29
2,5	33	28	31	34	39
4	44	37	41	45	51
tensão estipulada do cabo: 750 V					
1,5	26	22	26	28	32
2,5	36	30	34	37	43
4	47	40	45	49	56
6	60	51	57	62	71
10	82	69	77	84	95
16	109	92	102	110	125
25	142	120	132	142	162
35	174	147	161	173	197
50	215	182	198	213	242
70	264	223	241	259	294
95	317	267	289	309	351
120	364	308	331	353	402
150	416	352	377	400	454
185	462	399	426	448	507
240	552	466	496	497	565

(1) - Para os cabos nus acessíveis, os valores indicados devem ser multiplicados por 0,9.
(2) - Para os cabos monocondutores, as bainhas dos cabos de um mesmo circuito devem ser ligadas em conjunto nas duas extremidades.
(3) - Afastamento não inferior ao diâmetro exterior do cabo monocondutor (De).

Tabela II.14. Correntes admissíveis, em amperes, para os métodos de referência E, F e G

Secção nominal dos condutores (mm^2)	Cabos multicondutores		Cabos monocondutores				
	Dois condutores carregados(1)	Três condutores carregados(1)	Dois condutores carregados	Três condutores carregados em triângulo	Três condutores carregados em esteira		
					Sem	Com afastamento(2)	
					Afastamento(2)	Horizontal	Vertical
Mét. refª.⇒	E	E	F	F	F	G	G
Coluna⇒	1	2	3	4	5	6	7
1,5	22	18,5	-	-	-	-	-
2,5	30	25	-	-	-	-	-
4	40	34	-	-	-	-	-
6	51	43	-	-	-	-	-
10	70	60	-	-	-	-	-
16	94	80	-	-	-	-	-
25	119	101	131	110	114	146	130
35	148	126	162	137	143	181	162
50	180	153	196	167	174	219	197
70	232	196	251	216	225	281	254
95	282	238	304	264	275	341	311
120	328	276	352	308	321	396	362
150	379	319	406	356	372	456	419
185	434	364	463	409	427	521	480
240	514	430	546	485	507	615	569
300	593	497	629	561	587	709	659
400	-	-	754	656	689	852	795
500	-	-	868	749	789	982	920
630	-	-	1 005	855	905	1 138	1 070

(1) - Para S ≤ 16 mm2, admitiu-se que os condutores eram de secção circular e para S > 16 mm2, de secção sectorial (aplicável também a condutores de secção circular).
(2) - Afastamento não inferior ao diâmetro exterior do cabo monocondutor (De).

Tabela II.15. Correntes admissíveis, em amperes, para os métodos de referência E, F e G

Secção nominal dos condutores (mm^2)	Cabos multicondutores		Cabos monocondutores				
	Dois condutores carregados(1)	Três condutores carregados(1)	Dois condutores carregados	Três condutores carregados em triângulo	Três condutores carregados em esteira		
					Sem afastamento(2)	Com afastamento(2)	
						Horizontal	Vertical
Mét. ref.⇒	E	E	F	F	F	G	G
Coluna⇒	1	2	3	4	5	6	7
2,5	23	19,5	-	-	-	-	-
4	31	26	-	-	-	-	-
6	39	33	-	-	-	-	-
10	54	46	-	-	-	-	-
16	73	61	-	-	-	-	-
25	89	78	98	84	87	112	99
35	111	96	122	105	109	139	124
50	135	117	149	128	133	169	152
70	173	150	192	166	173	217	196
95	210	182	235	203	212	265	241
120	244	212	273	237	247	308	282
150	282	245	316	274	287	356	327
185	322	280	363	315	330	407	376
240	380	330	430	375	392	482	447
300	439	381	497	434	455	557	519
400	-	-	600	526	552	671	629
500	-	-	694	610	640	775	730
630	-	-	808	711	746	900	852

(1) - Para S ≤ 16 mm2, admitiu-se que os condutores eram de secção circular e para S > 16 mm2, de secção sectorial (aplicável também a condutores de secção circular).
(2) - Afastamento não inferior ao diâmetro exterior do cabo monocondutor (De).

Tabela II.16. Correntes admissíveis, em amperes, para os métodos de referência E, F e G

Secção nominal dos condutores (mm^2)	Cabos multicondutores		Cabos monocondutores				
	Dois condutores carregados(1)	Três condutores carregados(1)	Dois condutores carregados	Três condutores carregados em triângulo	Três condutores carregados em esteira		
					Sem afastamento(2)	Com afastamento(2)	
						Horizontal	Vertical
Mét. ref.⇒	E	E	F	F	F	G	G
Coluna.⇒	1	2	3	4	5	6	7
1,5	26	23	-	-	-	-	-
2,5	36	32	-	-	-	-	-
4	49	42	-	-	-	-	-
6	63	54	-	-	-	-	-
10	86	75	-	-	-	-	-
16	115	100	-	-	-	-	-
25	149	127	161	135	141	182	161
35	185	158	200	169	176	226	201
50	225	192	242	207	216	275	246
70	289	246	310	268	279	353	318
95	352	298	377	328	342	430	389
120	410	346	437	383	400	500	454
150	473	399	504	444	464	577	527
185	542	456	575	510	533	661	605
240	641	538	679	607	634	781	719
300	741	621	783	703	736	902	833
400	-	-	940	823	868	1 085	1 008
500	-	-	1 083	946	998	1 253	1 169
630	-	-	1 254	1 088	1 151	1 454	1 362

(1) - Para S ≤ 16 mm2, admitiu-se que os condutores eram de secção circular e para S > 16 mm2, de secção sectorial (aplicável também a condutores de secção circular).
(2) - Afastamento não inferior ao diâmetro exterior do cabo monocondutor (De).

Tabela II.17. Correntes admissíveis, em amperes, para os métodos de referência E, F e G

Secção nominal dos condutores (mm^2)	Cabos multicondutores		Cabos monocondutores				
	Dois condutores carregados(1)	Três condutores carregados(1)	Dois condutores carregados	Três condutores carregados em triângulo	Três condutores carregados em esteira		
					Sem afastamento(2)	Com afastamento(2)	
						Horizontal	Vertical
Mét. refª.⇒	E	E	F	F	F	G	G
Coluna.⇒	1	2	3	4	5	6	7
2,5	28	24	-	-	-	-	-
4	38	32	-	-	-	-	-
6	49	42	-	-	-	-	-
10	67	58	-	-	-	-	-
16	91	77	-	-	-	-	-
25	108	97	121	103	107	138	122
35	135	120	150	129	135	172	153
50	164	146	184	159	165	210	188
70	211	187	237	206	215	271	244
95	257	227	289	253	264	332	300
120	300	263	337	296	308	387	351
150	346	304	389	343	358	448	408
185	397	347	447	395	413	515	470
240	470	407	530	471	492	611	561
300	543	471	613	547	571	708	652
400	-	-	740	663	694	856	792
500	-	-	856	770	806	991	921
630	-	-	996	899	942	1 154	1 077

(1) - Para S ≤ 16 mm2, admitiu-se que os condutores eram de secção circular e para S > 16 mm2, de secção sectorial (aplicável também a condutores de secção circular).
(2) - Afastamento não inferior ao diâmetro exterior do cabo monocondutor (De).

Tabela II.18. Correntes admissíveis, em amperes, para os métodos de referência A2 e B2

Secção nominal dos condutores (mm^2)	Dois condutores carregados		Três condutores carregados	
Mét. refº.⇒	A2	B2	A2	B2
Coluna.⇒	2	3	4	5
Condutores de cobre				
1,5	14	16,5	13	15
2,5	18,5	23	17,5	20
4	25	30	23	27
6	32	38	29	34
10	43	52	39	46
16	57	69	52	62
25	75	90	68	80
35	92	111	83	99
50	110	133	99	118
70	139	168	125	149
95	167	291	150	179
120	192	232	172	206
150	219	-	196	-
185	248	-	223	-
240	291	-	261	-
300	334	-	298	-
Condutores de alumínio				
2,5	14,5	17,5	13,5	15,5
4	19,5	24	17,5	21
6	25	30	23	27
10	33	41	31	36
16	44	54	41	48
25	58	71	53	62
35	71	86	65	77
50	86	104	78	92
70	108	131	98	116
95	130	157	118	139
120	150	181	135	160
150	172	-	155	-
185	195	-	176	-
240	229	-	207	-
300	263	-	237	-

Tabela II.19. Correntes admissíveis, em amperes, para os métodos de referência A2 e B2

Secção nominal dos condutores (mm^2)	Dois condutores carregados		Três condutores carregados	
Mét. ref.⇒	A2	B2	A2	B2
Coluna.⇒	2	3	4	5
Condutores de cobre				
1,5	18,5	22	16,5	19,5
2,5	25	30	22	26
4	33	40	30	35
6	42	51	38	44
10	57	69	51	60
16	76	91	68	80
25	99	119	89	105
35	121	146	109	128
50	145	175	130	154
70	183	221	164	194
95	220	265	197	233
120	253	305	227	268
150	290	-	259	-
185	329	-	295	-
240	386	-	346	-
300	442	-	396	-
Condutores de alumínio				
2,5	19,5	23	18	21
4	26	31	24	28
6	33	40	31	35
10	45	54	41	48
16	60	72	55	64
25	78	94	71	84
35	96	115	87	103
50	115	138	104	124
70	145	175	131	156
95	175	210	157	188
120	201	242	180	216
150	230	-	206	-
185	262	-	233	-
240	307	-	273	-
300	352	-	313	-

Tabela II.20. Correntes admissíveis, em amperes, para o método de referência D

Secção nominal dos condutores (mm^2)	Número de condutores carregados e natureza do isolamento			
	3 *PVC*	2 *PVC*	3 *XLPE*	2 *XLPE*
Condutores de cobre				
1,5	26	32	31	37
2,5	34	42	41	48
4	44	54	53	63
6	56	67	66	80
10	74	90	87	104
6	96	116	113	136
25	123	148	144	173
35	147	178	174	208
50	174	211	206	247
70	216	261	254	304
95	256	308	301	360
120	290	351	343	410
150	328	397	387	463
185	367	445	434	518
240	424	514	501	598
300	480	581	565	677
Condutores de alumínio				
10	57	68	67	80
16	74	88	87	104
25	94	114	111	133
35	114	137	134	160
50	134	161	160	188
70	167	200	197	233
95	197	237	234	275
120	224	270	266	314
150	254	304	300	359
185	285	343	337	398
240	328	396	388	458
300	371	447	400	520

Para cabos enterrados e colocados dentro de tubos ou de travessias, os valores indicados no quadro devem ser multiplicados por 0,80. Atendendo a que as correntes admissíveis foram calculadas para uma resistividade térmica do solo igual a 1K.m/W, é necessário considerar os factores de correcção.

2.3. Fatores de correção

Tabela II.21. Fatores de correção em função das temperaturas ambientes para canalizações instaladas ao ar

Temperatura ambiente (ºC)	Isolamento			
	PVC	XLPE/EPR	Mineral(*)	
			(a)	*(b)*
10	1,22	1,15	1,26	1,14
15	1,17	1,12	1,20	1,11
20	1,12	1,08	1,14	1,07
25	1,06	1,04	1,07	1,04
30	1,00	1,00	1,00	1,00
35	0,94	0,96	0,93	0,96
40	0,87	0,91	0,85	0,92
45	0,79	0,87	0,76	0,88
50	0,71	0,82	0,67	0,84
55	0,61	0,76	0,57	0,80
60	0,50	0,71	0,45	0,75
65	-	0,65	-	0,70
70	-	0,58	-	0,65
75	-	0,50	-	0,60
80	-	0,41	-	0,54
85	-	-	-	0,47
90	-	-	-	0,40
95	-	-	-	0,32

(*) Para temperaturas ambientes superiores, consultar os fabricantes.
(a) - Cabos com bainha em PVC ou cabos nus e acessíveis (70ºC).
(b) - Cabos nus e inacessíveis (105ºC).

Tabela II.22. Fatores de correção em função da temperatura do solo

Temperatura do solo (°C)	Isolamento	
	PVC	XLPE/EPR
10	1,10	1,07
15	1,05	1,04
20	1,00	1,00
25	0,95	0,96
30	0,89	0,93
35	0,84	0,89
40	0,77	0,85
45	0,71	0,80
50	0,63	0,76
55	0,55	0,71
60	0,45	0,65
65	-	0,60
70	-	0,53
75	-	0,46
80	-	0,38

Tabela II.23. Fatores de correção para agrupamento de cabos de diversos circuitos ou de vários cabos multicondutores, instalados ao ar, lado a lado, em camada simples

Ref.ª	Disposição dos cabos	Factor de correcção												Quadros e métodos de referência
		N.º de circuitos ou de cabos multicondutores												
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	12	16	20	
1	Encastrados ou embebidos em elementos da construção	1,00	0,80	0,70	0,65	0,60	0,57	0,54	0,52	0,50	0,45	0,41	0,38	52-C1 a 52-C14 A a F
2	Sobre as paredes ou pisos ou sobre caminhos de cabos não perfurados	1,00	0,85	0,79	0,75	0,73	0,72	0,72	0,71	0,70	O factor de correcção não diminui a partir de 9 cabos			52-C1 a 52-C6 C
3	Nos tectos	0,95	0,81	0,72	0,68	0,66	0,64	0,63	0,62	0,61				
4	Em canalizações sobre caminhos de cabos, horizontais perfurados ou verticais	1,00	0,88	0,82	0,77	0,75	0,73	0,73	0,72	0,72				52-C7 a 52-C12 E, F
5	Sobre escadas (para cabos), consola, etc.	1,00	0,87	0,82	0,80	0,80	0,79	0,79	0,78	0,78				

Tabela II.24. Fatores de correção para agrupamentos de cabos enterrados em esteira horizontal, distanciados de, pelo menos, 0,20 m

Número de cabos ou de canalizações	Factor de correcção
1	1,00
2	0,85
3	0,78
4	0,72
6	0,62
≥ 9	0,55

Tabela II.25. Fatores de correção para agrupamento de condutas com condutores, instaladas ao ar, enterradas ou embebidas no betão, em função da sua disposição (horizontal e vertical)

Número de condutas colocadas verticalmente	Número de condutas colocadas horizontalmente					
	1	2	3	4	5	6
Canalizações instaladas ao ar						
1	1,00	0,94	0,91	0,88	0,87	0,86
2	0,92	0,87	0,84	0,81	0,80	0,79
3	0,85	0,81	0,78	0,76	0,75	0,74
4	0,82	0,78	0,74	0,73	0,72	0,72
5	0,80	0,76	0,72	0,71	0,70	0,70
6	0,79	0,75	0,71	0,70	0,69	0,68
Canalizações enterradas ou embebidas no betão						
1	1,00	0,87	0,77	0,72	0,68	0,65
2	0,87	0,71	0,62	0,57	0,53	0,50
3	0,77	0,62	0,53	0,48	0,45	0,42
4	0,72	0,57	0,48	0,44	0,40	0,38
5	0,68	0,53	0,45	0,40	0,37	0,35
6	0,65	0,50	0,42	0,38	0,35	0,32

Tabela II.26. Fatores de correção para agrupamento de diversos circuitos de cabos multicondutores, instalados ao ar, lado a lado, em camadas simples, para o método de referência E

Modo de instalação (veja-se o quadro 52H)			N.º de cabos						
			N.º de caminhos de cabos	1	2	3	4	6	9
Caminhos de cabos perfurados horizontais		Cabos sem afastamento entre si e afastados dos elementos da construção de $d \geq 20$ mm	1	1,00	0,88	0,82	0,79	0,76	0,73
			2	1,00	0,87	0,80	0,77	0,73	0,68
	13		3	1,00	0,86	0,79	0,76	0,71	0,66
		Cabos com afastamento entre si $\geq De$ e afastados dos elementos da construção de $d \geq 20$ mm	1	1,00	1,00	0,98	0,95	0,91	-
			2	1,00	0,99	0,96	0,92	0,87	-
			3	1,00	0,98	0,95	0,91	0,85	-
Caminhos de cabos perfurados verticais		Cabos encostados	1	1,00	0,88	0,82	0,78	0,73	0,72
	13		2	1,00	0,88	0,81	0,76	0,71	0,70
		Cabos com afastamento entre si $\geq De$	1	1,00	0,91	0,89	0,88	0,87	-
			2	1,00	0,91	0,88	0,87	0,85	-
Escadas (para cabos), consolas, etc.		Cabos sem afastamento entre si e afastados dos elementos da construção de $d \geq 20$ mm	1	1,00	0,87	0,82	0,80	0,79	0,78
	14		2	1,00	0,86	0,80	0,78	0,76	0,73
	15		3	1,00	0,85	0,79	0,86	0,73	0,70
	16	Cabos com afastamento entre si $\geq De$ e afastados dos elementos da construção de $d \geq 20$ mm	1	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	-
			2	1,00	0,99	0,98	0,97	0,96	-
			3	1,00	0,98	0,97	0,96	0,93	-

Tabela II.27. Fatores de correção para agrupamento de diversos circuitos de cabos monocondutores, instalados ao ar, lado a lado, em camada simples, para o método de referência F

Modo de instalação (veja-se o quadro 52H)			N.º de circuitos trifásicos(1)			
			N.º de caminhos de cabos	1	2	3
Caminhos de cabos perfurados horizontais		Cabos sem afastamento entre si e afastados dos elementos da construção de $d \geq 20$ mm(2)	1	0,98	0,91	0,87
	13		2	0,96	0,87	0,81
			3	0,95	0,85	0,78
Caminhos de cabos perfurados verticais	13	Cabos encostados(3)	1	0,96	0,86	-
			2	0,95	0,84	-
Escadas (para cabos), consolas, etc.	14	Cabos sem afastamento entre si e afastados dos elementos da construção de $d \geq 20$ mm(2)	1	1,00	0,97	0,96
	15		2	0,98	0,93	0,89
	16		3	0,97	0,90	0,86
Caminhos de cabos perfurados horizontais		Cabos com afastamento entre si $\geq De$ e afastados dos elementos da construção de $d \geq 20$ mm(4)	1	1,00	0,98	0,96
	13		2	0,97	0,93	0,89
			3	0,96	0,92	0,86
Caminhos de cabos perfurados verticais	13	Cabos com afastamento entre si $\geq De$(4)	1	1,00	0,91	0,89
			2	1,00	0,90	0,86
Escadas (para cabos), consolas, etc.	14	Cabos com afastamento entre si $\geq De$ e afastados dos elementos da construção de $d \geq 20$ mm(4)	1	1,00	1,00	1,00
	15		2	0,97	0,95	0,93
	16		3	0,96	0,94	0,90

(1) - Para os circuitos constituídos por vários cabos em paralelo por fase cada grupo de três condutores deve ser considerado com um único circuito para a determinação do número de circuitos trifásicos.
(2) - Cada circuito é constituído por três cabos monocondutores em esteira horizontal.
(3) - Cada circuito é constituído por três cabos monocondutores em esteira vertical.
(4) - Cada circuito é constituído por três cabos monocondutores em triângulo.
d - é a distância dos cabos aos elementos da construção.
De - é o diâmetro exterior dos cabos.

Tabela II.28. Fatores de correção aplicáveis a cabos enterrados em função da resistividade térmica do solo

Resistividade térmica do terreno (K.m/W)	Factor de correcção	Observações	
		Humidade	Natureza do terreno
0,40	1,25	Cabo imerso	Lodo
0,50	1,21	Terreno muito húmido	Areia
0,70	1,13	Terreno húmido	Argila e Calcário
0,85	1,05	Terreno normal	
1,00	1,00	Terreno seco	
1,20	0,94	Terreno muito seco	
1,50	0,86		
2,00	0,76		Cinzas
2,50	0,70		
3,00	0,65		

ANEXO III – Avançada

3.1. Potências/Proteções/Cabos

Tabela III.1. Quadro Produção 1 Parcial 1.1. - Q.P.1 P.1.1.

Potências		
	FLEX 1(MONOF) FLEX 2(TRIF) FLEX 3(MONOF) SERIGRAFIA 1 M.CORTE 1 M.CORTE 2 M.CORTE 3 M. CORTE 4 M.CORTE 5 M. CORTE 6 M.LATERAL C/COMPUTADOR 1 M. LATERAL C/COMPUTADOR 2 M.LATERAL C/COMPUTADOR 3 M.LATRAL C/COMPUTADOR 4 M.LATERAL C/COMPUTADOR 5 M. LATERAL C/COMPUTADOR 6 M.LATERAL 7 M.LATERAL 8 TOMADAS ILUMINAÇÃO RESERVA	6 kVA 4 kVA 3 kVA 10 kVA 2 kVA 2 kVA 2 kVA 2 kVA 2 kVA 2 kVA 2 kVA 2 kVA 2 kVA 2 kVA 2 kVA 2 kVA 2 kVA 2 kVA 2.kVA 5 kVA 2 kVA
		TOTAL : 58.00 kVA (IB=87 A)
Canalização	Cabo	XV-R4x35+1G(R1x16)
	Mét. Ref. E, Iz	158 x 0.73(*)= 115,34 A
	1,45xIz	167 A
	In	100 A (Disjuntor)
	I2	145 A
	$IB \leq In \leq IZ$ e $I2 \leq 1.45 \times IZ$	Ok

(*) – fator de correção para o método de referência E para o caso mais desfavorável.

Tabela III.2. Quadro Produção 1 Parcial 1 – Q.P.1 P. 1.

Potências		
	Q. PRODUÇAO 1 (PARCIAL 1.1) ETIQUETAS(MONOF.) GUILHOTINA GTO CORTE E VINCO CORTE E VINCO CORTE E VINCO MINERVA GUILHOTINA XEROX XEROX	58 kVA 3 kVA 4 kVA 4 kVA 3 kVA 3 kVA 3 kVA 10 kVA 4 kVA 15 kVA 15 kVA
		TOTAL : 122.00 kVA (IB=183 A)
Canalização	Cabo	4x(LXV-R1x120)+ +1G(LXV-R1x70)
	Mét. Ref. F, Iz	308x0.87(*)= 267,96 A
	1,45xIz	388,54 A
	In	200 A (Disjuntor)
	I2	290 A
	$IB \leq In \leq IZ$ e $I2 \leq 1.45 \times IZ$	Ok

(*) – Factor de correção para o método de referência F para o caso mais desfavorável.

Tabela III.3. Quadro Iluminação 1 (Q.Ilum.1)

Potências		
	Iluminação Tomadas/Alimentação a Máquinas	2 kVA 8 kVA
		TOTAL:=10 kVA (IB=15 A)
Canalização	Cabo	XV- U5G6
	Mét. Ref. E, Iz	54 A x 0,73(*)= 39,42 A
	1,45xIz	57,10 A
	In	32 A
	I2	46 A
	$IB \leq In \leq IZ$ e $I2 \leq 1.45 \times IZ$	Ok

(*) – Fator de correção para o método de referência E para o caso mais desfavorável.

Tabela III.4. Quadro Iluminação 2 (Q.Ilum.2)

Potências		
	Iluminação Tomadas/Alimentação a Máquinas	2 kVA 8 kVA
		TOTAL:=10 kVA (IB=15 A)
Canalização	Cabo	XV- U5G6
	Mét. Ref. E, Iz	54 A x 0,73(*)= 39,42 A
	1,45xIz	57,10 A
	In	32 A
	I2	46 A
	IB ≤ In ≤ IZ e I2 ≤ 1.45×IZ	Ok

(*) – Factor de correcção para o método de referência E para o caso mais desfavorável.

Tabela III.5. Quadro Administrativos 1 (Q.Adm.1)

Potências		
	Iluminação Tomadas/Alimentação a Máquinas Reserva	2 kVA 15 kVA 13 kVA
		TOTAL:=30 kVA (IB=45 A)
Canalização	Cabo	XV- R5G10
	Mét. Ref. E, Iz	75 A x 0,73(*)= 54,75 A
	1,45xIz	79,39 A
	In	50 A
	I2	72 A
	IB ≤ In ≤ IZ e I2 ≤ 1.45×IZ	Ok

(*) – Factor de correcção para o método de referência E para o caso mais desfavorável.

Tabela III.6. Quadro Produção 1 (Q.P.1(G))

Potências		
	Q. PROD.1 PARCIAL 1 (Q.P.1.P.1) Q.ILUM./TOMADAS 1 Q.ILUM./TOMADAS 2 Q.ADMINISTRATIVOS 1 RESERVA	122 kVA 10 kVA 10 kVA 30 kVA 10 kVA
		TOTAL: 182.5kVAx0,75(*)=138kVA (IB=200 A)
Canalização	Cabo	4x(LXV-R1x120)+ +1G(LXV-R1Xx70)
	Mét. Ref. F, Iz	308x0.87(**)= 267,96 A
	1,45xIz	388,54 A
	In	200 A (FUSÍVEL)
	I2	320 A
	$IB \leq In \leq IZ$ e $I2 \leq 1.45 \times IZ$	Ok

(*) – Factor de correcção para o método de referência F para o caso mais desfavorável.

(**) – Coeficiente de simultaneidade

Tabela III.7. Quadro Produção 1 (Q.P.1(G))

Potências		
	CILINDRICA 50X70 CILINDRICA 50X70 CILINDRICA 50X70 ESTAMPAG. CILINDRICA 35X50 ESTAMPAG. GUILHOTINA POLAR 76 GUILHOTINA POLAR 90 MINERVA G. ESTAMPAGEM MINERVA P. GUILHOTINA POLAR 90 M.FURAR GTO GTO SPEED MASTER SPEED MASTER TOMADAS	10 kVA 10 kVA 5 kVA 5 kVA 5 kVA 5 kVA 15 kVA 15 kVA 5 kVA 3 kVA 5 kVA 5 kVA 20 kVA 20 kVA 10 kVA
		TOTAL : 138 kVA (IB=200 A)
Canalização	Cabo	4x(LXV-R1x120)+ +1G(LXV-R1x70)
	Mét. Ref. F, Iz	308x0.87(*)=267,96 A
	1,45xIz	388,54 A
	In	200 A
	I2	290 A
	$IB \leq In \leq IZ$ e $I2 \leq 1.45 \times IZ$	Ok

(*) – Factor de correcção para o método de referência F para o caso mais desfavorável.

Tabela III.8. Quadro Produção 2 Parcial 2 (Q.P.2.P2(G))

Potências		
	MÁQUINAS DE CORTE M.LASER M. ULTRASOM ENGOMADEIRA ENROLADORES TOMADAS COMPRESSOR 1 COMPRESSOR 2 RESERVAS	5 kVA 2 kVA 4 kVA 3 kVA 5 kVA 10 kVA 30 kVA 40 kVA 9 kVA
		TOTAL : 133 kVA x 0,8 (**)= 106 kVA (IB=160 A)
Canalização	Cabo	4x(LXV-R1x120)+ +1G(LXV-R1x70)
	Mét. Ref. F, Iz	308 x 0,87(*)=267,96 A
	1,45xIz	388,54 A
	In	200 A
	I2	290 A
	$IB \leq In \leq IZ$ e $I2 \leq 1.45 \times IZ$	Ok

(*) – Factor de correcção para o método de referência F para o caso mais desfavorável

(**) – Coeficiente de simultaneidade

Tabela III.9. Quadro Produção 2 Parcial 3 (Q.P.3.P2(G))

Potências		
	19 x TEARES TOMADAS	(19 x 10 kVA)=190 kVA 10 kVA
		TOTAL: 200 kVAx0,83(**)=166 kVA (IB=250 A)
Canalização	Cabo	4x(LXV-R1x240)+ +1G(LXV-R1x120)
	Mét. Ref. F, Iz	492 x 0,87(*)=428,04 A
	1,45xIz	620,65 A
	In	250 A
	I2	362 A
	IB ≤ In ≤ IZ e I2 ≤ 1.45×IZ	Ok

(*) – Factor de correcção para o método de referência F para o caso mais desfavorável.
(**) coeficiente de simultaneidade

Tabela III.10. Quadro Iluminação 1 (Q.Ilum.1)

Potências		
	Iluminação Tomadas/Alimentação a Máquinas	2 kVA 8 kVA
		TOTAL:=10 kVA (IB=15 A)
Canalização	Cabo	XV- U5G6
	Mét. Ref. E, Iz	54 A x 0,73(*)= 39,42 A
	1,45xIz	57,10 A
	In	32 A
	I2	46 A
	IB ≤ In ≤ IZ e I2 ≤ 1.45×IZ	Ok

(*) – Factor de correcção para o método de referência E para o caso mais desfavorável.

Tabela III.11. Quadro Iluminação 2 (Q.Ilum.2)

Potências		
	Iluminação Tomadas/Alimentação a Máquinas	2 kVA 8 kVA
		TOTAL:=10 kVA (IB=15 A)
Canalização	Cabo	XV- U5G6
	Mét. Ref. E, Iz	54 A x 0,73(*)= 39,42 A
	1,45xIz	57,10 A
	In	32 A
	I2	46 A
	IB ≤ In ≤ IZ e I2 ≤ 1.45×IZ	Ok

(*) – Factor de correcção para o método de referência E para o caso mais desfavorável.

Tabela III.12. Quadro Iluminação 3 (Q.Ilum.3)

Potências		
	Iluminação Tomadas/Alimentação a Máquinas	2 kVA 8 kVA
		TOTAL:=10 kVA (IB=15 A)
Canalização	Cabo	XV- U5G6
	Mét. Ref. E, Iz	54 A x 0,73(*)= 39,42 A
	1,45xIz	57,10 A
	In	32 A
	I2	46 A
	IB ≤ In ≤ IZ e I2 ≤ 1.45×IZ	Ok

(*) – Factor de correcção para o método de referência E para o caso mais desfavorável.

Tabela III.13. Quadro Administrativos 2 (Q.Adm.2)

Potências		
	Iluminação Tomadas/Alimentação a Máquinas Reserva	2 kVA 15 kVA 13 kVA
		TOTAL:=30 kVA (IB=45 A)
Canalização	Cabo	FXV- R5G10
	Mét. Ref. E, Iz	75 A x 0,73(*)= 54,75 A
	1,45xIz	79,39 A
	In	50 A
	I2	72 A
	IB ≤ In ≤ IZ e I2 ≤ 1.45×IZ	Ok

(*) – Factor de correcção para o método de referência E para o caso mais desfavorável.

Tabela III.14. Quadro Produção 2 (Q.P.2(G))

Potências		
	Q.PRODUÇÃO 2 (PARCIAL 1) Q.PRODUÇÃO 2 (PARCIAL 2) Q.PRODUÇÃO 2 (PARCIAL 3) Q.ILUMINAÇÃO 1 Q.ILUMINAÇÃO 2 Q.ILUMINAÇÃO 3 Q. ADMINISTRATIVOS 2	138 kVA 106 kVA 200 kVA 10 kVA 10 kVA 10 kVA 40 kVA
		TOTAL: 504kVAx0,52(**)=262,08kVA (IB=400 A)
Canalização	Cabo	7x(LXV-R1x120)+ +1G(LXV-R1x120)
	Mét. Ref. F, Iz	616 x 0,87(*)=535,92 A
	1,45xIz	777,084 A
	In	400 A (FUSÍVEL)
	I2	640 A
	IB ≤ In ≤ IZ e I2 ≤ 1.45×IZ	Ok

(*) – Factor de correcção para o método de referência F para o caso mais desfavorável.

(**) coeficiente de simultaneidade

Tabela III.15. Quadro Produção 3 Parcial 1 (Q.P.3.P.1)

Potências		
	MÁQUINA 1 MÁQUINA 2 MÁQUINA 3 MÁQUINA 4 MÁQUINA 5 MÁQUINA 6 MÁQUINA 7 MÁQUINA 8 MÁQUINA 9 MÁQUINA 10 MÁQUINA 11 MONTA CARGAS	69 kVA 60 kVA 60 kVA 60 kVA 20 kVA 10 kVA 10 kVA 16 kVA 3 kVA 12 kVA 2 kVA 10 kVA
		TOTAL: 332kVAx0,79(**)= 262,28kVA (IB=400 A)
Canalização	Cabo	7x(LXV-R1x120)+1G(LXV-R1x120)
	Mét. Ref. F, Iz	616 x 0,87(*)=535,92 A
	1,45xIz	777,084 A
	In	400 A (DISJUNTOR)
	I2	560 A
	$IB \leq In \leq IZ$ e $I2 \leq 1.45 \times IZ$	Ok

(*) – Factor de correcção para o método de referência F para o caso mais desfavorável.
(**) coeficiente de simultaneidade

Tabela III.16. Quadro Iluminação 1 (Q.Ilum.1)

Potências		
	Iluminação Tomadas/Alimentação a Máquinas	2 kVA 8 kVA
		TOTAL:=10 kVA (IB=15 A)
Canalização	Cabo	XV- U5G6
	Mét. Ref. E, Iz	54 A x 0,73(*)= 39,42 A
	1,45xIz	57,10 A
	In	32 A
	I2	46 A
	$IB \leq In \leq IZ$ e $I2 \leq 1.45 \times IZ$	Ok

(*) – Factor de correcção para o método de referência E para o caso mais desfavorável.

Tabela III.17. Quadro Iluminação 2 (Q.Ilum.2)

Potências		
	Iluminação Tomadas/Alimentação a Máquinas	2 kVA 8 kVA
		TOTAL:=10 kVA (IB=15 A)
Canalização	Cabo	XV- U5G6
	Mét. Ref. E, Iz	54 A x 0,73(*)= 39,42 A
	1,45xIz	57,10 A
	In	32 A
	I2	46 A
	$IB \leq In \leq IZ$ e $I2 \leq 1.45 \times IZ$	Ok

(*) – Factor de correcção para o método de referência E para o caso mais desfavorável.

Tabela III.18. Quadro Administrativos 3 (Q.Adm.3)

Potências		
	Iluminação Tomadas/Alimentação a Máquinas Reserva	2 kVA 15 kVA 13 kVA
		TOTAL:=30 kVA (IB=45 A)
Canalização	Cabo	XV- R5G10
	Mét. Ref. E, Iz	75 A x 0,73(*)= 54,75 A
	1,45xIz	79,39 A
	In	50 A
	I2	72 A
	$IB \leq In \leq IZ$ e $I2 \leq 1.45 \times IZ$	Ok

(*) – Factor de correcção para o método de referência E para o caso mais desfavorável.

Tabela III.19. Quadro Administrativos 4 (Q.Adm.4)

Potências		
	Iluminação Tomadas/Alimentação a Máquinas Reserva	2 kVA 8 kVA 10 kVA
		TOTAL:=20 kVA (IB=30 A)
Canalização	Cabo	XV- U5G6
	Mét. Ref. E, Iz	54 A x 0,73(*)= 39,42 A
	1,45xIz	57,10 A
	In	32 A
	I2	46 A
	IB ≤ In ≤ IZ e I2 ≤ 1.45×IZ	Ok

(*) – Factor de correcção para o método de referência E para o caso mais desfavorável.

Tabela III.20. Quadro Produção 3 (Q.P.3(G))

Potências		
	Q. PRODUÇÃO 3 (PARCIAL 1) Q.ILUMINÇÃO 1 Q.ILUMINAÇÃO 2 Q.ADMINISTRATIVOS 3 Q.ADMINISTRATIVOS 4 RESERVA	262,08 kVA 10 kVA 10 kVA 30 kVA 20 kVA 60 kVA
		TOTAL: 392,08kVAx0,84(**)=333 kVA (IB=500 A)
Canalização	Cabo	7x(LXV-R1x240)+ +1G(LXV-R1x240)
	Mét. Ref. F, Iz	1000x0.73(*)=870 A
	1,45xIz	1261,5 A
	In	500 A (FUSÍVEL)
	I2	800 A
	IB ≤ In ≤ IZ e I2 ≤ 1.45×IZ	Ok

(*) – Factor de correcção para o método de referência E para o caso mais desfavorável.

(**) coeficiente de simultaneidade

Tabela III.21. Quadro Parcial 3 (Q.P.3)

Potências		
	ILUMINAÇÃO TOMADAS/ALIMENTAÇÃO A MÁQUINAS	2 kVA 8 kVA
		TOTAL:=10 kVA (IB=45 A)
Canalização	Cabo	XV- U5G6
	Mét. Ref. E, Iz	54 A x 0,73(*)= 39,42 A
	1,45xIz	57,10 A
	In	32 A
	I2	46 A
	IB ≤ In ≤ IZ e I2 ≤ 1.45×IZ	Ok

(*) – Factor de correcção para o método de referência E para o caso mais desfavorável.

Tabela III.22. Quadro Balneários (Q.Bal.)

Potências		
	ILUMINAÇÃO TOMADAS/ALIMENTAÇÃO A MÁQUINAS	2 kVA 8 kVA
		TOTAL:=10 kVA (IB=15 A)
Canalização	Cabo	XV- U5G6
	Mét. Ref. E, Iz	54 A x 0,73(*)= 39,42 A
	1,45xIz	57,10 A
	In	32 A
	I2	46 A
	IB ≤ In ≤ IZ e I2 ≤ 1.45×IZ	Ok

(*) – Factor de correcção para o método de referência E para o caso mais desfavorável.

Tabela III.23. Quadro Copa (Q.Copa.)

Potências		
	ILUMINAÇÃO TOMADAS/ALIMENTAÇÃO A MÁQUINAS RESERVA	2 kVA 8 kVA 4 kVA
		TOTAL=20 kVA (IB=30 A)
Canalização	Cabo	XV- U5G6
	Mét. Ref. E, Iz	54 A
	1,45xIz	78.30 A
	In	32 A
	I2	46 A
	IB ≤ In ≤ IZ e I2 ≤ 1.45×IZ	Ok

Tabela III.24. Quadro Cantina (Q.Cantina.)

Potências		
	Q.Copa Iluminação Tomadas/Alimentação a Máquinas Reserva	20 kVA 2 kVA 7 kVA 1 kVA
		TOTAL:=30 kVA (IB=45 A)
Canalização	Cabo	XV- R5G10
	Mét. Ref. E, Iz	75 A x 0,73(*)= 54,75 A
	1,45xIz	79,39 A
	In	50 A
	I2	72 A
	IB ≤ In ≤ IZ e I2 ≤ 1.45×IZ	Ok

(*) – Factor de correcção para o método de referência E para o caso mais desfavorável

Tabela III.25. Quadro Entrada (Q.Entrada.)

QUADRO ENTRADA (Q.E.)		
Potências	Q. PRODUÇÃO 1 (GERAL) Q. PRODUÇÃO 2 (GERAL) Q. PRODUÇÃO 3 (GERAL) Q.P.3 Q.BALNEÁRIOS Q.CANTINA RESERVA (2ªFASE)	138 kVA 262,08 kVA 333 kVA 10 kVA 10 kVA 30 kVA 50 kVA
		TOTAL: 833,08 kVAx0,62(**)=517,5 kVA (IB=750 A)
Canalização	Cabo	7x(LXV-R1x300)
	Mét. Ref. F, Iz	1140x0.87(*)=991 A
	1,45xIz	1438 A
	In	800 A (FUSÍVEL)
	I2	1280 A
	$IB \leq In \leq IZ$ e $I2 \leq 1.45 \times IZ$	Ok

(*) – Factor de correcção para o método de referência F para o caso mais desfavorável.

(**) coeficiente de simultaneidade

3.2. Quedas de Tensão

Rede de alimentadores no Rés do Chão

Área de Produção 1

Q.P.1P.1 – Q.P.1 P.1.1

$$\Delta U = \frac{87 \times 10 \times 0{,}0225}{25} = 0{,}78V$$

Q.P.1(G) – Q.P.1 P.1

$$\Delta U = \frac{183 \times 32 \times 0{,}036}{120} = 1{,}76V$$

Q.P.1(G)– Q.ILUM.1

$$\Delta U = \frac{15 \times 5 \times 0{,}0225}{6} = 0{,}28V$$

Q.P.1(G) – Q.ILUM.2

$$\Delta U = \frac{15 \times 30 \times 0{,}0225}{6} = 1{,}69V$$

Q.E. – Q.ADM.1

$$\Delta U = \frac{45 \times 20 \times 0{,}0025}{10} = 2{,}02V$$

Q.E. – Q.P.1(G)

$$\Delta U = \frac{200 \times 30 \times 0{,}036}{120} = 1{,}8V$$

Área de Produção 2

Q.P.2(G) – Q.ILUM.1

$$\Delta U = \frac{15 \times 5 \times 0{,}0225}{6} = 0{,}28V$$

Q.P.2(G) – Q.ILUM.2

$$\Delta U = \frac{15 \times 30 \times 0{,}0225}{6} = 1{,}69V$$

Q.P.2(G) – Q.ILUM.3

$$\Delta U = \frac{15 \times 20 \times 0{,}0225}{6} = 1{,}12V$$

Q.P.2(G) – Q.P.2P.1

$$\Delta U = \frac{200 \times 10 \times 0{,}036}{120} = 0{,}6V$$

Q.P.2(G) – Q.P.2P.2

$$\Delta U = \frac{160 \times 32 \times 0{,}036}{120} = 1.54V$$

Q.P.2(G) – Q.P.2P.3

$$\Delta U = \frac{250 \times 38 \times 0{,}036}{240} = 1{,}42V$$

Q.P.2(G). – Q.ADM.2(G)

$$\Delta U = \frac{45 \times 24 \times 0{,}0225}{10} = 2{,}43V$$

Q.E. – Q.P.2(G)

$$\Delta U = \frac{400 \times 35 \times 0{,}0225}{40} = 6{,}75V$$

Serviços de Apoio

Q.CANT. – Q.COPA

$$\Delta U = \frac{22{,}5 \times 20 \times 0{,}0225}{6} = 1.69V$$

Q.E. – Q.CANT.

$$\Delta U = \frac{30 \times 40 \times 0{,}0225}{120} = 1{,}35V$$

Q.E. – Q.P.3

$$\Delta U = \frac{15 \times 45 \times 0{,}0225}{6} = 2{,}53V$$

Rede de alimentadores piso 1

Q.P.3(G) – Q.P.3P.1

$$\Delta U = \frac{400 \times 10 \times 0{,}036}{240} = 0{,}6V$$

Q.P.3(G) – Q.ADM.3

$$\Delta U = \frac{45 \times 10 \times 0{,}0225}{10} = 1{,}01V$$

Q.P.3(G) – Q.ADM.4

$$\Delta U = \frac{30 \times 45 \times 0{,}0225}{6} = 5{,}1V$$

Q.P.3(G) – Q.ILUM.1

$$\Delta U = \frac{15 \times 5 \times 0{,}0225}{6} = 0{,}28V$$

Q.P.3(G) – Q.ILUM.2

$$\Delta U = \frac{15 \times 20 \times 0{,}0225}{6} = 1{,}12V$$

Q.E. – Q.P.3(G)

$$\Delta U = \frac{500 \times 15 \times 0{,}0225}{480} = 0{,}35V$$

Rede de Alimentadores a partir dos Posto Transformação

P.T. - Q.E

$$\Delta U = \frac{750 \times 20 \times 0{,}036}{600} = 0{,}9V$$

Nota: Tendo em conta os valores das potências, correntes e as respetivas secções (conforme cálculos), os valores das quedas de tensão (caso mais desfavorável troço Q.P.T. – Q.E. – Q.ESC. – Q.PROD.3 – Q.ADM.4 são perfeitamente regulamentares ΔU=(0,9+0,35+5,1) = 6,35V (2,7% de 230V).
(*) – Valor regulamentar para instalações com posto de transformação próprio.

ANEXO IV – Pavilhão Gimnodesportivo de Anadia

IV.1. Potências/Proteções/Cabos

Tabela IV.1. Quadro Balneários (Q.Bal.)

Potências		
Iluminação Tomadas/Alimentação a Máquinas Reserva		2,00 kVA 8,00 kVA 4,00 kVA
		TOTAL :14 kVA (28 A)
Canalização	Cabo	XG-U5G6
	Mét. Ref. E, Iz	54 A x 0,73* x 0,7** = 27.59 A
	1,45xIz	76.56 A
	In	32 A
	I2	46 A
	IB ≤ In ≤ IZ e I2 ≤ 1.45×IZ	Ok

(*) – Fator de correção (mais desfavorável) de cabos em calha metálica.

(**) – 70% das correntes máximas admissíveis (recintos desportivos), RTIEBT.

Tabela IV.2. Quadro Bar (Q.Bar.)

Potências		
	Iluminação Tomadas/Alimentação a Máquinas Reserva	2,00 kVA 11,00 kVA 0,80 kVA
		TOTAL : 13,80 kVA (20 A)
Canalização	Cabo	XG-R5G10
	Mét. Ref. E, Iz	75 A x 0,73* x 0,7** = 38,33 A
	1,45xIz	55,57 A
	In	40 A
	I2	58 A
	IB ≤ In ≤ IZ e I2 ≤ 1.45×IZ	Ok

(*) – Fator de correção (mais desfavorável) de cabos em calha metálica.

(**) – 70% das correntes máximas admissíveis (recintos desportivos), RTIEBT.

Tabela IV.3. Quadro Central Térmica (Q.C.E.)

Potências		
	Iluminação Tomadas/Alimentação a Máquinas Reserva	0,50 kVA 6,00 kVA 1,50 kVA
		TOTAL:8,00 kVA (12 A)
Canalização	Cabo	XG-U5G6
	Mét. Ref. E, Iz	54 A x 0,73* = 39.42 A
	1,45xIz	76.56 A
	In	32A
	I2	46A
	IB ≤ In ≤ IZ e I2 ≤ 1.45×IZ	Ok

(**) – 70% das correntes máximas admissíveis (recintos desportivos), RTIEBT.

Tabela IV.4. Quadro Ginásio (Q.Ginasio.)

Potências		
	Iluminação Tomadas/Alimentação a Máquinas Reserva	2,00 kVA 4,00 kVA 4,00 kVA
		TOTAL : 10,00 kVA (16 A)
Canalização	Cabo	XG-U5G6
	Mét. Ref. E, Iz	54 A x 0,73**=39.42
	1,45xIz	76.56 A
	In	32 A
	I2	46 A
	IB ≤ In ≤ IZ e I2 ≤ 1.45×IZ	Ok

(**) – 70% das correntes máximas admissíveis (recintos desportivos), RTIEBT.

Tabela IV.5. Quadro Entrada (Q.E.)

Potências		
	ILUMINAÇÃO TOMADAS RESERVA QUADRO BALNEÁRIOS QUADRO BAR QUADRO GINASIO QUADRO CENTRAL TERMICA	15,00 kVA 10,00 kVA 5,00 kVA 14,00 kVA 11,00 kVA 10,00 kVA 8,00 kVA
		TOTAL: 73,00 x 0.56 = 41.4kVA
Canalização	Cabo	4x(XG-R1x35)
	Mét. Ref. C, Iz	147A
	1,45xIz	213,15 A
	In	63A
	I2	101A

Potência alimentar de 41.4 kVA com aproveitamento da baixada existente.

4.2. Quedas de tensão

Q.E. – Q.BAL.

$$\Delta U = \frac{20 \times 5 \times 0{,}0225}{6} = 3.75V$$

Q.E. – Q.BAR

$$\Delta U = \frac{20 \times 40 \times 0{,}0225}{10} = 1.8V$$

Q.E. – Q.CENTRAL TERMICA

$$\Delta U = \frac{12 \times 10 \times 0{,}0225}{6} = 0{,}75V$$

Q.E. – Q.GINASIO

$$\Delta U = \frac{15 \times 40 \times 0{,}0225}{6} = 2.25V$$

PORTINHOLA – Q.E.

$$\Delta U = \frac{2 \times 60 \times 5 \times 0{,}0225}{35} = 0.38V \Rightarrow 0{,}16\% \leq 1{,}5\%$$

NOTA: O caso mais desfavorável encontra-se no Troço PORTINHOLA – Q.E. – Q.BAL. = 0,38 +3.75 = 4,13V (1,8% de 230V), valor perfeitamente regulamentar (3% para iluminação e 5% para equipamentos)