



UNIVERSIDADE DO ALGARVE  
INSTITUTO SUPERIOR DE ENGENHARIA

# Relatório Detalhado de Atividade Profissional

---

**Luís Miguel Borges Pereira**

Relatório para a obtenção do grau de Mestre em Engenharia Elétrica e Eletrónica  
Ramo de Sistemas de Energia e Controlo

**Relatório efetuado sob a orientação de:**

**Professor Doutor José Manuel Guerreiro Gonçalves**

**2014**



## **Declaração de autoria de trabalho**

Declaro ser o autor deste trabalho, que julgo ser original e inédito. Autores e trabalhos consultados estão devidamente citados no texto e constam da listagem de referências incluída.

Luís Miguel Borges Pereira

### Copyright

A Universidade do Algarve tem o direito, perpétuo e sem limites geográficos, de arquivar e publicitar este trabalho através de exemplares impressos reproduzidos em papel ou de forma digital, ou por qualquer outro meio conhecido ou que venha a ser inventado, de o divulgar através de repositórios científicos e de admitir a sua cópia e distribuição com objetivos educacionais ou de investigação, não comerciais, desde que seja dado crédito ao autor e editor.



---

## AGRADECIMENTOS E DEDICATÓRIA

---

A elaboração deste relatório só foi possível graças ao contributo de várias pessoas, a quem quero manifestar a mais profunda gratidão:

Ao Professor Doutor José Gonçalves, por ter acreditado desde o primeiro momento que era possível, pelos comentários construtivos e pelo interesse que demonstrou ao longo da realização deste trabalho.

A todos os meus colegas das Empresas aqui mencionadas pelo apoio e companheirismo demonstrados.

A todos os docentes do Departamento de Engenharia Eletrotécnica do Instituto Superior de Engenharia, por terem participado na minha formação.

À minha mulher, Regina, pela paciência e apoio nos momentos de maior *stress*, pela compreensão da ausência e pela imensa generosidade que demonstrou ao longo de todo este processo.

Finalmente, agradeço a todos os outros que, não sendo aqui mencionados, contribuíram de alguma maneira para o resultado final.



---

## RESUMO

---

Atualmente são muitos os desafios que se colocam a um técnico com formação académica em Engenharia Elétrica e Eletrónica.

Desenvolvendo todo o seu percurso profissional nas empresas Casa Ferreira e LP Engenharia assim como na Universidade do Algarve, o aluno cedo se consciencializou do papel preponderante que desempenha na área de engenharia do ensino superior, em particular no dimensionamento e execução de instalações elétricas de baixa e de média tensão.

Foi neste contexto, que o candidato cresceu no plano individual e técnico, procurando responder aos desafios que lhe foram sendo colocados em domínios tão vastos como: Projetos de Serviço Público e Particular, Execução e Manutenção de Instalações Elétricas, Auditorias Energéticas, Qualidade de Energia, entre outros.

O Relatório de Atividade Profissional reflete um percurso profissional de quase dez anos de trabalho, determinado naturalmente, pelas competências dos serviços em que exerceu funções relacionadas com a sua área de formação e enquadradas pela moldura legal que regula a sua atividade profissional.

Motivado pelo rigor e exigência, recorreu ao Departamento de Engenharia Eletrotécnica da Universidade do Algarve, instituição reconhecida pelos elevados padrões de qualidade de ensino, onde se licenciou e frequentou a componente letiva do Mestrado em Engenharia Elétrica e Eletrónica, ainda antes da reforma de Bolonha.

### **Palavras-chave:**

Projeto Eletrotécnico; Execução e Exploração de Instalações Elétricas; Energia Elétrica; Qualidade de Energia; Análise Termográfica; Experiência Profissional.

---

## ABSTRACT

---

Currently there are many challenges to a technician with an academic background in Electrical and Electronics Engineering.

Developing your career at Casa Ferreira, LP Engineering as well as at the University of the Algarve, the student soon becomes more aware of the important role it plays in the engineering field and in the higher education level, particularly in the design and execution of electrical installations of low and average voltage.

It was in this context that the candidate grew at an individual and technical level, seeking to respond to the challenges that were being placed in areas such as: Service Public Projects and Privates, implementation and maintenance of electrical installations, energy audits, power quality, among others.

The Professional Activity Report reflects a stable career of almost ten years of work, determined naturally by the skills of the exercised functions related to their area of training and supported by the legal framework that governs their professional activity.

Due to motivated and rigor appealed to the Department of Electrical and Electronics Engineering, University of Algarve, institution recognized by the higher standards of teaching, where he graduated and attended lective component of the Master of Electrical and Electronics Engineering, before the reform Bologna.

### **Keywords:**

Electrotechnical Project; Implementation and Operation of Electrical Installations; Electricity; Quality Energy; Thermographic Analysis; Professional Experience.

## ÍNDICE DE MATÉRIAS

<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	<b>19</b>
1.1 OBJETIVOS.....	21
1.2 IDENTIFICAÇÃO DA EMPRESA FRANCISCO ANTÓNIO FERREIRA, HERD., LDA. ....	22
1.3 IDENTIFICAÇÃO DA UNIVERSIDADE DO ALGARVE .....	23
1.4 IDENTIFICAÇÃO DA LP-ENGENHARIA .....	23
<b>2. PRINCIPAIS FUNÇÕES DESEMPENHADAS</b> .....	<b>24</b>
2.1 EMPRESA FRANCISCO ANTÓNIO FERREIRA, HERD., LDA. ....	25
2.1.1 <i>Diretor técnico de obras particulares</i> .....	25
2.1.2 <i>Técnico responsável pela exploração de instalações</i> .....	26
2.1.3 <i>Outras responsabilidades</i> .....	26
2.2 LP - GABINETE DE ENGENHARIA .....	27
2.2.1 <i>Elaboração de projetos</i> .....	27
2.2.2 <i>Auditorias Energéticas</i> .....	27
2.3 UNIVERSIDADE DO ALGARVE – INSTITUTO SUPERIOR DE ENGENHARIA .....	29
2.3.1 <i>Lecionação de disciplinas</i> .....	29
2.3.2 <i>Serviço Docente</i> .....	29
2.3.3 <i>Orientação de projetos e estágios na qualidade de orientador industrial.</i> .....	30
2.3.4 <i>Membro de Júri</i> .....	30
2.3.5 <i>Material didático elaborado</i> .....	30
2.3.6 <i>Atividade administrativa</i> .....	31

## ÍNDICE

2.3.7	<i>Atividade técnico-científica e de ligação à comunidade</i> .....	31
2.3.8	<i>Participação na organização de eventos</i> .....	32
<b>3.</b>	<b>TRABALHOS REALIZADOS COM MAIOR RELEVÂNCIA</b> .....	<b>33</b>
3.1	AUDITÓRIO MUNICIPAL DE OLHÃO – CENTRO CULTURAL.....	34
3.1.1	<i>Instalações Elétricas Projetadas</i> .....	34
3.1.2	<i>Distribuição de energia no edifício</i> .....	35
3.1.3	<i>Potência Instalada</i> .....	38
3.1.4	<i>Níveis Luminotécnicos</i> .....	39
3.1.5	<i>Proteção de pessoas contra contactos diretos e indiretos</i> .....	41
3.1.6	<i>Central de Emergência</i> .....	42
3.2	UNIDADE DE CUIDADOS CONTINUADOS DE ESTOI.....	45
3.2.1	<i>Influências externas</i> .....	46
3.2.2	<i>Objetivo</i> .....	47
3.2.3	<i>Dimensionamento das canalizações elétricas</i> .....	48
3.2.4	<i>Principais alterações implementadas a nível de projeto</i> .....	59
3.3	HOTEL DOM PEDRO PORTOBELO - VILAMOURA.....	75
3.4	BIBLIOTECA DE QUARTEIRA.....	81
3.5	PARQUE DO LEVANTE - OLHÃO.....	84
3.5.1	<i>Níveis de Iluminação</i> .....	86
3.5.2	<i>Cortes de energia</i> .....	86
3.5.3	<i>Balanço de cargas</i> .....	87
3.5.4	<i>Rede de Terras</i> .....	87

## ÍNDICE

3.6	INSTALAÇÃO DE UNIDADES DE MICROGERAÇÃO – ENERGIA FOTOVOLTAICA .....	88
3.6.1	<i>Enquadramento Ambiental</i> .....	88
3.6.2	<i>Enquadramento Legislativo</i> .....	89
3.6.3	<i>Unidades de microgeração de energia fotovoltaica</i> .....	90
3.6.4	<i>Manual de Instruções do Utilizador de Unidades de Microgeração Fotovoltaica</i> .....	94
3.6.5	<i>Evolução da tarifa de referência</i> .....	96
3.7	MERCADO LIBERALIZADO DE ELETRICIDADE .....	98
3.7.1	<i>Explicação das opções tomadas no relatório do anexo XII</i> .....	98
3.7.2	<i>Tarifas e preços</i> .....	101
3.7.3	<i>Grandezas a considerar para efeitos de faturação</i> .....	103
3.7.4	<i>Perguntas frequentes</i> .....	105
3.8	MANUTENÇÃO DE POSTOS DE TRANSFORMAÇÃO .....	108
3.8.1	<i>Os diferentes tipos de manutenção</i> .....	108
3.8.2	<i>Ações de manutenção</i> .....	109
3.8.3	<i>Exemplos de manutenção de PT</i> .....	113
3.9	LEGISLAÇÃO APLICÁVEL .....	116
<b>4.</b>	<b>PRINCIPAIS RELATÓRIOS ELABORADOS NO DECORRER DAS FUNÇÕES DESEMPENHADAS</b> .....	<b>117</b>
4.1	ALTERAÇÃO DO REGIME DE TERRA DO PT2 (E) DO AEROPORTO DE FARO .....	118
4.1.1	<i>Os vários tipos de ligação à terra</i> .....	118
4.1.2	<i>Justificação técnica das opções tomadas</i> .....	120
4.2	ANÁLISE TÉCNICA DOS DADOS OBTIDOS NO ANALISADOR DE REDE - NEWREST .....	123
4.2.1	<i>Valores limite para os dados analisados</i> .....	123

## ÍNDICE

4.2.2	<i>Tipos de perturbações na QEE</i> .....	124
4.2.3	<i>Conclusões do relatório</i> .....	124
4.3	<b>ANÁLISE TERMOGRÁFICA DO POSTO DE TRANSFORMAÇÃO DO PÃO DE AÇÚCAR - OLHÃO</b> .....	125
4.3.1	<i>Principal teoria envolvida</i> .....	125
4.3.2	<i>Termogramas ou imagens térmicas</i> .....	131
4.3.3	<i>Máxima temperatura admissível (MTA)</i> .....	132
4.3.4	<i>Anomalias Térmicas</i> .....	134
4.3.5	<i>Exemplo de um trabalho desenvolvido</i> .....	134
<b>5.</b>	<b>ORIENTAÇÕES PARA ELABORAÇÃO DO RELATÓRIO TIPO DO TÉCNICO RESPONSÁVEL PELA EXPLORAÇÃO DE INSTALAÇÕES ELÉTRICAS</b> .....	<b>140</b>
5.1	<b>OBJETIVO</b> .....	141
5.2	<b>LEGISLAÇÃO APLICÁVEL</b> .....	143
5.3	<b>DISPOSIÇÕES LEGAIS APLICÁVEIS</b> .....	144
5.3.1	<i>Inspeção de Instalações Elétricas</i> .....	144
5.3.2	<i>Verificação dos Eléktodos de Terra</i> .....	145
5.3.3	<i>Limpeza, Conservação e Reparação das Instalações</i> .....	145
5.3.4	<i>Manutenção da Rede de Utilização</i> .....	146
5.4	<b>ANÁLISE DA QUALIDADE DE ENERGIA</b> .....	146
5.4.1	<i>Análise da Qualidade de Energia Segundo a Norma EN NP50160</i> .....	147
5.4.2	<i>Objeto de Estudo da Norma EN NP50160</i> .....	148
5.5	<b>TESTES A SEREM FEITOS À INSTALAÇÃO ELÉTRICA DE UTILIZAÇÃO</b> .....	159
5.5.1	<i>Verificação de Polaridade</i> .....	159

## ÍNDICE

5.5.2	<i>Medição da Resistência de Isolamento ou Rigidez Dielétrica</i> .....	159
5.5.3	<i>Medição da Resistência de Terra</i> .....	161
5.5.4	<i>Teste da Continuidade</i> .....	163
5.5.5	<i>Medição do Tempo de Atuação dos Aparelhos Sensíveis a Correntes Diferenciais</i> .....	163
5.5.6	<i>Medição da Corrente de Atuação dos Aparelhos Sensíveis a Correntes Diferenciais</i> .....	165
5.5.7	<i>Determinação da Sequência de Fases</i> .....	166
5.5.8	<i>Análise termográfica</i> .....	167
<b>6.</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	<b>168</b>
<b>7.</b>	<b>BIBLIOGRAFIA</b> .....	<b>171</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1-1 - Mapa de localização da Empresa “Casa Ferreira”. [16].....	23
Figura 3-1 - Imagem do Auditório Municipal de Olhão. [Imagem retirada do projeto 3D].....	34
Figura 3-2 – Imagens da instalação do posto de transformação público. ....	36
Figura 3-3 – Botoneiras - Cortes gerais de energia e interruptor de segurança - Bombeiros. ....	37
Figura 3-4 – simulação do cálculo luminotécnico: representação espacial em 3D no programa “Dialux”. 39	
Figura 3-5 – simulação do cálculo luminotécnico: representação de cores falsas no programa “Dialux”. 40	
Figura 3-6 – simulação do cálculo luminotécnico: representação espacial em 3D no programa “Dialux”. 40	
Figura 3-7 – simulação do cálculo luminotécnico: representação de cores falsas no programa “Dialux”. 41	
Figura 3-8 - Central de Emergência. ....	42
Figura 3-9 - Central de Emergência. ....	43
Figura 3-10 - Diagrama de alimentação de quadros para a instalação do Auditório Municipal de Olhão. 44	
Figura 3-11 - Unidade de cuidados continuados de Estói. ....	45
Figura 3-12 – Coordenação entre condutores e dispositivos de proteção [1]. ....	50
Figura 3-13 - Conductor Isolado (Ref.: Cabos Solidal). ....	51
Figura 3-14 - Cabo Unipolar (Ref.: Cabos Solidal). ....	52
Figura 3-15 - Cabo Tripolar (Ref.: Cabos Solidal). ....	52
Figura 3-16 – Cabos com alma condutoras circulares ou sectoriais (Ref.: Cabos Solidal). ....	53
Figura 3-17 – A) Transformador de 400 kVA B) Chapa de características do Transformador.....	60
Figura 3-18 - Quadro Geral de Entrada. ....	60
Figura 3-19 - Filiação de dois disjuntores. ....	61
Figura 3-20 – Diagrama de alimentação de quadros antiga.....	62
Figura 3-21 – Diagrama de alimentação de quadros alterada. ....	62
Figura 3-22 – Imagens do Transformador de Isolamento. ....	65
Figura 3-23 - Transformador de isolamento de 63 kVA. ....	65
Figura 3-24 – ligação à terra do neutro do transformador. ....	65
Figura 3-25 – Esquema de ligação à terra do neutro do transformador.....	66
Figura 3-26 - Esquema elétrico e foto de um CPI. ....	67
Figura 3-27 Regime neutro IT. ....	68
Figura 3-28 Curva de disparo MA80 (Fonte Schneider Electric).....	69
Figura 3-29 - Grupo gerador de 160 kVA.....	74
Figura 3-30 – Foto Hotel D. Pedro Portobelo [10].....	75
Figura 3-31 -Transformador a seco [13].	Figura 3-32 -Transformador a óleo.....
	75
Figura 3-33 –Vista frontal do PTC.....	76
Figura 3-34 - Imagem do projeto PTC – rede de terras. ....	77

## ÍNDICE

Figura 3-35 - Impressão de parte do desenho relativo a rede de terras (Quarteira).....	81
Figura 3-36 – Cálculo luminotécnico. ....	83
Figura 3-37 - Diagrama de alimentação do Parque do Levante – Olhão.....	84
Figura 3-38 - Planta de arranjos exteriores do Parque do Levante – Olhão.....	85
Figura 3-39 - Fotos do Parque do Levante – Olhão: à esquerda do exterior e à direita do interior, num dos acessos.....	85
Figura 3-40 - Exemplo de uma instalação de microprodução. ....	88
Figura 3-41 - Exemplo de uma instalação de microprodução. ....	90
Figura 3-42 - Composição de célula solar – corte longitudinal [11]. ....	91
Figura 3-43 - Instalações de microgeração fotovoltaica.....	93
Figura 3-44 - Constituição e modo de funcionamento de uma unidade de microgeração fotovoltaica....	94
Figura 3-45 - Instalação Solar Térmica. ....	96
Figura 3-46 - Evolução da tarifa [12]. ....	97
Figura 3-47 - Cadeia de valor do sector elétrico [7]. ....	101
Figura 3-48 - Tarifas de acesso às redes para 2012 [7].....	102
Figura 3-49 - Tarifas de acesso às redes para 2012 [7].....	103
Figura 3-50 - PT CA n.º 1 e PT CA n.º 2 – Herd. Grous – Beja. ....	114
Figura 3-51 - PT CB Adega – Herd. Grous – Beja.....	114
Figura 3-52 - PT CB Largo da Feira de Santa Iria - Faro.....	114
Figura 3-53 – Fotos tiradas antes de uma manutenção no Posto de transformação do Largo da Feira de Santa Iria.....	115
Figura 3-54 - PT CB Petrogal - Faro.....	115
Figura 4-1 – Regime de Terra [1]. ....	121
Figura 4-2 – Analisador de redes PQA 824 da HT e Técnico a utilizar o equipamento.....	123
Figura 4-3 – Chapa plana com a seta indicando a direção do fluxo de calor. ....	127
Figura 4-4 - Variação da condutividade térmica com a temperatura [14]. ....	128
Figura 4-5 – Transferência de calor por condução de um seccionador. A seta indica a direção do fluxo de calor, do ponto de mais alta temperatura T1, para áreas de menor temperatura T2.....	128
Figura 4-6 – Termograma de um Transformador de Potencial e a visualização do nível de óleo.....	130
Figura 4-7 – Espectro eletromagnético .....	131
Figura 4-8 – Sondas PTC. ....	135
Figura 4-9 – Conversor eletrónico Z. ....	135
Figura 4-10 - Termográfica FLIR i50 e imagens da medição realizada.....	136
Figura 4-11 – Ventilação natural [13]. ....	137
Figura 4-12 – Ventilação forçada [13]. ....	139
Figura 5-1 - Sistema trifásico equilibrado e desequilibrado.....	156
Figura 5-2 – Método da medida em linha [14]......	162
Figura 5-3 - Método medição da corrente de atuação de diferenciais em sistema IT [14].....	166

## ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 3-1 – Explicação do cálculo utilizado para o dimensionamento das cablagens de alimentação para o grupo de emergência. ....	43
Tabela 3-2 – Cálculo da Lotação do Edifício. ....	46
Tabela 3-3 – Escalões dos valores mínimos do tempo para proteção de circuitos elétricos ou de sinal [2]. .....	63
Tabela 3-4 – Tabela com designação das instalações onde foram executadas unidades de microprodução fotovoltaica e respetivas potências instaladas. ....	93
Tabela 3-5 – Tarifas de acesso às redes para 2012 [7]. ....	101
Tabela 3-6 – Tipos de PT. ....	109
Tabela 3-7 – Tipos de ações a realizar em PT's no âmbito da MPS. ....	110
Tabela 3-8 – Periodicidade das ações da MPS. ....	112
Tabela 3-9 – Periodicidade das ações da MPS. ....	113
Tabela 4-1 – Classificação dos riscos de uma intervenção em função do nível de criticidade da mesma. .....	132
Tabela 4-2 – Máxima temperatura admissível (MTA) para um determinado componente. ....	133
Tabela 4-3 – Temperaturas admissíveis em cabos com diferentes tipos de isolamento. ....	133
Tabela 5-1 - Valores das tensões harmónicas em percentagem da tensão declarada. ....	154
Tabela 5-2 - Redes com ligação síncrona a redes interligadas. ....	159
Tabela 5-3 - Redes sem ligação síncrona a redes interligadas .....	159
Tabela 5-4 - Valores mínimos da resistência de isolamento e valores da tensão de ensaio [1]. ....	160
Tabela 5-5 - Resumo dos diferenciais. ....	164
Tabela 5-6 - Tempo máximo e mínimo normalizado para diferenciais segundo a norma EN 61008 [1].	164
Tabela 5-7 - Tipos de aparelhos diferenciais em função de sensibilidade. ....	165
Tabela 5-8 - Seleção de aparelhos diferenciais. ....	166

---

## ÍNDICE DE ANEXOS

---

Anexo I - Logotipo da casa ferreira .....	174
Anexo II - Logótipos: universidade do algarve e escola superior de engenharia .....	174
Anexo III - Logótipo: lp - gabinete de engenharia .....	177
Anexo IV - Relatório resumo da inspeção de execução – certiel e dgge .....	178
Anexo V - Projetos aprovados pela certiel e dgge .....	206
Anexo VI - Instalações com responsabilidades de exploração .....	208
Anexo VII - Tabela de dimensionamento de barramentos .....	211
Anexo VIII - Justificação do cálculo dos valores da corrente de curto-circuito .....	211
Anexo IX - Lista de projetos elaborados .....	212
Anexo X - Coordenação de proteção .....	217
Anexo XI - Ciclo horário .....	227
Anexo XII - Relatório tipo mercado liberalizado de eletricidade – centro porsche faro .....	228
Anexo XIII - Relatório tipo manutenção de postos de transformação – Petrogal (faro) .....	238
Anexo XIV - Relatório da alteração do regime de terra do pt2 (e) do aeroporto de faro .....	251
Anexo XV - Comprimento máximo e esquema-síntese dos sistemas de ligação à terra .....	273
Anexo XVI - Esquemas de ligação a terra .....	275
Anexo XVII - Análise técnica dos dados obtidos no analisador de rede – newrest .....	278
Anexo XVIII - Análise termográfica do posto de transformação do pão de açúcar – olhão .....	304
Anexo XIX - Contrato tipo de prestação de serviços .....	320
Anexo XX - Relatório tipo do técnico responsável pela exploração de instalações elétricas .....	324
Anexo XXI - Instalações do tipo c que carecem de técnico responsável pela exploração de instalações elétricas .....	329
Anexo XXII - Relatório tipo de inspeções de instalações elétricas .....	332
Anexo XXIII - Especificações técnicas dos cabos escolhidos .....	361
Anexo XXIV- Cálculos justificativos relativos ao posto de transformação – estoi .....	369
Anexo XXV - Legislação dos diversos trabalhos na área de energia .....	383

---

## **SIMBOLOGIA**

---

AC – Corrente alternada;

AQS – Água quente solar;

AT – Alta Tensão;

AVAC - Aquecimento, Ventilação e Ar Condicionado;

BT – Baixa Tensão;

BTE - Baixa Tensão Especial;

BTN – Baixa Tensão Normal;

CCTV - Circuito Fechado de Televisão;

CPE – Código Ponto de Entrega;

DC – Corrente Continua;

DGGE - Direção Geral de Energia e Geologia;

ERSE – Entidade Reguladora dos Serviços Energéticos;

IP – Iluminação Pública;

IPTM – Instituto Português de Transportes Marítimos;

ITED - Infraestruturas de Telecomunicações em Edifícios;

ITUR - Infraestruturas de Telecomunicações em Urbanizações;

MARL – Mercado Abastecedor da Região de Lisboa;

MAT – Muito Alta Tensão;

MT – Media Tensão;

## ÍNDICE

PT – Posto de Transformação;

PTC – Posto de Transformação de Cliente;

QE – Quadro Elétrico;

QM – Celas de Média Tensão com proteção por fusíveis;

RPM – Rotações Por Minuto;

RSIUEE – Regulamento de Segurança de Instalações de Utilização de Energia Elétrica;

RTIEBT – Regras Técnicas de Instalações Elétricas de Baixa Tensão;

SCIE – Segurança Contra Incêndios em Edifícios;

THD – Distorção Harmónica Total;

UPS – Fontes de Alimentação Ininterrupta;

UTA – Unidade de Tratamento de Ar;

$V_c$  – Tensão Composta;

IXUS – IXUS, Formação e Consultadoria. Lda, empresa na área da formação;

MN – Disparador de mínimo de tensão; O disparador MN provoca a abertura do equipamento quando a sua tensão de comando passa a ser inferior a 35% do seu valor nominal  $U_n$ . O disparador de mínimo de tensão, associado a um botão de paragem de emergência, realiza uma função de comando de abertura de segurança positiva;

EBR – EBR-Ar Condicionado Lda – Engenharia ao serviço da climatização; empresa de climatização em Faro;

SADI – Sistema Automático Deteção Incêndios;

MPS – Manutenção Preventiva Sistemática.

---

## **1. INTRODUÇÃO**

---

## CAPÍTULO 1 – INTRODUÇÃO

O presente relatório detalhado tem a pretensão de caracterizar a “atividade profissional”, respeitando o **Despacho Reitoral RT.033/2011**, assim como o documento de “Orientações/Normas de execução relativas à aquisição do grau de Mestre pelos licenciados pré-Bolonha”.

O relato profissional referido é comprovado pelos **anexos IV, V e VI** pretendendo demonstrar a capacidade de identificação e desenvolvimento de soluções inovadoras, de reflexão sobre as ações realizadas e suas implicações nas organizações, nos processos, nos produtos e/ou nos serviços e de comunicação das conclusões.

O trabalho é dividido em seis capítulos sendo no primeiro identificadas as empresas que suportaram a experiência profissional apresentada neste trabalho, descrevendo-se uma breve caracterização das mesmas.

No segundo capítulo são apresentadas as principais funções desempenhadas nas empresas anteriormente indicadas. Neste mesmo capítulo são referenciados os principais projetos elaborados assim como as auditorias energéticas realizadas.

No terceiro capítulo são indicados os trabalhos com maior relevância, dos quais se destacam: o Auditório Municipal de Olhão e a Unidade de Cuidados Continuados de Estoi. Foram escolhidas estas duas instalações porque foram projetadas e executadas com legislações distintas. O Auditório foi baseado no Decreto-Lei 740/74 de 26 de Dezembro e a Unidade de Cuidados Continuados nas Regras Técnicas de Instalações elétricas, portaria nº 949-A/2006 de 11 de Setembro. Apresenta-se também neste capítulo noções de manutenção de Postos de Transformação.

No decorrer das minhas funções foram elaborados vários relatórios de caráter técnico, apresentando-se no capítulo quatro exemplos dos mais importantes, no qual se destacam os relatórios termográficos de instalações.

No capítulo cinco são apresentadas orientações para a elaboração do relatório tipo do técnico responsável pela exploração das instalações elétricas. Neste mesmo capítulo apresenta-se um caso concreto de uma instalação vistoriada.

O capítulo seis conclui o relato profissional com as considerações finais apresentando uma proposta de desenvolvimento deste trabalho.

### 1.1 Objetivos.

---

O Relatório da Atividade Profissional pretende sintetizar a prestação profissional de um Engenheiro eletrotécnico, que desempenha funções na área de engenharia.

Para tal pretende-se recorrer à identificação dos trabalhos considerados de maior relevância e com características inovadoras incluindo-se: Projetos Eletrotécnicos, ITED, ITUR, Segurança contra Incêndios, execuções de instalações da mesma especialidade, orientações de estágios, atividades como formador, Auditorias Energéticas e vários relatórios técnicos.

A crescente necessidade de se encontrar a solução técnico-economicamente mais vantajosa prende-se com a preocupação económico-financeira das instalações dada a situação financeira em que o país se encontra, o que conduz assim a uma vertente inovadora na forma de elaborar e/ou executar projetos/instalações.

De acordo com o estatuto do Técnico Responsável de Exploração, Decreto Regulamentar N.º 31/83, de 18 de Abril, artigo 12º alínea 2 “Sem prejuízo dos aspetos técnicos e regulamentares referidos no número anterior, sempre predominantes em qualquer tipo de instalação elétrica, deverão os técnicos procurar a solução mais económica para as instalações.”

As regras de mercado implicam que a execução das instalações não pode ser superior ao capital disponível, desde que garantidas todas as regras de segurança e legislação em vigor.

Este trabalho tem, assim, por objetivo comprovar que é possível ajustar as instalações às necessidades dos clientes, desde que sejam suportados com investigação técnica adicional.

Outro grande objetivo neste trabalho é apresentar soluções inovadoras para solução de avarias decorrentes de correções corretivas.

O relatório de atividades foi realizado nas Empresas:

- Francisco António Ferreira, Herd., Lda., - no Departamento Técnico;
- Universidade do Algarve – Instituto Superior de Engenharia - como Docente;
- LP Gabinete de Engenharia como projetista de Instalações Elétricas, Telecomunicações e Segurança contra Incêndio em Edifícios;

---

### 1.2 IDENTIFICAÇÃO DA EMPRESA FRANCISCO ANTÓNIO FERREIRA, HERD., LDA.

---

A empresa Francisco António Ferreira, Herd., com o logotipo apresentado no **anexo I**, mais conhecida como “Casa Ferreira”, foi fundada em 1932 e desenvolve, atualmente, trabalhos nas áreas:

- Instalações Elétricas;
- ITED e ITUR;
- Sistemas Automático de Detecção de Incêndio;
- CCTV;
- Auditorias técnicas;
- Manutenção Preventiva e Corretiva;
- Correção do Fator de Potência.

Como Diretor Técnico de obras particulares e Técnico Responsável de várias instalações elétricas, foram realizadas ações de assistência Técnica e de Manutenção preventiva às instalações que se referem no ponto seguinte. Fazendo parte das funções o acompanhamento e a avaliação das atividades da Empresa na área Eletrotécnica, ITED, ITUR e Instalações de Segurança contra Incêndios em Edifícios, e prestar, assim, todo o apoio técnico necessário à Direção Geral da Empresa, de forma a contribuir para as soluções, concretizações e otimização dos investimentos necessários. O mapa de localização da Empresa “Casa Ferreira” é indicado na Figura 1-1.



Figura 1-1 - Mapa de localização da Empresa “Casa Ferreira”. [16]

---

### 1.3 IDENTIFICAÇÃO DA UNIVERSIDADE DO ALGARVE

---

Na Universidade do Algarve, onde estudou e se formou no curso bietápico de Engenharia Elétrica e Eletrónica, ramo de Sistemas de Energia e Controlo, Anexo II, concluindo, em 15-12-2003, o Bacharelato com a média de 14 Valores, concluindo, em 15-12-2005, a Licenciatura com 15 Valores. Lecionou, no Departamento de Engenharia Eletrotécnica, várias disciplinas da componente de Eletricidade, Física e Matemática. Prestou apoio a Exposições e Seminários, realizou seminários de “Levitação Magnética”. Efetuou várias visitas de estudo com os alunos da Universidade do Algarve. Foi membro de júri de avaliação de Projetos de Final de Curso.

---

### 1.4 IDENTIFICAÇÃO DA LP-ENGENHARIA

---

No Gabinete de Engenharia, em que é o único Técnico que, como trabalhador independente, presta serviços de engenharia, nomeadamente elaboração de projetos das especialidades de Eletricidade, Segurança contra incêndios, ITED e ITUR, na realização de auditorias energéticas, e em todo o apoio solicitado como consultor na área da Engenharia Eletrotécnica – **Anexo III**.

---

## **2. PRINCIPAIS FUNÇÕES DESEMPENHADAS**

---

Neste capítulo destacam-se as várias funções desempenhas nas empresas indicadas no capítulo I. Salienta-se que foi na Casa Ferreira onde desenvolveu mais trabalhos de campo.

---

### 2.1 EMPRESA FRANCISCO ANTÓNIO FERREIRA, HERD., LDA.

---

Tendo assumido recentemente o cargo como Diretor Técnico da Empresa, desenvolveu trabalho na Área de Engenharia Eletrotécnica, assim como na segurança contra incêndios em edifícios e controlo de ar interior.

---

#### 2.1.1 Diretor técnico de obras particulares

- ➔ Cine Teatro de Faro;
- ➔ Parque de Estacionamento Subterrâneo de Olhão – Parque do Levante;
- ➔ Auditório Municipal de Olhão (Figura 3-1);
- ➔ Requalificação da colina do Revelim – Castro Marim;
- ➔ Condomínio fechado Vila Sol Lote F4 – Quarteira;
- ➔ Entrepasto Comercial de São Brás de Alportel;
- ➔ Entrepasto Comercial da Guia – SONAE;
- ➔ Unidade de cuidados continuados de Estói (Figura 3-11);
- ➔ Trabalhos preparatórios para a reconstrução das instalações no átrio público das chegadas – Aeroporto Internacional de Faro;
- ➔ Iluminação Pública da Avenida Tivoli em Vilamoura;
- ➔ Agrupamento escolar EB1 da Fonte Santa – Quarteira;
- ➔ Linha de Aproximação à PISTA 10 – Aeroporto Internacional de Faro;
- ➔ Condomínio fechado “Quinta do Vale” (Rede Elétrica Particular e de Distribuição, ITED e ITUR);
- ➔ Hotel Dom Pedro Portobelo – Vilamoura (figura 3-30);
- ➔ Construção das lojas ZIPPY no Centro Comercial “AQUA PORTIMÃO e Algarve Shopping”, Remodelação do “Modelo de Albufeira”, entre outras.
- ➔ Acompanhamento de obras de Serviço Público em BT (Baixa Tensão) e MT (Média Tensão).

Assegurar na fase de conceção de projetos, que as soluções preconizadas são aquelas que técnica e economicamente melhor se coadunam com os interesses da Empresa,

acautelando aspetos como a eficiência energética das soluções, a adequabilidade das mesmas com as normas de funcionamento instituídas na Empresa e, as disposições regulamentares aplicáveis;

### 2.1.2 Técnico responsável pela exploração de instalações

- ➔ Cine Teatro de Faro;
- ➔ Parque de Estacionamento Subterrâneo do Levante – Olhão;
- ➔ Auditório Municipal de Olhão;
- ➔ Cais Comercial de Faro, cais marítimo do IPTM;
- ➔ Entrepasto Comercial de São Brás de Alportel;
- ➔ CASCD - Centro de Ação Social, Cultura e Desporto dos trabalhadores da saúde e da segurança social do distrito de Faro;
- ➔ Colégio Nossa Senhora do Alto - Faro;
- ➔ Coviran, Centro comercial de Algoz;
- ➔ MAROLHÃO – Produtores da Pesca, Lda., fábrica de processamento de pescado – Olhão;
- ➔ Algarve-Andaluzia, Importação & Exportação, Lda.; fábrica de processamento de polvo – Olhão;
- ➔ Centro Porsche Faro, stand de venda de automóveis;
- ➔ Amera, Residência Assistida para Seniores, Lda – Faro.

### 2.1.3 Outras responsabilidades

- ➔ Departamento de Manutenção da empresa Casa Ferreira - Faro.
- ➔ Manutenção do Posto de Transformação n.º 5 do Aeroporto de Faro.
- ➔ Responsável Técnico pela iluminação do aeroporto de Faro.
- ➔ Vários trabalhos desenvolvidos no Aeroporto Internacional de Faro, nomeadamente: operação *Ryannair*; remodelação das instalações sanitárias; manutenção de vários quadros de zona, parciais e locais; substituição dos quadros gerais do terminal de carga; remodelação dos transportadores, etc.

Foram realizadas ações de assistência técnica e manutenção preventiva às instalações em epígrafe, de acordo com os equipamentos instalados, tendo também realizado as 2 vistorias anuais obrigatórias (uma no período de Verão e a outra no período de Inverno),

de acordo com o Estatuto do Técnico Responsável (Decreto Regulamentar n.º 31/83 alterado pelo Decreto-Lei n.º 229/2006). Posteriormente será abordado mais em pormenor a elaboração dos relatórios técnicos das instalações onde é técnico responsável pela exploração. Os trabalhos e procedimentos de manutenção preventiva e de assistência técnica aos equipamentos são baseados nas recomendações do fabricante, nas condições específicas da instalação e da sua utilização final, bem como, tendo em vista todas as vantagens inerentes à manutenção periódica e planeada, da qual se enumeram:

- Rentabilizar economicamente a exploração da instalação;
- Minimizar o número e frequência de avarias;
- Evitar a deterioração do equipamento causado por uma peça, cuja avaria/defeito não seja detetada atempadamente;
- Minimizar paragens fortuitas inerentes ao desgaste normal dos equipamentos.

---

## 2.2 LP - GABINETE DE ENGENHARIA

---

O referido gabinete de engenharia é o suporte para todos os trabalhos desenvolvidos particularmente assim como dos vários projetos elaborados.

---

### 2.2.1 Elaboração de projetos

Foram elaborados projetos das especialidades de eletricidade (Tipos A, B e C), Serviço Público, telecomunicações (ITED e ITUR) e segurança contra incêndios em Edifícios nomeadamente os que constam nos **anexos V e IX**.

---

### 2.2.2 Auditorias Energéticas

Elaboração de Auditorias Energéticas, no âmbito da miniprodução.

## CAPÍTULO 2 – PRINCIPAIS FUNÇÕES DESEMPENHADAS

1. Auditoria energética à moradia D. PAYO, Sitio Vale D. Ungel 9021 – Barreiras Brancas, Loulé CPE: PT00020000066913136FK; NIF: 120410494;
2. Auditoria energética ao MONTE DA RISCA GRANDE, Lda. - Monte Novo da Fonte Corcho, Cerpa, Apartado 89, Santa Iria. CPE: PT0002000103717107RJ; NIF: 507826973.
3. Auditoria energética ao edifício – Parque de Campismo de São Miguel, Odemira. CPE: PT0002000069860645GB; NIF Produtor: 502079665; Escalão de potência: Escalão I.
4. Auditoria energética ao edifício – Ilídio Fragoso & Filhos, Lda., Av. Industria, Lote 16, Boavista dos Pinheiros, Odemira, CASH & CARRY. CPE: PT0002000067633897LP; CPE Produtor: PT0002990067633897DM; NIF Produtor: 506944204.
5. Auditoria energética ao edifício – ILÍDIO DUARTE FRAGOSO Lda., PRQ. INDUSTRIAL, LOTE 4, Boavista dos Pinheiros, Odemira. CPE: PT0002000101152261JN; CPE Produtor: PT0002990101152261AD; NIF Produtor: 503072788; Escalão de Potência: Escalão I.
6. Auditoria energética ao edifício – AVE D’OIRO, Zona Industrial da Feiteirinha, Aljezur, Lote 11, 8670-440 ROGIL. CPE: PT0002000111986203ZB; CPE Produtor: PT0002990111986203GP; Escalão de Potência: Escalão I; NIF: 502390263.

### 2.3 UNIVERSIDADE DO ALGARVE – INSTITUTO SUPERIOR DE ENGENHARIA

Mesmo antes de concluir a sua licenciatura foi convidado para lecionar aulas na Universidade do Algarve. Neste subcapítulo são apresentadas as principais funções desempenhadas, aproveitando para caracterizar a instituição.

#### 2.3.1 Lecionação de disciplinas

Foi assegurada a lecionação das seguintes disciplinas, referentes ao curso de Engenharia Elétrica e Eletrónica (EEE) do Departamento de Engenharia Eletrotécnica do Instituto Superior de Engenharia (ISE):

- Tecnologias de Eletricidade e Eletrónica – 1º Ciclo – 2º Semestre (2006-2013);
- Laboratório de Eletrotecnia – 1º Ciclo – 2º Semestre (2005-2008);
- Análise de circuitos I – 1º Ciclo – 1º Semestre (2005-2006);
- Técnicas de Medida – 1º Ciclo – 1º Semestre (2007-2009);
- Física II – 1º Ciclo – 1º Semestre (2006-2007);
- Eletrotecnia Aplicada – 1º Ciclo – 1º Semestre (2006-2012);
- Matemática – CET – IEAI – 1º Semestre (2007-2008);
- Instrumentação e Medidas – 1º Ciclo – 1º Semestre (2005-2012);
- Desenho técnico – CET – IEAI – 1º Semestre (2012-2013);
- Instalações Elétricas – 1º Ciclo – 1º Semestre (2012-2013);
- Instalações Elétricas II – CET – IEAI – 2º Semestre (2012-2013);
- Técnicas de Medida – CET – IEAI – 2º Semestre (2007-2009).

#### 2.3.2 Serviço Docente

Foram lecionadas aulas teóricas (T), teórico-práticas (TP), práticas (P) e de orientação tutorial (OT) das disciplinas anteriormente indicadas, referentes ao curso de Engenharia Elétrica e Eletrónica do Instituto Superior de Engenharia.

Foram feitas várias visitas de estudo nas cadeiras de Tecnologias de Eletricidade e Eletrónica e de Instalações Elétricas II.

### 2.3.3 Orientação de projetos e estágios na qualidade de orientador industrial.

Foram orientados os seguintes projetos de final de curso, referentes ao curso de Engenharia Elétrica e Eletrónica da Escola Superior de Tecnologia:

- ✓ “Projeto de infraestruturas elétricas de um centro comercial”, Guia – Albufeira, Daniel Domingos, José Ribeiro e Luís Passos, Bacharelato, ADEE/EST/UAlg, 2009.
- ✓ “Projeto de infraestruturas elétricas de um centro comercial”, Guia – Albufeira, Guilherme Gonçalves, Adriano Morais e Nuno Lopes, Bacharelato, ADEE/EST/UAlg, 2010.
- ✓ “Projeto de infraestruturas elétricas de um centro comercial”, Guia – Albufeira, Sulésio Martins, Bruno Pereira e Márcio Rodrigues, Bacharelato, ADEE/EST/UAlg, 2011.
- ✓ “Projeto de infraestruturas elétricas de um centro comercial”, Guia – Albufeira, Pedro Cavaco, João Sebastião e Nelson Páscoa, Licenciatura, ADEE/EST/UAlg, 2011.

### 2.3.4 Membro de Júri

Membro de 2 júris para avaliação de estágios e projetos finais de curso (Bacharelato e Licenciatura).

### 2.3.5 Material didático elaborado

Foram elaborados (ou atualizados, devido à reestruturação do curso) os seguintes materiais pedagógicos e didáticos de apoio às disciplinas:

- ◇ Técnicas de Medida:
  - Textos de Apoio (234 páginas);

## CAPÍTULO 2 – PRINCIPAIS FUNÇÕES DESEMPENHADAS

- Caderno de Problemas e Roteiro (32 páginas);
  - Apresentação “PowerPoint” para as aulas teóricas (97 diapositivos);
  - Guias dos trabalhos de laboratório (6 trabalhos).
- ◇ Tecnologias de Eletrónica e Eletricidade:
- Textos de Apoio (57 páginas);
  - Guias dos trabalhos de laboratório (6 trabalhos).
- ◇ Matemática:
- Textos de Apoio (30 páginas);
  - Caderno de Problemas e Roteiro (26 páginas).

---

### 2.3.6 Atividade administrativa

Responsável pela elaboração da lista dos equipamentos e componentes eletrónicos, e respetiva orçamentação, a adquirir pela ADEE para o correto funcionamento das aulas práticas de Tecnologias de Eletricidade e Eletrónica, e aprovisionamento de *stock*, nos anos letivos 2007/08, 2008/09, 2010/11 e 2011/12.

Participação na Semana Aberta da UAlg com a realização de experiências tecnológicas interativas e/ou de palestras: "Odisseia pelo eletromagnetismo: das pedras amantes às pedras flutuantes", nos anos letivos 2007/08, 2008/09.

Participação na "Equipa UAlg" com a palestra: “Eletrotecnia divertida: levitação magnética”, nos anos letivos 2010/11 e 2011/12.

---

### 2.3.7 Atividade técnico-científica e de ligação à comunidade

Frequência do curso de formação profissional “Novas Regras Técnicas de Instalações Elétricas em Baixa Tensão”, Universidade do Algarve, Março/Abril de 2009, administrada pela IXUS.

Frequência do curso de formação profissional “Condomínios Fechados – Regras Técnicas”, Universidade do Algarve, Outubro/Novembro de 2010, administrada pela IXUS.

Comunicação oral: "Os supercondutores da alta temperatura e as suas aplicações em eletrotecnia”, V Semana da Tecnologia, EST/UAlg, 2010.

Comunicação oral: "Odisseia pelo eletromagnetismo: das pedras amantes às pedras flutuantes", palestras realizadas durante a Semana Aberta, edições de 2009 e 2010, EST/UAlg.

Comunicação oral: "Eletrotecnia divertida: levitação magnética", palestras realizadas nas escolas secundárias da região do Algarve no âmbito da “Equipa UAlg”, edições de 2007 e 2008, EST/UAlg.

---

### **2.3.8 Participação na organização de eventos**

Salienta-se o facto de ter sido o responsável por conseguir organizar várias visitas de estudo, para que os alunos conheçam alguns dos grandes projetos desenvolvidos no Algarve, nomeadamente:

- Parque de Estacionamento Subterrâneo “Parque do Levante” em Olhão, com capacidade para 320 lugares de estacionamento subterrâneo;
- “Auditório Municipal de Olhão” com capacidade para 230 pessoas;
- “Marina Vila” empreendimento turístico com 330 apartamentos;
- “Centro comercial Ria *Shopping*” situado em Olhão;
- “Unidade de Cuidados Continuados de Estoi”;
- “Aeroporto Internacional de Faro”;
- “Subestação dos Braceais” – alimentação elétrica à cidade de Faro.

---

### **3. TRABALHOS REALIZADOS COM MAIOR RELEVÂNCIA**

---

Destacam-se neste capítulo alguns dos trabalhos realizados com maior relevância. Conforme descrito anteriormente apresentam-se exemplos de trabalhos elaborados por diferentes legislações base.

---

### 3.1 AUDITÓRIO MUNICIPAL DE OLHÃO – CENTRO CULTURAL

---

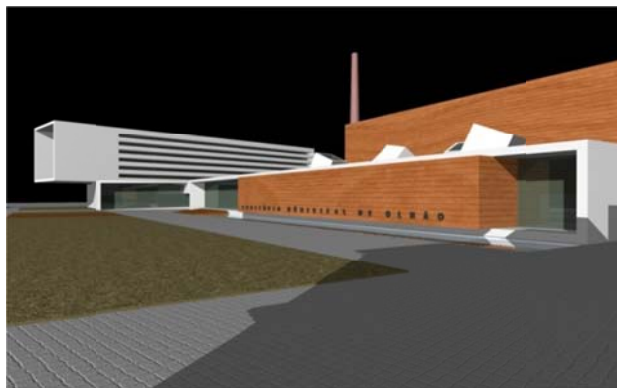


Figura 3-1 - Imagem do Auditório Municipal de Olhão. [Imagem retirada do projeto 3D]

O Edifício é constituído por 3 blocos, em dois pisos, que se distribuem por Oficina de Artes, Auditório e Café Concerto. Os três blocos têm comunicações entre si.

O Auditório desenvolve-se em dois pisos, com uma comunicação vertical, ao nível do piso 1 e com uma comunicação horizontal com o Café Concerto. O edifício é constituído por três pisos, distribuídos por Estacionamento, Auditório e Café Concerto.

O desenvolvimento do projeto teve em consideração, prioritariamente, a segurança de pessoas, a segurança de bens e uma adequada fiabilidade e continuidade de funcionamento de todos os componentes eletromecânicos de que será dotado o edifício.

Na conceção do projeto procurou-se dotar cada instalação de um conjunto de infraestruturas elétricas de modo a assegurar não só a segurança de pessoas e bens, mas também a proporcionar aos utilizadores, o máximo de flexibilidade que um edifício deste tipo exige.

---

#### 3.1.1 Instalações Elétricas Projetadas

O projeto de Eletricidade desenvolvido contempla as seguintes instalações:

- Posto de Transformação público;
- Alimentação e distribuição de energia;
- Quadros Elétricos;
- Rede de terras, proteção de pessoas e proteção contra descargas atmosféricas;
- Canalizações;
- Circuitos de iluminação;
- Circuitos de tomadas;
- Circuito de alimentação a equipamentos;
- Comunicações de Voz e Dados;
- Distribuição de sinal de TV;
- Instalações e Equipamentos de Áudio:
  - Sistema de som para espetáculos do Auditório;
  - Difusão sonora;
  - Sistema de som para os camarins;
  - Tradução simultânea;
  - Sistema de Conferências;
  - Intercomunicação de cena;
- Sistema de projeção de Vídeo;
- Sistema de projeção cinematográfica;
- Equipamentos de Mecânica de cena;
- Equipamentos de Iluminação de cena;
- Sistema automático de detecção de incêndios;
- Sistema automático de detecção de intrusão;
- Elevadores;
- Sistema de Controlo de Tráfego do Parque de Estacionamento.

---

### 3.1.2 Distribuição de energia no edifício

A alimentação de energia ao edifício foi projetada em ramal subterrâneo de Baixa Tensão onde se interligou com um Quadro Colunas instalado dentro do edifício a instalar junto à entrada de serviço.

## CAPÍTULO 3 – TRABALHOS REALIZADOS COM MAIOR RELEVÂNCIA

O Posto de Transformação público foi instalado junto ao acesso ao estacionamento – Figura 3-2 e na sua instalação teve-se em conta as especificações do projeto e as que se encontravam em vigor na entidade distribuidora.



**Figura 3-2 – Imagens da instalação do posto de transformação público.**

A canalização utilizada para o ramal foi dimensionada de acordo com o Artigo 112º do RSIUEE, sendo a profundidade mínima da canalização enterrada no exterior de 0,70 m, a partir do passeio.

A partir do Quadro de colunas serão executadas 3 saídas para os diversos espaços do complexo, a designar:

- ✓ Auditório;
- ✓ Estacionamento;
- ✓ Bar.

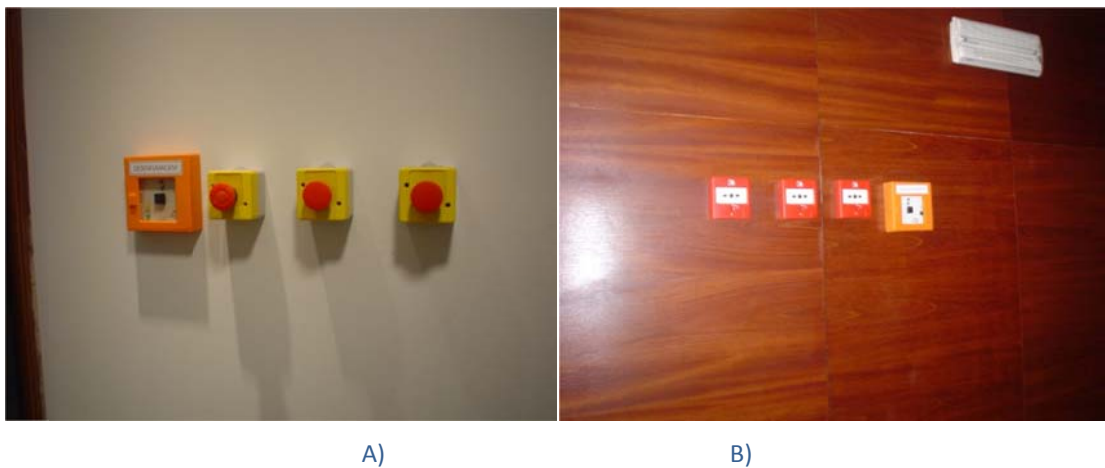
## CAPÍTULO 3 – TRABALHOS REALIZADOS COM MAIOR RELEVÂNCIA

A partir do Quadro Geral do auditório, alimentaram-se os diversos quadros parciais de acordo com o diagrama de distribuição de energia.

Os cortes gerais de energia – Figura 3-3, foram feitos com o auxílio de botoneiras de corte, em número de 3, instaladas junto à entrada de serviço.

As botoneiras têm como função o corte de:

- ✓ Energia de alimentação do distribuidor - EDP;
- ✓ Alimentação prioritária (Grupo de Bombagem de Incêndios) e Desenfumagem do Parque;
- ✓ Grupo de emergência.



**Figura 3-3 – Botoneiras - Cortes gerais de energia e interruptor de segurança - Bombeiros.**

Além destes cortes de energia, foi ainda instalado um sistema de corte, denominado interruptor de segurança, a instalar na cabina dos bombeiros, anexa à cabina de projeção, como se pode observar na Figura 3-4-A). Este interruptor tem como função o corte das instalações situadas dentro da sala de espetáculos.

Na construção dos Quadros teve-se em consideração o seguinte:

- Sistemas de proteção: TT;
- Tensão de serviço - 440V/230V;
- Frequência 50 Hz;
- $I_{cc} = 10 \text{ kA}$ , para o Quadro Geral e 6 kA para os restantes.

Apresenta-se de seguida a justificação do cálculo dos valores da corrente de curto-circuito nos quadros elétricos. Tabela do **anexo VIII**. Estes valores são importantes para a escolha dos equipamentos de proteção para os quadros elétricos.

**Aplicaram-se as seguintes fórmulas para o cálculo das correntes de curto-circuito:**

$$I_{CC} = \frac{0,95 \times U_s}{\sum_{i=1}^{\infty} Z_i} = \frac{0,95 \times U_s}{Z_T} [\text{kA}] \quad (3.1)$$

$$Z_{TF} = \frac{u_{CC}\%}{100} \times \frac{V_{cn}^2}{S_n} [\Omega] \quad (3.2)$$

$$R_{TF} = \frac{P_{cu}}{3 \times I_n^2} [\Omega] \quad (3.3)$$

$$X_{TF} = \sqrt{Z_{TF}^2 - R_{TF}^2} [\Omega] \quad (3.4)$$

Os barramentos das fases do neutro e da terra foram individualizados e convenientemente diferenciados, em cobre eletrolítico, com uma seção conveniente de forma a suportar as correntes nominais, de curto-circuito e serem dimensionados para permitir uma corrente de 2 A/mm<sup>2</sup> e ter um número de barras equivalente ao número de fases, neutro e terra. Foi utilizada a tabela do anexo VII para a escolha da seção dos barramentos.

---

### 3.1.3 Potência Instalada

As potências de dimensionamento consideradas basearam-se numa estimativa de valores que se admite virem a ser instaladas, tendo-se adaptado um rácio de 10 VA/m<sup>2</sup>, para iluminação e tomadas.

A estimativa de potências foi calculada tendo em conta a área do edifício por zonas de acordo com o artigo 418º do Regulamento de Segurança de Instalações de Utilização de Energia Elétrica, e ainda os seguintes fatores:

- a) Art.º 435 do RSIUEE;
- b) Escalões tarifários em vigor;

- c) Quantidade e tipo do equipamento a ser instalado.

A Potência a fornecer foi obtida aplicando os coeficientes de simultaneidade, tendo em conta as prescrições regulamentares, obtendo uma potência a instalar de 69 kVA para o Estacionamento, 250 kVA para o Auditório e 41,4 kVA para o Bar.

### 3.1.4 Níveis Luminotécnicos

Os níveis de iluminação são compatíveis com as exigências de ocupação ou natureza de trabalho de cada compartimento, por forma a proporcionar uma perfeita utilização da iluminação projetada.

Os níveis luminotécnicos, dum modo geral, foram considerados – Figuras 3-4, 3-5, 3-6 e 3-7:

- Zonas de passagem, de estar e arrecadação, onde os trabalhos a realizar não exigem grande aplicação de vista, níveis da ordem dos 150 a 250 Lux.
- Zonas de trabalho, espaço de leitura, gabinetes, dum modo geral em todos aqueles em que o trabalho neles a realizar ou a ocupação o justifique, serão considerados níveis mais elevados da ordem dos 250 a 500 Lux.

São apresentados de seguida alguns exemplos do cálculo luminotécnico implementado neste projeto.

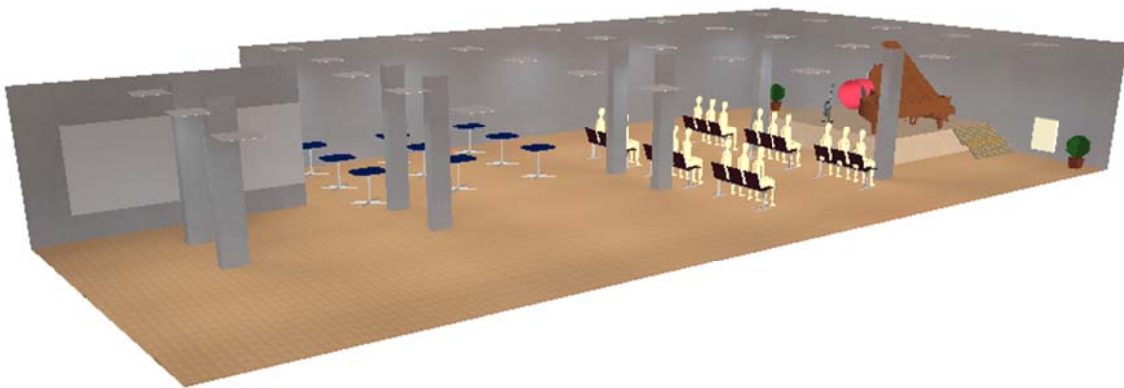


Figura 3-4 – simulação do cálculo luminotécnico: representação espacial em 3D no programa “Dialux”.

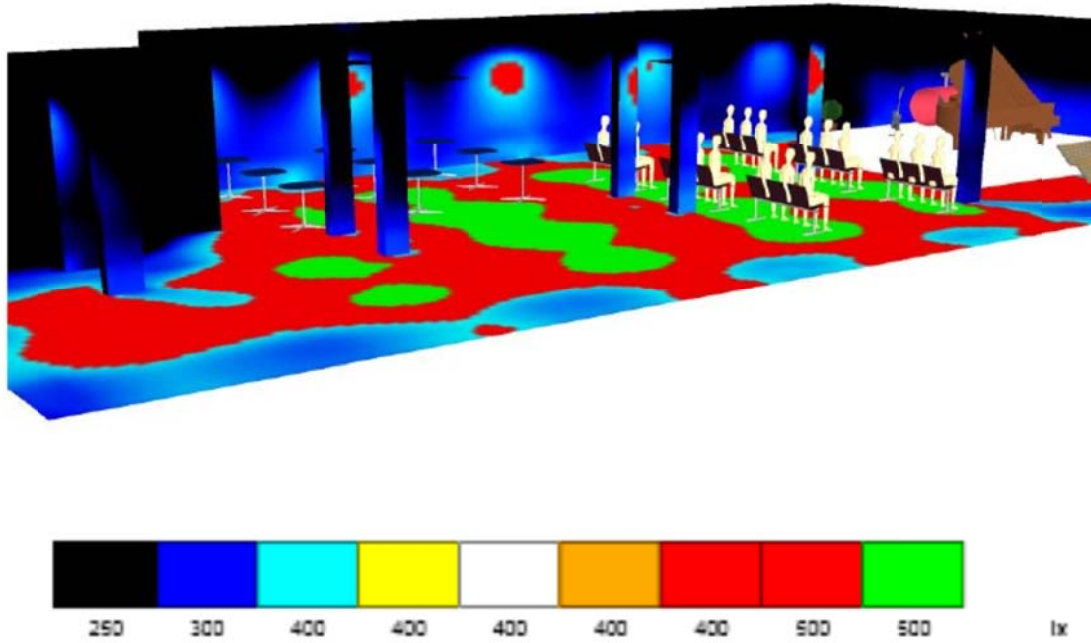


Figura 3-5 – simulação do cálculo luminotécnico: representação de cores falsas no programa “Dialux”.



Figura 3-6 – simulação do cálculo luminotécnico: representação espacial em 3D no programa “Dialux”.

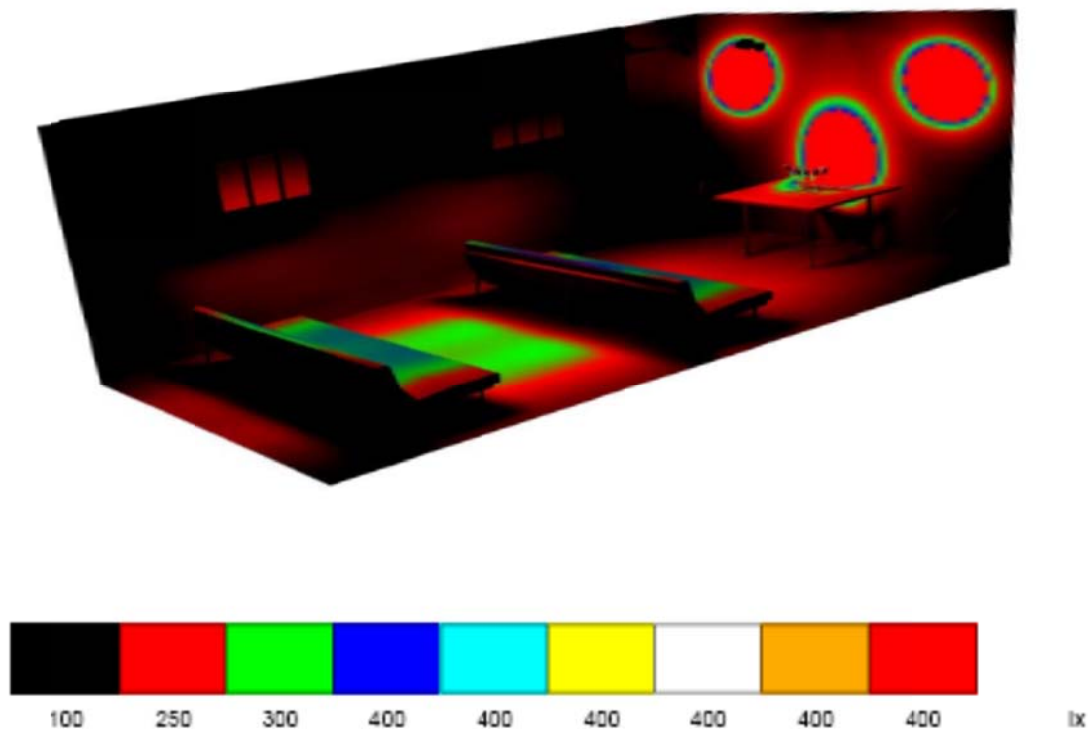


Figura 3-7 – simulação do cálculo luminotécnico: representação de cores falsas no programa “Dialux”.

Como complemento à iluminação normal foi considerada a utilização de blocos autónomos integrados nos espaços de circulação. Esta iluminação de emergência e de segurança terá igualmente a função de sinalização das vias de evacuação em caso de incêndio, ou de outro tipo de sinistro.

Para fazer face aos níveis luminosos indicados, e tendo em vista a exploração mais económica da instalação em função da sua utilização, preconizou-se o emprego de lâmpadas fluorescentes (convencionais ou compactas) de temperatura de cor 4000 °K, com índice de restituição cromática adequados à utilização, para arranque normal.

Nos gabinetes e em geral nos espaços de trabalho de longo tempo de permanência e necessidades visuais elevadas utilizar-se-ão aparelhos com refletores parabólicos de baixo nível de encadeamento.

### 3.1.5 Proteção de pessoas contra contactos diretos e indiretos

## CAPÍTULO 3 – TRABALHOS REALIZADOS COM MAIOR RELEVÂNCIA

A proteção contra contactos diretos será assegurada evitando os contactos com as partes ativas, tendo-se escolhido materiais e equipamentos, que dão essa garantia. Foram tomadas em consideração os Art.º 595 e 597 do RSIUEE.

A proteção contra contactos indiretos será feita por emprego de aparelhos diferenciais e ligação direta das massas à terra de proteção.

O eléctrodo de terra foi dimensionado para obedecer ao preconizado nos artigos 626 a 630 do RSIUEE e foi constituído por um anel em fita de aço galvanizado, de 35x35 mm<sup>2</sup>, colocado nas fundações do edifício.

Todas as estruturas metálicas que sirvam de fixação ou apoio de canalizações ou aparelhos eléctricos foram ligados à terra de proteção que se desenvolve ao longo de todo o Edifício.

A resistência de terra foi dimensionada para não ter um valor superior a 10 Ω.

### 3.1.6 Central de Emergência

No sentido de assegurar a continuidade de alimentação às cargas de emergência do Auditório previu-se a instalação de uma Central de Emergência constituída fundamentalmente por um grupo diesel / alternador de elevada fiabilidade – Figura 3-8.

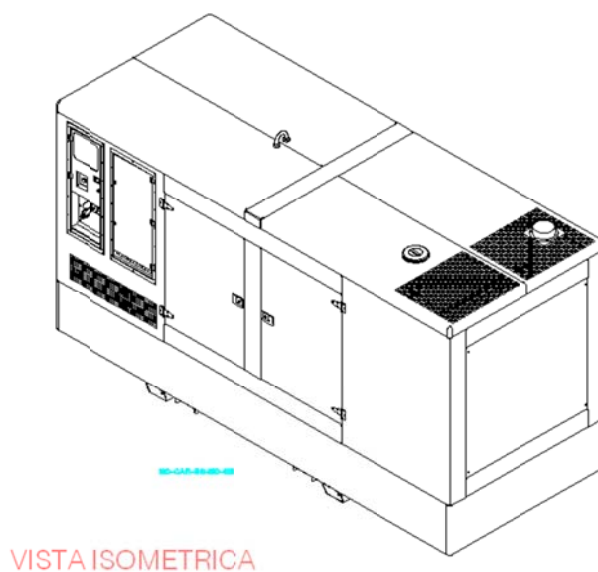


Figura 3-8 - Central de Emergência.

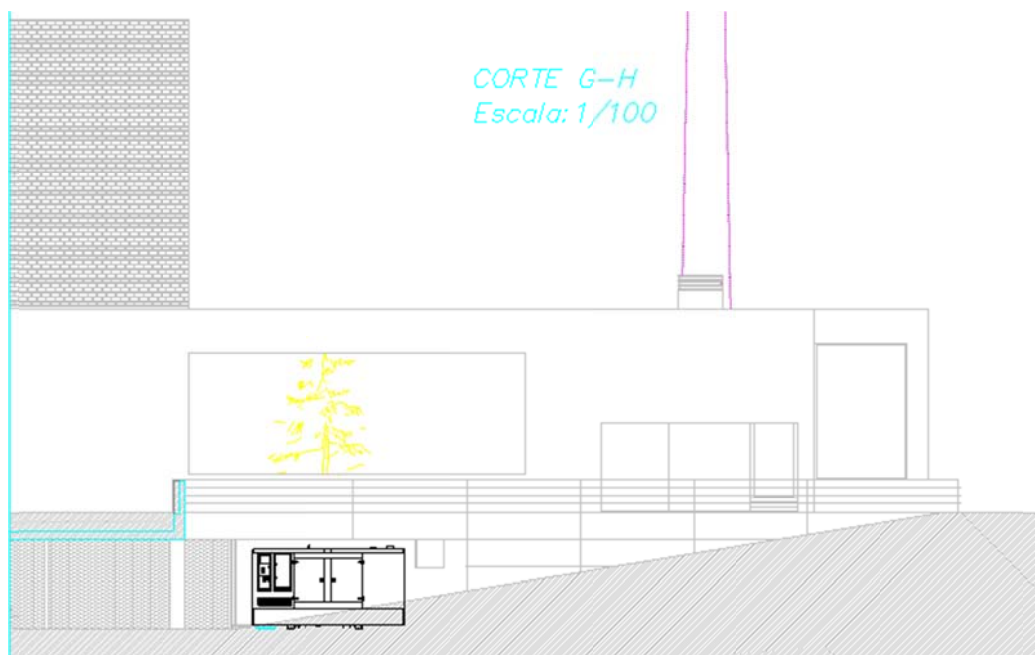


Figura 3-9 - Central de Emergência.

A Central de Emergência – Figuras 3-8 e 3-9 de que é dotado o Auditório Municipal que a Câmara Municipal de Olhão, pretendeu construir em Olhão, careceu de Projeto para Grupo de Emergência - 1ª categoria, atual categoria B, de acordo com o artigo 7º do DL 517/80 de 31 de Outubro.

As cargas a alimentar foram as seguintes: Auditório 250 kVA; Estacionamento 69 kVA; Bar 15 kVA. As cargas de emergência são normalmente alimentadas a partir da rede pública e em caso de falha desta são alimentadas a partir da central de emergência através do inversor automático rede / grupo existente no QI (Quadro de Inversão). A presente Central de Emergência alimentará a totalidade da instalação.

É apresentado na tabela 3-1 a explicação do cálculo utilizado para o dimensionamento das cablagens de alimentação para o grupo de emergência.

Origem	Destino	Tensão de Alimentação (V)	CS (-)	Potência final (kVA)	I <sub>B</sub> (A)	I <sub>n</sub> (A)	I <sub>z</sub> (A)	I <sub>nf</sub> (A)	1,15 I <sub>z</sub> (A)	I <sub>2</sub> (A)	1,45 I <sub>z</sub> (A)	Cabos			ΔV (parcial) (%)	ΔV (total) (%)	I <sub>cc</sub> Real (KA)	Proteções a utilizar		Corte quadro (A)
												Tipo	Secção fase (mm²)	Comprimento (m)				L <sub>max</sub> (m)	Tipo	
BTE	QI	400,00	1	360,40	520	630	1014	756	1166,1	1008	1470	XG(RF) 3x(2x185)+ 2G(1x185)mm²	370	30	0,19	0,19	9,450	744,4	F	630
QG	QI	400,00	1	400,00	577	800	1014	840	1166,1	1080	1470	XG(RF) 3x(2x185)+ 2G(1x185)mm²	370	10	0,07	0,26	5,000	586,22	D	800
QI	QGD	400,00	1	400,00	577	630	1014	662	1166,1	851	1470	XG(RF) 3x(2x185)+ 2G(1x185)mm²	370	8	0,06	0,24	9,120	744,4	D	800

Tabela 3-1 – Explicação do cálculo utilizado para o dimensionamento das cablagens de alimentação para o grupo de emergência.



---

## 3.2 UNIDADE DE CUIDADOS CONTINUADOS DE ESTÓI

---

Foi elaborado o projeto das Infraestruturas de Eletricidade, ITED, Segurança Contra Incêndios e Projeto de Iluminação Pública da Unidade de Saúde localizada em ESTÓI, Faro e cujo licenciamento foi requerido pela Fundação Algarvia de Desenvolvimento Social – Figura 3-11.



Figura 3-11 - Unidade de cuidados continuados de Estói.

A alimentação da instalação de utilização é feita em Média Tensão através de alimentação do distribuidor de energia da zona.

Os cálculos foram baseados nos consumos previstos para uma utilização racional da energia, estimada em 372 kVA. E como tal, optou-se pela instalação de um Transformador de 400 kVA.

O dimensionamento do Posto de Transformação encontra-se no **anexo XXIV**.

O edifício é constituído por quatro pisos e cobertura:

- Piso 0: Vestiários, Zona de Resíduos, Sala de Trabalho Multidisciplinar, Sala Multifunções, Ginásio/Fisioterapia, Gabinete Médico, Salas de Tratamentos, Refeitório, Receção, Secretaria, WC's, Cozinha, Lavandaria, Zonas Técnicas, Sala Grupo Gerador, Zonas Técnicas (Central de Bombagem).

## CAPÍTULO 3 – TRABALHOS REALIZADOS COM MAIOR RELEVÂNCIA

- Piso 1 e 2: Quartos, Salas de convívio / atividades, Copa, Sala de sujos, Sala de desinfecção, Sala de Observações Tratamento, Posto de Enfermagem, WC, Banho Assistido.
- Cobertura: Zona técnica.

### Utilização

O tipo de utilização do edifício é “801.2 - Estabelecimentos de Recebimento Público, 801.2.4 – Edifícios do tipo Hospitalar”.

Quanto à classificação, em função da lotação, trata-se de um edifício de 3ª Categoria, Tabela 3-2.

<b>Locais</b>	<b>Índice de Ocupação (pessoas/m<sup>2</sup>)</b>	<b>Nº de pessoas</b>
Quartos		128
Salas de Observação	0.2	7
Outros Gabinetes (Gabinetes de Direção)	0.1	2
Secretaria	0.2	3
Salas de Reunião/Trabalho	0.5	29
Salas Refeitório	1	138
Cozinha		12
Lavandaria		8
Total		327

**Tabela 3-2 – Cálculo da Lotação do Edifício.**

Por forma a garantir a segurança do local foram instaladas 3 botoneiras de Corte Geral, cada uma é destinada ao corte de cada um dos tipos de alimentação especificados:

- Corte Geral das Redes de UPS (Fonte de Alimentação Ininterrupta);
- Corte Geral das Redes do Gerador de Segurança;
- Corte Geral da Alimentação Normal.

Os dispositivos de corte geral são do tipo por corte de alimentação às bobinas (MN).

### **3.2.1 Influências externas**

## CAPÍTULO 3 – TRABALHOS REALIZADOS COM MAIOR RELEVÂNCIA

No âmbito das Regras Técnicas são consideradas, convencionalmente, como normais as classes de influências externas seguintes:

Temperatura ambiente (AA) AA4;

Humidade atmosférica (AB) AB4;

Outras condições ambientais (AC a AS, BA a BE e CA a CB) XX1 de cada parâmetro.

Quanto ao ambiente, foi considerado para cada local tipo:

- AA4+AB4+AD7+BB3+BC3+XX1: IP27 – IK04: I.S., Balneário (Vol 0);
- AA4+AB4+AD4+BB3+BC3+XX1: IP25 – IK04: I. S., Balneário (Vol 1);
- AA4+AB4+AD3+BB2+BC3+XX1: IP25 – IK04: I.S., Balneário (Vol 2);
- AA4+AB4+AD2+BB2+BC3+XX1: IP24 – IK04: I.S., Balneário (Vol 3);
- AA8+AB8+AD3+AN2+BC2+XX1: IP45 – IK09: Terraços Expostos;
- AA7+AB7+AD3+AN2+BC2+XX1: IP23 – IK04: Zonas parcialmente expostas;
- AA8+AB8+AD3 +AG3+ AN2+BA4+BC2+XX1: IP45 – IK09: Cobertura/AVAC;
- AA4+AB4+AG2+BA4+BB1+BC3+BE2+XX1: IP44 – IK07: Grupo Eletrogéneo;
- AA4+AB4+AD5+AG2+BA4+BC3+BE2+XX1: IP45 – IK09: Central de Bombagem;
- AA4+AB4+BA4+BC2+BE2+XX1: IP20 – IK04: Circulação, Zonas Comuns, Quartos;
- AA4+AB4+BE2+BE4+BC2+XX1 – IP 44 – IK04 – Copa/Cozinha;
- AA4+AB4+BE2+BC2+XX1 – IP 45- IK04 – Arrumos;
- AA4+AB4+BA3+BC2+XX1: IP44 – IK09: Zona Técnica;
- AA4+AB4+AD2+AG2+BC3+BE2+XX1: IP44 – IK09: Posto de Transformação;
- AA4+AB2+AD2+BC3+BE4+XX1: IP65 – IK04: Câmaras de Frio;
- AA4+AB4+BC2+XX1: IP20 – IK04: Todas as outras zonas.

---

### 3.2.2 Objetivo

A Fundação Algarvia de Desenvolvimento Social tinha esta instalação para construir e previa-se ter apoios governamentais para esse efeito. No entanto, devido ao estado económico em que o país se encontra, os mesmos foram cortados. Todos os projetos já estavam elaborados, mas nem todos aprovados.

Posta esta condicionante, o promotor solicitou a nossa ajuda para desenvolver os projetos da especialidade, tendo como objetivo que a execução dos mesmos não fosse superior ao capital disponível, garantindo que se cumpririam todas as regras de segurança e legislação em vigor e assim ser possível de se implementar a execução com carácter de serviço público.

De acordo com o estatuto do Técnico Responsável de Exploração, decreto regulamentar N.º 31/83, de 18 de Abril, artigoº 12 alínea 2 “*Sem prejuízo dos aspetos técnicos e regulamentares referidos no número anterior, sempre predominantes em qualquer tipo de instalação elétrica, deverão os técnicos procurar a solução mais económica para as instalações.*”

---

### 3.2.3 Dimensionamento das canalizações elétricas

O dimensionamento dos vários circuitos foi feito tendo em conta:

- Corrente de serviço ( $I_B$ );
- Corrente máxima admissível na canalização ( $I_z$ );
- Corrente estipulada do dispositivo de proteção ( $I_n$ );
- Corrente convencional de funcionamento ( $I_2$ );
- Os fatores de correção em função da temperatura máxima previsível de funcionamento e da proximidade de várias canalizações;
- A queda de tensão máxima admissível em função do comprimento e utilização dos circuitos.

As secções das canalizações foram escolhidas para que as respetivas quedas de tensão em linha não ultrapassem os limites definidos na secção 803.2.4.4.2 do RTIEBT. As

quedas de tensão máximas admissíveis nas canalizações serão de 3% para a iluminação e 5% para outros usos.

A queda de tensão numa canalização trifásica em que a secção do condutor de fase é igual à do condutor neutro, pode ser determinada a partir da expressão (3.5) seguinte:

$$\Delta U\% = \frac{100}{U_0} \times b \times \left( \rho_1 \times \frac{L}{S} \times \cos \varphi + \lambda \times L \times \text{sen} \varphi \right) \times I_B \quad (3.5)$$

em que:

$\Delta U\%$  – queda de tensão relativa, expressa em percentagem;

$U_0$  – tensão entre fase e neutro, expressa em volts;

$b$  – coeficiente igual a 1 para os circuitos trifásicos, e igual a 2 para os circuitos monofásicos (os circuitos trifásicos com o neutro completamente desequilibrado, isto é, com uma só fase carregada, são considerados como sendo monofásicos);

$\rho_1$  – resistividade dos condutores à temperatura em serviço normal, isto é, 1,25 vezes a resistividade a 20°C (0,0225  $\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$  para o cobre e 0,036  $\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$  para o alumínio);

$L$  – comprimento simples da canalização, expresso em metros;

$S$  – secção dos condutores, expressa em milímetros quadrados;

$\cos \varphi$  – fator de potência (na falta de elementos mais precisos, pode ser usado o valor  $\cos \varphi = 0,8$ ; ind. e, conseqüentemente,  $\text{sen} \varphi = 0,6$ );

$\lambda$  – reactância linear dos condutores (na falta de outras indicações pode ser usado o valor 0,08  $\text{m}\Omega/\text{m}$ );

$I_B$  – corrente de serviço, expressa em amperes.

Foram admitidas quedas de tensão superiores para os casos de motores durante o período de arranque e para os de outros equipamentos com correntes elevadas desde que esteja garantido que as variações de tensão permaneçam dentro dos limites especificados pela respectiva Norma desses equipamentos (Figura 3-12).

As características de funcionamento dos dispositivos de proteção das canalizações contra as sobrecargas devem satisfazer, simultaneamente, às condições seguintes:

$$I_B \leq I_n \leq I_Z$$

$$I_2 \leq 1,45 I_Z$$

$$k_2 \times I_n \leq 1,45 \times I_Z$$

$$k_3 \times I_n \leq I_Z$$

$$I_n \leq \frac{I_Z}{k_3}$$

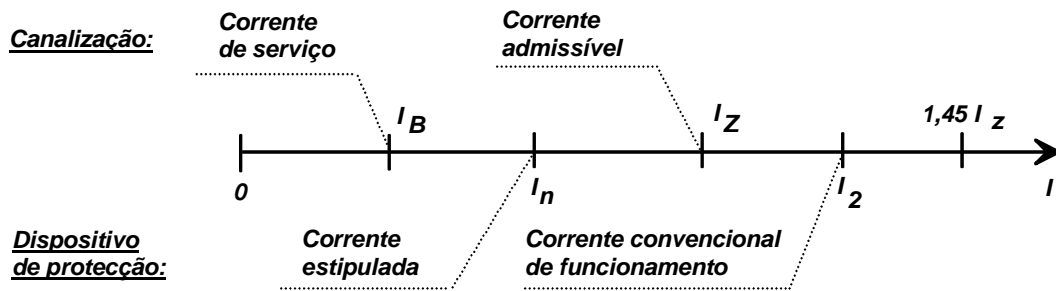


Figura 3-12 – Coordenação entre condutores e dispositivos de proteção [1].

em que:

- $I_B$  – corrente de serviço do circuito, em amperes;
- $I_Z$  – corrente admissível na canalização, em amperes;
- $I_n$  – corrente estipulada do dispositivo de proteção, em amperes;
- $I_2$  – corrente convencional de funcionamento, em amperes;
- $k_2$  – relação entre o valor da corrente  $I_2$  que garante o funcionamento efetivo do dispositivo de proteção e a sua corrente estipulada  $I_n$  (ou, para os disjuntores com regulação, o valor da corrente de regulação -  $I_r$ );
- $k_3 = k_2 / 1,45$ .

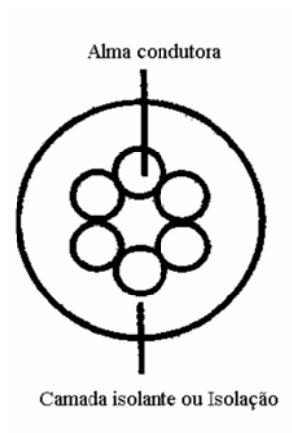
O valor de  $k_2$  depende da natureza do dispositivo de proteção, assumindo, consoante se trate de disjuntores ou de fusíveis, os valores seguintes:

- $k_2 = 1,45$  para os disjuntores modulares (EN 60898);
- $k_2 = 1,30$  para outros disjuntores.

Na prática  $I_2$  é igual:

- à corrente de funcionamento, no tempo convencional, para os disjuntores;
- à corrente de fusão, no tempo convencional, para os fusíveis do tipo gG.

### 3.2.3.1 Escolha de cabos



Um condutor isolado tem a alma condutora revestida de uma ou mais camadas de material isolante, que asseguram o seu isolamento elétrico (Figura 3-13).

**Figura 3-13 - Condutor Isolado (Ref.: Cabos Solidal).**

### **ISOLANTE / ISOLAMENTO / ISOLAÇÃO / ISOLADOR**

Estas quatro palavras, embora parecidas, traduzem conceitos diferentes que convém não confundir:

- ISOLANTE: Refere-se a um material com características isolantes;
- ISOLAMENTO: Refere-se à performance de um determinado isolante; é uma característica, melhor ou pior, de um material;
- ISOLAÇÃO: Refere-se à camada isolante de um condutor isolado ou cabo;
- ISOLADOR: Refere-se a um equipamento usado como apoio de condutores.

Os cabos isolados ou simplesmente CABO podem ser considerados em dois grupos:

- a) Condutor isolado dotado de revestimento exterior (cabo unipolar ou monopolar ou monocondutor), o revestimento exterior pode consistir de várias camadas (bainhas) com diferentes funções – Figura 3-14;
- b) Conjunto de condutores isolados, devidamente agrupados, providos de uma envolvente comum: cabo multipolar (ex.: de cabo tripolar – Figura 3-15).

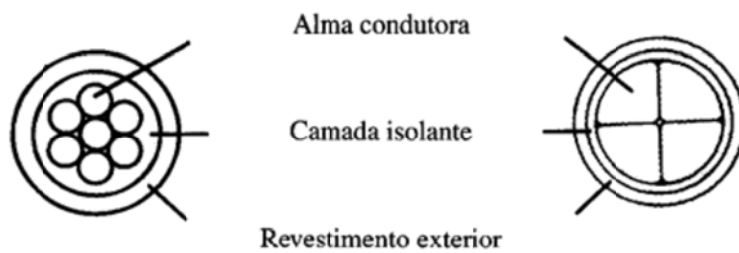


Figura 3-14 - Cabo Unipolar (Ref.: Cabos Solidal).

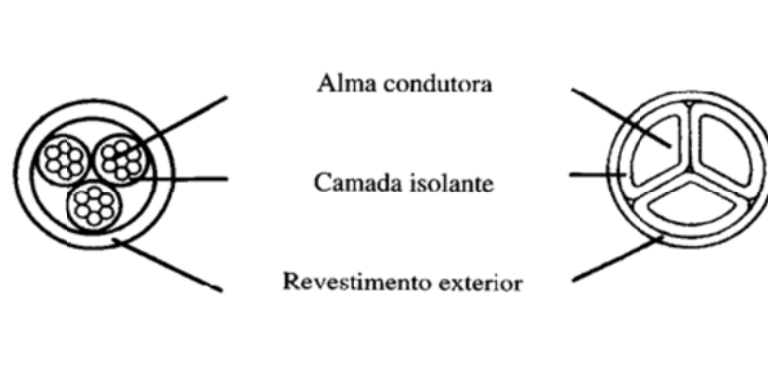


Figura 3-15 - Cabo Tripolar (Ref.: Cabos Solidal).

## CONSTITUIÇÃO DOS CONDUTORES ISOLADOS E CABOS DE ENERGIA

### ALMA CONDUTORA

A alma condutora pode ser caracterizada pelos seguintes aspetos:

- Natureza do metal condutor:
  - Cobre recozido, podendo ser, eventualmente, estanhado;
  - Alumínio ou, em certas aplicações, ligas de alumínio – tal como o Almelec – para melhorar a resistência mecânica;
- Secção nominal;
- Composição, a qual vai condicionar, nomeadamente, a flexibilidade:
  - Maciça, constituída por um único condutor sólido, normalmente, para secções não muito elevadas;
  - Multifilar, constituída por diversos fios cableados entre si, o que, à partida, confere ao conjunto, uma maior flexibilidade;

- Forma.
  - Podemos ter almas condutoras circulares ou sectoriais (Figuras 3-16). Esta última disposição é usada, sobretudo, nos cabos com 3 e 4 condutores, permitindo uma melhor ocupação do espaço e, conseqüentemente, uma diminuição das dimensões e do peso dos cabos.

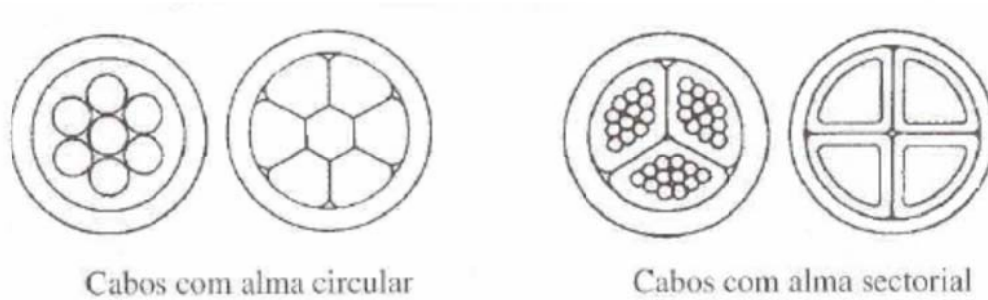


Figura 3-16 – Cabos com almas condutoras circulares ou sectoriais (Ref.: Cabos Solidal).

O cobre permite usar cabos de menor secção, o que é uma vantagem nas canalizações entubadas (menores diâmetros dos tubos) e/ou embebidas (menores rasgos nas paredes), no entanto têm a grande desvantagem do preço de custo em relação ao alumínio.

Sendo a tensão de rutura do cobre superior à do alumínio, assim como o alongamento à rutura (maior flexibilidade), conclui-se que o cobre deverá ser usado sempre que tais características mecânicas sejam determinantes.

A massa, em kg, de uma porção de cabo de alumínio de um metro de comprimento e de secção  $S_{Al}$ , é dada por:

$$M_{Al} = 2,70 \times S_{Al} \quad (3.6)$$

Para o cobre vem:

$$M_{Cu} = 8,89 \times S_{Cu} \quad (3.7)$$

Substituindo, na equação (3.6),  $S_{Al}$  por  $1,635 S_{Cu}$ , e eliminando, posteriormente, o termo ( $S_{Cu}$ ) à custa da equação (3.7), vem:

$$M_{Al} = \left( 1,635 \times \frac{2,70}{8,89} = 0,5 \right) M_{Cu} \quad (3.8)$$

Em igualdade de perdas, a utilização do alumínio, permite uma redução de 50% no peso dos condutores. Por isso, o alumínio é muito usado em linhas aéreas, pese embora as

suas piores características mecânicas. Para melhorar estas características, é comum a associação do aço ao alumínio, obtendo-se os chamados cabos Alumínio/Aço.

Por outro lado, o facto de, em igualdade de perdas, se poderem usar cabos de alumínio com cerca de 50% da massa dos correspondentes cabos em cobre, é um fator que aponta para que a utilização do alumínio seja mais económica. Por isso, o alumínio é muito usado em redes subterrâneas de distribuição em baixa tensão.

### **CAMADA ISOLANTE**

A camada isolante é constituída por compostos dielétricos sólidos, na maioria dos casos aplicados por extrusão. Aspetos como a espessura, marcação dos condutores, ou cores de fabrico, são determinados por normas próprias.

Atualmente usam-se exclusivamente isolantes sintéticos (isolantes secos), no entanto, merece referência, pela sua importância histórica, a utilização, no passado, do “papel impregnado a óleo”, para as tensões mais elevadas.

Os diferentes isolantes sintéticos correntemente usados, poderão ser agrupados, fundamentalmente, em duas grandes famílias:

- ✓ Materiais Termoplásticos;
- ✓ Elastómeros e Polímeros Reticuláveis.

Nos materiais termoplásticos a temperatura provoca, de um modo reversível, uma variação na plasticidade. Os mais usados são:

- ✓ Policloreto de Vinilo – conhecido pela sigla PVC;
- ✓ Polietileno – conhecido pela sigla PE.

Os Elastómeros e Polímeros reticuláveis apresentam uma grande aptidão para a deformação. Necessitam, depois de extrudidos, de uma operação de vulcanização ou de reticulação, com o fim de lhes estabelecer, de forma irreversível, ligações suplementares entre as cadeias moleculares. Alguns exemplos deste tipo de materiais:

- ➔ Polietileno Reticulado – conhecido pela sigla PEX;
- ➔ Borracha Etil-Propílica – conhecida pela sigla EPM;
- ➔ Borracha de Silicone;
- ➔ Outros.

Os conceitos de extrusão, vulcanização e reticulação, por serem menos conhecidos, são esclarecidos de seguida:

- Extrusão: Operação que consiste em forçar a saída por um orifício, sob a ação de forças de pressão, de um metal ou de um plástico sob a forma de fio;
- Vulcanização: Combinação da borracha com o enxofre para a tornar resistente ao calor e ao frio, sem perda das propriedades elásticas;
- Reticulado: Diz-se do órgão com elementos distribuídos em rede.

### *3.2.3.2 Comparação dos materiais isolantes sintéticos mais comuns*

#### **POLICLORETO DE VINILO (PVC):**

Tem algumas boas características elétricas, nomeadamente a rigidez dielétrica e a resistência de isolamento, pois têm valores elevados para o PVC. Em contrapartida, a **tgδ** é elevada, pelo que as perdas dielétricas são elevadas, podendo, mesmo, tornarem-se críticas em Média Tensão. Também a permitividade dielétrica, e a capacidade linear, são muito elevadas.

O PVC oferece boas características mecânicas, nomeadamente as seguintes: carga de rutura, resistência à compressão e resistência aos choques, no entanto, a flexibilidade do PVC é reduzida o que justifica que seja mais adequado para canalizações fixas de que para canalizações amovíveis.

O PVC tem boa resistência ao envelhecimento térmico. As misturas usuais são previstas para uma temperatura máxima, em regime permanente, de 70°C. Existem, ainda, misturas que resistem até temperaturas de 85°C, e mesmo de 105°C.

## CAPÍTULO 3 – TRABALHOS REALIZADOS COM MAIOR RELEVÂNCIA

O PVC tem boa resistência à água e à maioria dos produtos químicos correntemente encontrados (óleos, solventes, ácidos e outros).

O PVC é dificilmente inflamável. Todavia, a combustão do PVC é acompanhada pela libertação de gases nocivos (cabos com halogénios).

O PVC é também usado como bainha exterior de cabos de Baixa, Média e Alta Tensão – utilização largamente generalizada, com esta função – o que se explica pelas boas propriedades gerais do PVC.

### **POLIETILENO (PE):**

Trata-se de um polímero de etileno fabricado por processos diversos, conduzindo a massas moleculares muito diversas. O tipo de polietileno usado no isolamento dos cabos de Alta Tensão é do tipo alta pressão, o qual tem uma baixa densidade (entre 0,91 e 0,93), pelo que é designado por Polietileno de Baixa Densidade, também conhecido pela sigla PEBD. Há também o Polietileno de Alta Densidade (densidade entre 0,94 e 0,96), também conhecido pela sigla PEAD.

O polietileno tem qualidades elétricas excepcionais: tgδ e permitividade dielétrica com valores baixos e independentes da temperatura; resistência de isolamento e rigidez dielétrica muito elevadas.

As características mecânicas são igualmente favoráveis, como sejam, entre outras, uma boa resistência aos choques e uma certa flexibilidade (permitindo a colocação dos cabos com raios de curvatura normais).

Infelizmente o polietileno, apresenta uma fraca resistência à propagação da chama, o que o torna pouco atrativo para outras funções que não a de isolamento – por exemplo, para revestimento exterior de cabos.

É utilizado em cabos de Alta e Muito Alta Tensão (até 400kV), sendo mesmo largamente usado neste último escalão de tensões. Isto explica-se pelas propriedades dielétricas notáveis do polietileno e ao equilíbrio das suas restantes características.

### **POLIETILENO RETICULADO (PEX):**

Sem atingir o nível de isolamento das características do polietileno, as características elétricas do PEX são, em geral, de qualidade superior, sendo tgδ a permitividade dielétrica com valores relativamente baixos, e a rigidez dielétrica relativamente elevada.

As vantagens decorrentes da reticulação do polietileno são, principalmente, uma melhor estabilidade térmica e melhores características mecânicas. Assim, a utilização deste material permite admitir temperaturas máximas da alma condutora de 90°C, em regime permanente, de 110°C a 130°C (conforme as normas que são consideradas) em regime de sobrecarga e de 250°C em regime de curto-circuito.

É utilizado, essencialmente como isolante, nas gamas de Baixa, Média e Alta Tensão.

### **SEMICONDUCTORES**

As camadas semicondutoras são utilizadas, normalmente, apenas a partir da Média Tensão (acima de 10 kV), com a função de criar zonas de transição perfeita entre o isolamento e a alma condutora, e entre o isolamento e o ecrã metálico. Para o efeito, é habitualmente usado o polietileno com aditivos (por exemplo: o carbono). Esta “dopagem” daquele material vai conferir-lhe alguma condutividade, permitindo assim obter um condensador perfeito. Tal não seria possível, sem a aplicação daquelas camadas, devido às irregularidades das almas condutoras multifilares, bem como à textura dos ecrãs metálicos.

Após a explicação técnica apresentada anteriormente, foram escolhidos os seguintes cabos, onde se apresentam as especificações técnicas no **anexo XXIII**:

Cabos a instalar no exterior:

## CAPÍTULO 3 – TRABALHOS REALIZADOS COM MAIOR RELEVÂNCIA

Cabo do tipo XV – Cabo constituído por condutores de cobre com isolamento em PEX, bainha de regularização e bainha exterior de PVC para utilização em transporte e distribuição de energia.

### Cabos de seção mais elevada entubados:

Cabo do tipo LXV – Cabo constituído por condutores de alumínio com isolamento em PEX, bainha de regularização e bainha exterior de PVC.

### Cabos de uso generalizado na instalação:

Cabo do tipo RZ1-K – Cabo constituído por condutores em cobre flexível, com isolamento composto de polietileno livre de halogéneos e com bainha exterior composta por material termoplástico. É isento de gases tóxicos corrosivos e sem emissão de fumos opacos para aplicação em instalações de alta segurança em edifícios públicos.

### Cabos para instalação de segurança:

Cabo do tipo (N) HXH FE 180 E30-E60 – Cabos resistentes ao fogo durante 30 ou 60 minutos. Os cabos de segurança são usados em todas as situações que exigem proteção especial contra incêndios. Permitida a temperatura de operação do condutor 90°C.

### Cabos para instalação da SADI:

Cabo do tipo JE-H(St)H...Bd FE180 E30-E90 – Cabo constituído por condutor de cobre nú, isolamento do condutor em PVC, embalagem de folha sobre o condutor do cabo, blindagem estática de filme plástico laminado de alumínio, e revestimento externo com base de PVC à prova de chamas e livre de halogéneos. Cabo de telecomunicações assegurando 30 ou 90 minutos (E30 ou E90), de integridade do circuito em caso de exposição à chama.

### Cabos para instalação de ITED:

Cabo do tipo UTP Cat.6 – Cabo não blindado de pares entrançados e revestidos por uma capa de PVC. Este cabo possui uma bitola 24 AWG e banda passante até 250 MHz podendo ser usado em redes Ethernet a velocidade de 1.000 Mbps.

Cabo do tipo T100 – Cabo coaxial constituído por condutor central em cobre, dielétrico em polietileno expandido, revestido por malha de cobre e com isolamento em PVC.

As canalizações serão ocultas, embebidas nas paredes, teto e pavimentos ou em caminhos de cabos, e em calhas constituídas pelos condutores anteriormente descritos e protegidos por tubos do tipo VD, ou Isogris, de diâmetros adequados, caso estes não sejam resistentes ao fogo. A sua seção nunca poderá ser inferior a 1,5 mm<sup>2</sup> para a iluminação, e 2,5 mm<sup>2</sup> para as tomadas, força motriz e climatização, com isolamento nas cores regulamentares.

Os tubos VD ou isogris, embebidos nas paredes, tetos e pavimentos de diâmetros apropriados, nunca serão inferiores a 20 mm de diâmetro.

---

### **3.2.4 Principais alterações implementadas a nível de projeto**

- ◆ Inicialmente estava previsto um Transformador de Potência de 630 kVA com uma  $I_{cc}$  no QE de 25 kVA, e com a otimização dos consumos foi instalado um Transformador com 400 kVA – Figura 3-17, implicando uma  $I_{cc}$  de 15 kVA. Tal alteração foi possível por exemplo, com a troca das máquinas de lavar e secar na lavandaria passarem a ser alimentadas a gás.

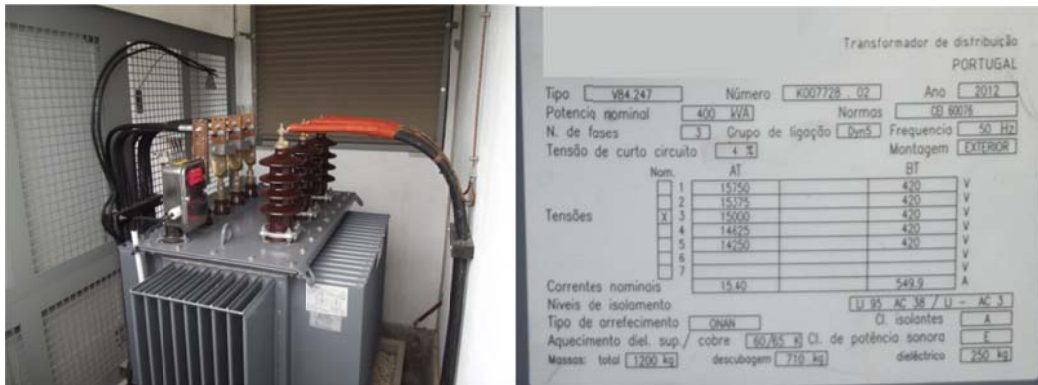


Figura 3-17 – A) Transformador de 400 kVA B) Chapa de caraterísticas do Transformador.

Os quadros elétricos foram projetados por coordenação, conforme as tabelas do fabricante no **anexo X**. Esta técnica permite utilizar um dispositivo de proteção com um poder de corte inferior ao da corrente de curto-circuito presumível no ponto onde está instalado, desde que a montante exista um outro dispositivo com poder de corte adequado e em que a energia que o disjuntor deixa passar seja suportável pelos disjuntores a jusante. A coordenação pode ser aplicada a 2 dispositivos colocados no mesmo armário, ou colocados em armários diferentes. O objetivo desta técnica é a otimização económica da instalação elétrica.



Figura 3-18 - Quadro Geral de Entrada.

### **BREVE EXPLICAÇÃO DE COORDENAÇÃO**

A coordenação entre disjuntores é uma técnica que permite instalar, num quadro elétrico a jusante, aparelhos com menor poder de corte do que a corrente de curto-circuito prevista para aquele local. Normalmente, o disjuntor tem um poder de corte igual ou

superior à corrente de curto-circuito presumida para esse local. Com a coordenação não é necessário que assim seja (Figura 3-18).

Isto é possível porque os disjuntores a montante desempenham o papel de barreira às fortes correntes de curto-circuito. Permitem assim que disjuntores de poder de corte inferior à corrente de curto-circuito presumido (no seu ponto da instalação) sejam utilizados nas suas condições normais de corte.

A Figura 3-19 permite-nos perceber melhor o termo coordenação. Imaginemos dois disjuntores. O disjuntor a montante  $D_m$ , ou seja o que está mais próximo da fonte de energia, deve ter um poder de corte maior ou igual à corrente de curto-circuito que foi calculada para o local onde está instalado. O disjuntor a jusante  $D_1$ , ou seja o que está mais próximo das cargas, normalmente também deveria ter um poder de corte maior ou igual à corrente de curto-circuito presumida para o local de instalação. No entanto através da coordenação de disjuntores podemos para este local utilizar um disjuntor com um poder de corte mais baixo. Como é evidente, se o poder de corte é mais baixo e se um curto-circuito for mais elevado que este, o disjuntor a montante deverá atuar. Há, pois, uma perda de seletividade, a qual implica perda de energia noutros circuitos dependentes do disjuntor  $D_m$ .

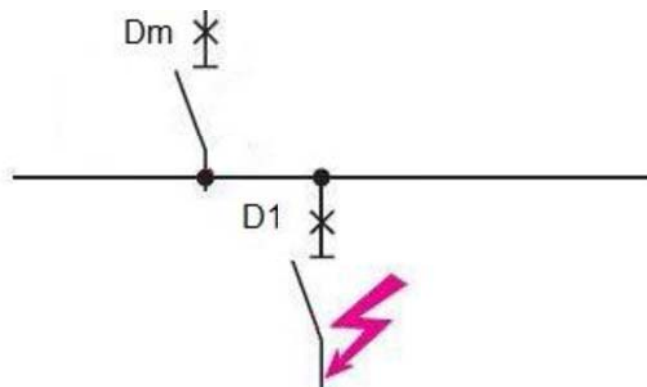


Figura 3-19 - Filiação de dois disjuntores.

Resumindo, coordenação diz respeito de uma maneira geral, a associações de disjuntores permitindo o uso de aparelhos com menor poder de corte que a corrente de curto-circuito calculada para o local.

Mas como é possível saber se pode-se ou não usar um disjuntor com um poder de corte mais baixo? Como se pode saber que disjuntores podem ser filiados com outros? Para

## CAPÍTULO 3 – TRABALHOS REALIZADOS COM MAIOR RELEVÂNCIA

isso, existem as “tabelas de filiação”. Estas tabelas contêm diversas combinações de aparelhos, para os diversos fabricantes de disjuntores.

Por norma só podemos coordenar disjuntores da mesma marca. No **anexo X** são apresentados alguns exemplos.

◇ Estava previsto um quadro elétrico por cada quarto, alterou-se a compartimentação corta-fogo e instalou-se apenas um quadro por piso. Figuras 3-20 e 3-21.

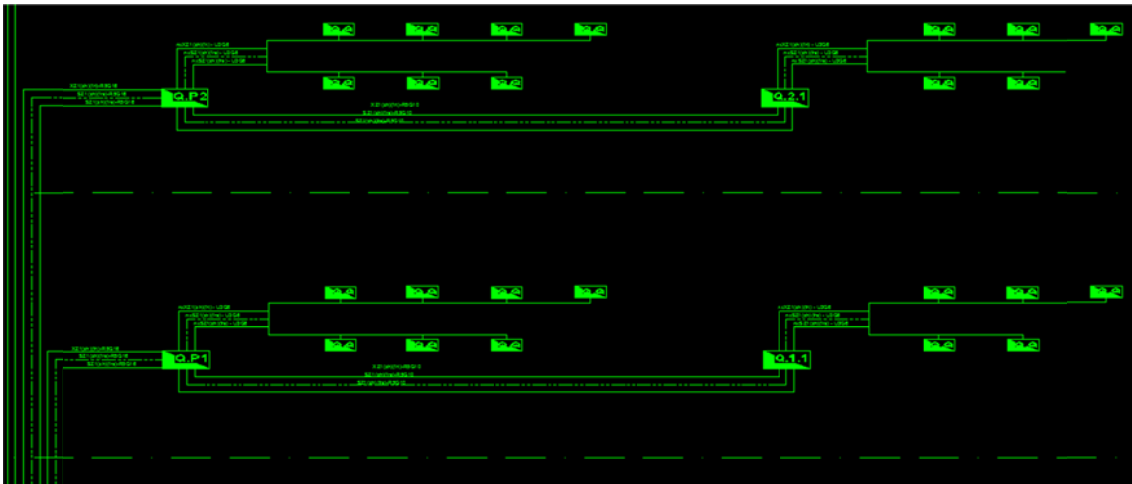


Figura 3-20 – Diagrama de alimentação de quadros antiga.

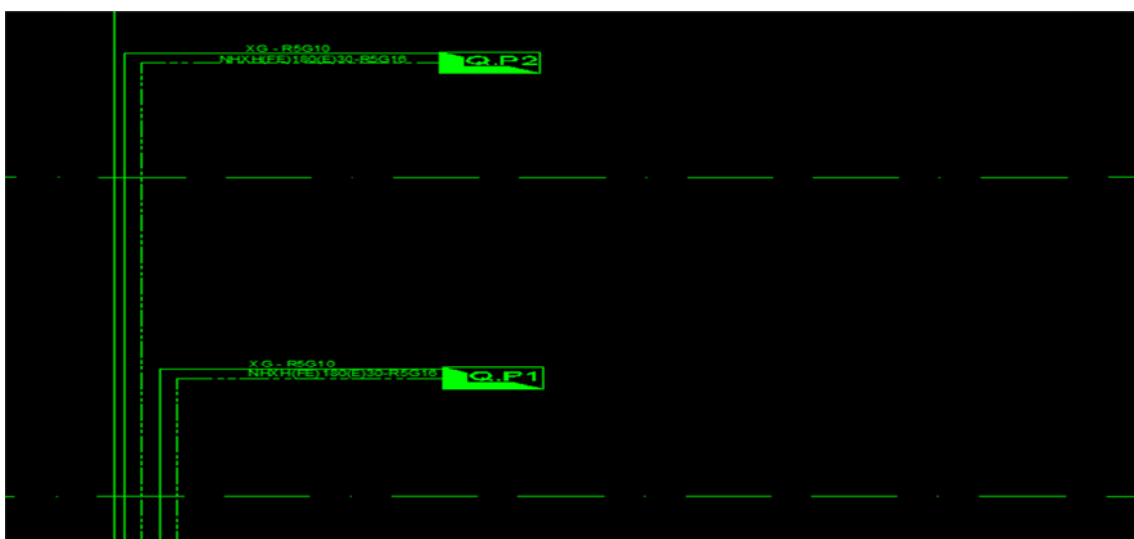


Figura 3-21 – Diagrama de alimentação de quadros alterada.

## CAPÍTULO 3 – TRABALHOS REALIZADOS COM MAIOR RELEVÂNCIA

◊ Alterou-se a constituição das canalizações que alimentam equipamentos de segurança. Os cabos que estavam previstos eram do tipo XG e foram alterados para cabos do tipo NHXH (cabos resistentes ao fogo). Esta alteração foi executada devido ao Regulamento Técnico de Segurança contra Incêndio em Edifícios (SCIE), Portaria n.º 1532/2008, de 29 de Dezembro, que no seu artigo 77º alínea 3 define: “*Os circuitos elétricos ou de sinal das instalações de segurança, incluindo condutores, cabos, canalizações e acessórios e aparelhagem de ligação, devem ser constituídos, ou protegidos, por elementos que assegurem em caso de incêndio, a sua integridade nomeadamente respeitando as disposições do artigo 16.º com os escalões de tempo mínimos constantes da Tabela 3-3*”:

<b>Situações com instalação de energia ou de sinal [Referência às alíneas do n.º4 do artigo 72.º]</b>	<b>Maior categoria de risco da utilização- tipo por onde passa a instalação</b>	<b>Escalão de tempo «minuto»</b>
Retenção de portas resistentes ao fogo, obturação de outros vãos e condutas, bloqueadores de escadas mecânicas, sistemas de alarme e deteção de incêndios e de gases combustíveis, ou dispositivos independentes com a mesma finalidade, e cortinas obturadoras [c), d), g), i) e m)]	1. <sup>a</sup> ou 2. <sup>a</sup>	15
	3. <sup>a</sup> ou 4. <sup>a</sup>	30
Iluminação de emergência e sinalização de segurança e comandos e meios auxiliares de sistemas de extinção automática [a) e l)]	1. <sup>a</sup> ou 2. <sup>a</sup>	60
	3. <sup>a</sup> ou 4. <sup>a</sup>	60
Controlo de fumo, pressurização de água para combate ao incêndio, ascensores prioritários de bombeiros, ventilação de locais afetos a serviços elétricos, sistemas e meios de comunicação necessários à segurança contra incêndio, pressurização de estruturas insufláveis e sistema de bombagem para drenagem de águas residuais [b), e), f), h), j), n)]	1. <sup>a</sup> ou 2. <sup>a</sup>	60
	3. <sup>a</sup> ou 4. <sup>a</sup>	
Locais de risco F	1. <sup>a</sup> a 4. <sup>a</sup>	90

**Tabela 3-3 – Escalões dos valores mínimos do tempo para proteção de circuitos elétricos ou de sinal [2].**

◊ Foi alterado o comando de iluminação de emergência nos locais afetos a serviços elétricos com a colocação de um comando manual da iluminação de emergência. Esta alteração foi suportada pelas RTIEBT art.º 801.2.1.4.2.3 *“Nos locais afetos a serviços elétricos deve existir iluminação de segurança, de comando manual (local), constituída por blocos autónomos.”*

◊ Foi retirada a iluminação de ambiente, porque segundo o projeto de segurança contra incêndios não tínhamos nenhum espaço com utilização com mais de 100 pessoas. Tal alteração foi suportada pelas RTIEBT Art.º 801.2.1.5.3.1.4 *“A iluminação de ambiente é obrigatória para os locais onde possam permanecer mais do que: a) 100 pessoas, acima do solo (rés do chão e pisos superiores); b) 50 pessoas, no subsolo.”*

◊ Relativamente as instalações de segurança foi introduzido um Transformador de Isolamento e assim alterou-se o regime de terra das instalações de segurança para o regime IT (Neutro Isolado e massa a Terra). Tal alteração foi suportada pelas RTIEBT Art.º 801.2.1.2.4 *“Proteção contra os contactos indirectos, quando for necessário adotar medidas de proteção contra os contactos indirectos por corte automático da alimentação, devem ser seleccionadas as medidas que não obriguem o corte dos circuitos ao primeiro defeito de isolamento.”*

Na prática, pode ser adotada uma das soluções seguintes:

- Utilização de equipamentos da classe II ou dotados de isolamento equivalente;
- Utilização do esquema IT.

Como tínhamos algumas cargas da Classe I, teve de se optar pela 2ª hipótese e instalou-se um Transformador de Isolamento – Figuras 3-22 e 3-23.



Figura 3-22 – Imagens do Transformador de Isolamento.

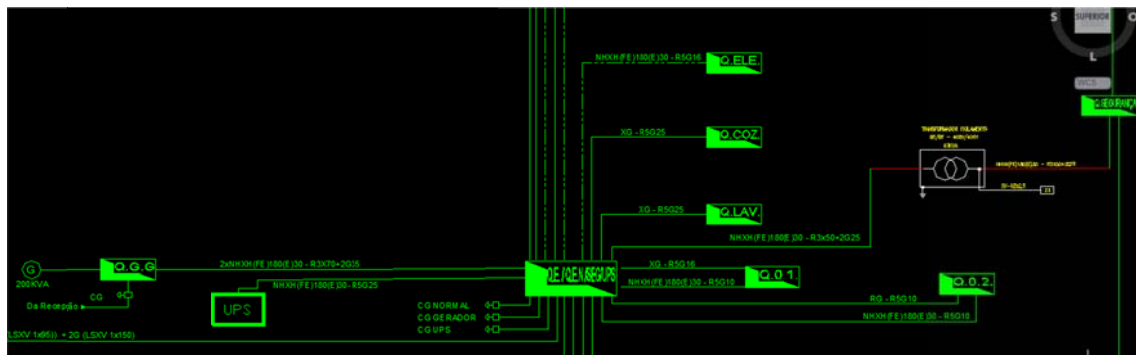


Figura 3-23 - Transformador de isolamento de 63 kVA.

### CONCEITOS TEÓRICOS DO REGIME IT

O regime de terra IT é definido por ter o neutro isolado ou impedante.

O neutro do Transformador do PT é isolado ou ligado através de uma impedância à terra de serviço e as massas são diretamente ligadas à terra de proteção, conforme indicado nas Figuras 3-24 e 3-25.

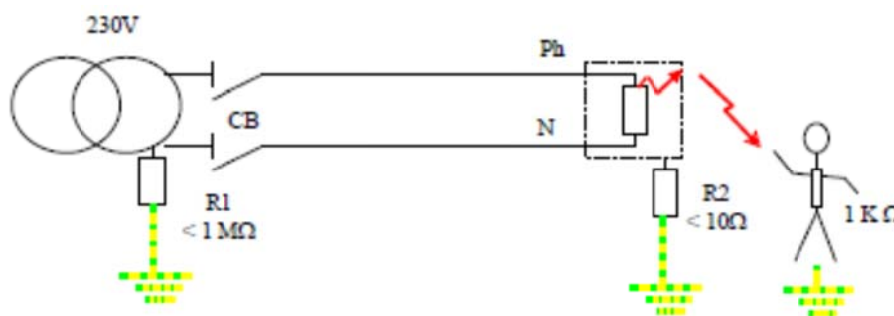


Figura 3-24 – ligação à terra do neutro do transformador.

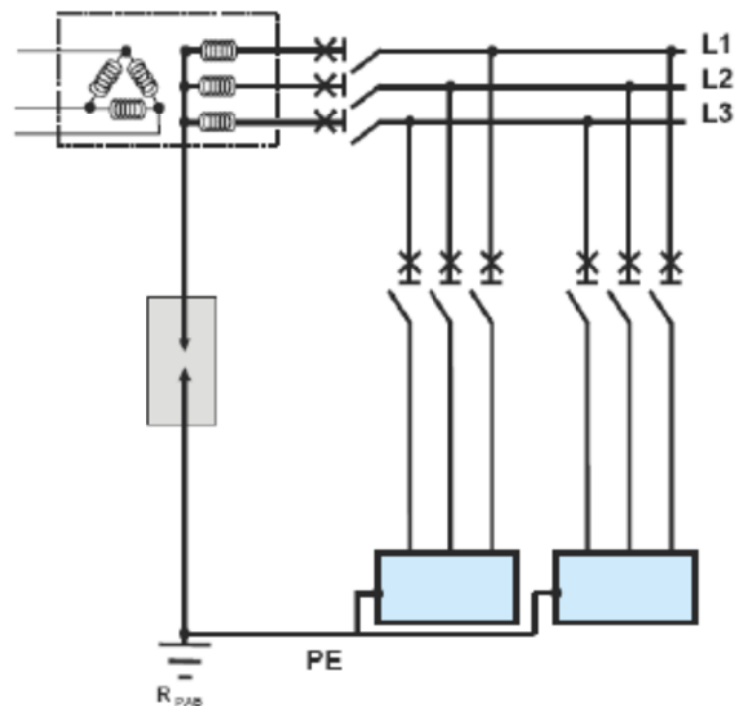


Figura 3-25 – Esquema de ligação à terra do neutro do transformador.

Este esquema de ligação à terra apresenta como principal vantagem, a garantia de continuidade de serviço em presença de um primeiro defeito de isolamento, no entanto apresenta como desvantagem:

- Necessita de pessoal de manutenção para a vigilância em exploração.
- A verificação das condições de proteção ao 2º defeito deve ser efetuada durante o estudo, por cálculos, e obrigatoriamente, na colocação em serviço pela realização de medidas.
- Aumento de custos por inclusão de equipamentos suplementares de controlo de segurança.

Neste regime de neutro, a presença de um primeiro defeito não origina valores de tensão de contacto perigosos para as pessoas.

No entanto, é obrigatório a presença de um Controlador Permanente de Isolamento (CPI), de maneira a sinalizar o defeito e permitir a sua eliminação o mais rapidamente possível (Figura 3-26).

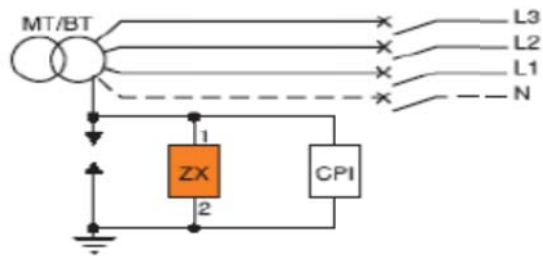


Figura 3-26 - Esquema elétrico e foto de um CPI.

A manifestação de um segundo defeito, sem que tenha sido eliminado o primeiro, implicaria agora a existência de tensões de contacto muito perigosas, devendo ser tomadas as medidas adequadas de forma a evitar riscos de efeitos fisiopatológicos perigosos nas pessoas, suscetíveis de ficar em contacto com partes condutoras simultaneamente acessíveis.

Como tal, a proteção das pessoas, neste regime de neutro, é orientada para o dimensionamento dos dispositivos de proteção atuarem na situação de segundo defeito.

Este regime de neutro caracteriza-se por as partes ativas da instalação elétrica serem isoladas da terra ou ligadas a esta através de uma impedância de valor elevado. O valor da impedância  $Z_X$  deve ser selecionado de forma a evitar oscilações do valor de potencial da instalação, por fenómenos de ressonância e, por outro lado baixar o valor das correntes de defeito para que não seja visto pelos equipamentos de proteção (não corte ao primeiro defeito). Na prática recomenda-se um valor de  $1000 \Omega$  para redes de 230/400 V.

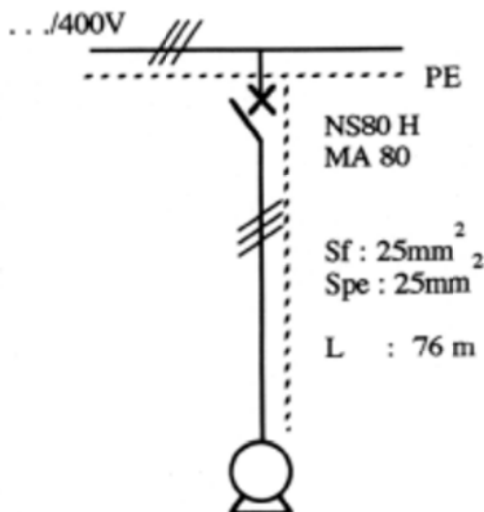
As massas dos aparelhos de utilização são ligadas à terra, individualmente ou por grupos.

A situação mais comum nas instalações onde é adotado este regime de neutro, é que todas as massas, incluindo as da fonte, devem estar ligadas a um mesmo eléctrodo de terra. Assim, as condições de eliminação da corrente de um segundo defeito são então garantidas pelas mesmas condições indicadas para o esquema TN.

Neste regime de neutro IT, a proteção das pessoas contra contactos indirectos é fundamentalmente garantida por dois tipos de equipamentos:

- Pelos CPI, essencialmente destinados à vigilância do primeiro defeito, embora possam também ser utilizados como dispositivos de proteção nas situações em que for necessário provocar o corte ao primeiro defeito;
- Pelos dispositivos de proteção contra sobreintensidades (disjuntores e fusíveis). Estes dispositivos são utilizados nas situações em que ao segundo defeito são aplicadas as condições de proteção definidas para o esquema TN.

Seguidamente, apresenta-se um circuito de uma instalação elétrica de BT, trifásica, onde foi adotado o regime de neutro IT, sem neutro distribuído (situação comum neste regime de neutro). Este circuito é apresentado na figura 3-27.



O circuito tem um comprimento de 76 m, a secção do condutor de fase e de proteção é de 25 mm<sup>2</sup>. O circuito está protegido com disjuntor específico para proteção de saídas motor NS 80H (Merlin Gerin) equipado com disparador “motor” integrado MA 80.

Figura 3-27 Regime neutro IT.

Pretende-se verificar se neste regime de neutro, a proteção das pessoas contra contactos indirectos está efetivamente garantida com este dispositivo de proteção.

Também no caso deste regime de neutro é fundamental para o correto dimensionamento do dispositivo de proteção, conhecer a curva de atuação do dispositivo, de maneira a obter-se o valor da corrente correspondente ao limiar de funcionamento do disparador magnético do aparelho de proteção.

A curva deste dispositivo de proteção é apresentada na Figura 3-28.

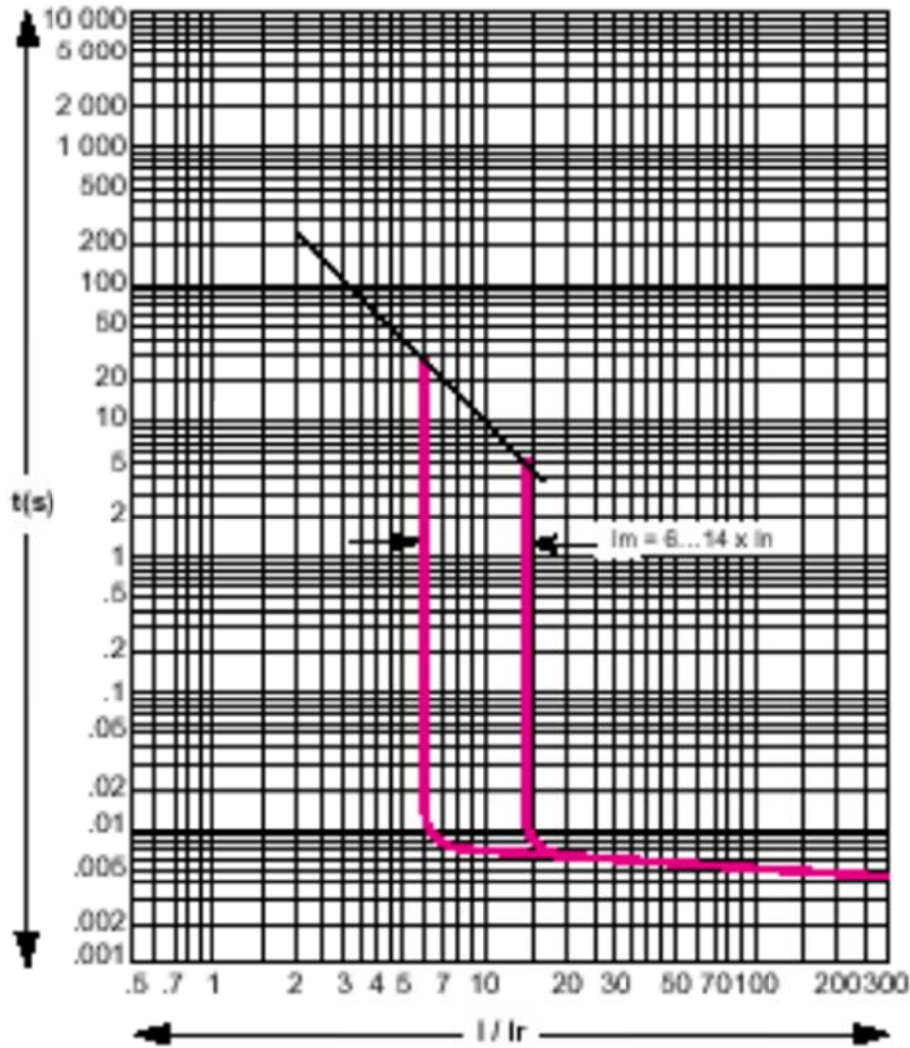


Figura 3-28 Curva de disparo MA80 (Fonte Schneider Electric).

Como se pode verificar, a atuação do disparador magnético deste disjuntor verifica-se entre 6 a 14 vezes o valor nominal ( $I_n = 80 \text{ A}$ ), ou seja, entre 480 e 1120 A.

Também neste regime de neutro, tal como no regime TN, um defeito é efetivamente um curto-circuito entre uma fase e o condutor de proteção.

Então, para este circuito, sem neutro distribuído, a impedância da malha de defeito será:

$$Z_S \leq \frac{K \times \sqrt{3} \times U_o}{I_m} \quad (3.9)$$

em que  $I_m$  é a corrente de atuação do disparador magnético do dispositivo.

Neste regime de neutro considera-se como boa aproximação que ao segundo defeito, o comprimento da malha de defeito é duplo em relação ao primeiro defeito.

Então, a impedância da malha de defeito será neste caso:

$$Z_S \approx R_S = 2 * (\rho_S \frac{l}{S_f} + \rho_{PE} \frac{l}{S_{PE}}) \quad (3.10)$$

Considerando também que os condutores de fase e de proteção têm as mesmas características, a impedância da malha de defeito será então:

$$Z_S \approx R_S = 2 * (\rho \frac{l}{S_f} * (1 + m)) \quad (3.11)$$

Em que:

$$m = \frac{S_f}{S_{PE}} = 1 \quad (3.12)$$

O comprimento máximo protegido deste circuito será então, para disjuntores:

$$l \leq \frac{K \cdot \sqrt{3} \cdot U_o \cdot S_f}{2 \cdot \rho \cdot (1 + m) \cdot I_m} \quad (3.13)$$

Para o circuito apresentado o comprimento máximo protegido do circuito, para uma regulação do disparador magnético de 6xIn (Im = 480 A) será de:

$$l \leq \frac{0,8 \cdot \sqrt{3} \cdot 230 \cdot 25}{2 \cdot 0,0225 \cdot (1 + 1) \cdot 480} \leq 184m \quad (3.14)$$

Para uma regulação do disparador magnético de 14xIn (Im = 1120 A) será de:

$$l \leq \frac{0,8 \cdot \sqrt{3} \cdot 230 \cdot 25}{2 \cdot 0,0225 \cdot (1 + 1) \cdot 1120} \leq 79m \quad (3.15)$$

Atendendo que o comprimento do circuito é de 76 m, verifica-se que para qualquer regulação do disparador MA (6 a 14xIn), o disjuntor garante a proteção das pessoas contra contactos indirectos.

No entanto, tal como no regime de neutro TN, também se deve verificar se o tempo de atuação do dispositivo é compatível com o especificado pelas curvas de segurança, para a tensão limite convencional definida para o local da instalação, que segundo a norma CEI 364 deverá ser de 0,4 s para  $U_L = 50$  V e, 0,2 s para  $U_L = 25$  V.

Assim, torna-se importante calcular o valor da tensão de contacto em caso de segundo defeito.

$$U_c = R_{PE} \cdot I_d \quad (3.16)$$

em que, através de uma dedução idêntica à efetuada para o regime de neutro TN, obtêm-se:

$$U_c = K \cdot \sqrt{3} \cdot U_o \cdot \frac{m}{2 \cdot (1 + m)} \quad (3.17)$$

Para o exemplo em consideração, tem-se:

$$U_c = 0,8 * \sqrt{3} * 230 * \frac{1}{2 \cdot (1 + 1)} = 79,7 \text{ V} \quad (3.18)$$

Pelas curvas de segurança, e para a tensão limite convencional de 25 V, o dispositivo deve atuar num tempo inferior a **280 ms**.

Como se pode verificar na curva de funcionamento do disjuntor, o dispositivo atuará num tempo inferior ao referido e compatível com o especificado pela norma CEI 364.

Assim, para esta instalação, e para este regime de neutro, pode-se garantir que o disjuntor apresentado protege efetivamente as pessoas contra contactos indiretos.

### CONCLUSÕES

Atendendo a que neste regime de neutro, uma situação de defeito é sempre uma situação de curto-circuito entre um condutor ativo e a massa do equipamento de utilização, ou seja, um curto-circuito entre um condutor ativo e o condutor de proteção, são, normalmente, os dispositivos de proteção contra sobretensões que terão a função de também garantir a proteção das pessoas contra contactos indiretos.

O que se verificou foi: se o dispositivo de proteção contra curtos-circuitos também verificava as condições necessárias à proteção das pessoas contra contactos indiretos, na realidade.

Este facto foi analisado através da verificação do máximo comprimento protegido.

Efetivamente, para se poder dimensionar corretamente os dispositivos de proteção, é fundamental conhecer bem as características do circuito, nomeadamente comprimento da instalação, tipo de condutores, trajeto dos cabos, secção dos condutores, entre outros.

Outro fator importante é verificar se o dispositivo atua num tempo compatível com o especificado pelas normas de segurança. Este facto depende das condições do local da instalação elétrica.

De acordo com estas condições, a legislação em vigor impõe como tensão de contacto limite, 25 V ou 50 V. Assim, torna-se importante calcular o valor da tensão de contacto em caso de defeito e, através da curva de segurança dos 25 V ou 50 V, conforme o caso, de obter o tempo máximo de atuação do dispositivo para que a tensão de contacto nunca ultrapasse o valor da tensão limite convencional.

Este facto obriga, também, a conhecer muito bem as curvas de funcionamento dos dispositivos de proteção, para verificar se esta regra do tempo de atuação também é garantida. No caso dos disjuntores, a zona de funcionamento dos disparadores magnético é quase instantânea, não sendo a regra do tempo de atuação problemática para este tipo de equipamento de proteção.

O facto torna-se mais importante quando os dispositivos de proteção são fusíveis.

◆ Foi instalado mais um grupo gerador para alimentar as cargas de emergência – Figura 3-29. Foi também ponderado instalar uma bateria de acumuladores, no entanto não cumpria o Regulamento de Segurança Contra Incêndios em Edifícios (SCIE), que no seu artigo 72º define “*Fontes centrais de energia de emergência*”, dos quais se destacam os seguintes pontos:

*1 — Os edifícios e recintos que possuam utilizações-tipo das 3.ª e 4.ª categorias de risco devem ser equipados com fontes centrais de energia de emergência dotadas de sistemas que assegurem o seu arranque automático no tempo máximo de quinze segundos em caso de falha de alimentação de energia da rede pública;*

*3 — As fontes centrais de energia de emergência podem ser constituídas por grupos geradores ou por baterias de acumuladores e devem apresentar autonomia suficiente para assegurar o fornecimento de energia às instalações que alimentam, nas condições mais desfavoráveis, durante, pelo menos, o tempo exigido para a maior resistência ao*

*fogo padrão dos elementos de construção do edifício ou recinto onde se inserem, com o mínimo de uma hora;*

*4 — Com a exceção prevista no n.º 6 do presente artigo, as fontes constituídas por grupos geradores apenas podem alimentar as seguintes instalações:*

- a) Iluminação de emergência e sinalização de segurança;*
- b) Controlo de fumo;*
- c) Retenção de portas resistentes ao fogo;*
- d) Obturação de outros vãos e condutas;*
- e) Pressurização de água para combate a incêndios;*
- f) Ascensores prioritários de bombeiros;*
- g) Bloqueadores de escadas mecânicas;*
- h) Ventilação de locais afetos a serviços elétricos;*
- i) Sistemas de deteção e de alarme de incêndios, bem como, de gases combustíveis ou dispositivos independentes com a mesma finalidade;*
- j) Sistemas e meios de comunicação necessários à segurança contra incêndio;*
- l) Comandos e meios auxiliares de sistemas de extinção automática;*
- m) Cortinas obturadoras;*
- n) Pressurização de estruturas insufláveis;*
- o) Sistema de bombagem para drenagem de águas residuais prevista no presente regulamento.*

*5 — Com a exceção prevista no n.º 6 do presente artigo, as fontes constituídas por baterias de acumuladores devem alimentar as instalações referidas nas alíneas i) e l) do número anterior e ainda podem alimentar as instalações referidas nas alíneas a), b), c), d) e g) do mesmo número, desde que estas instalações possuam potência compatível com a capacidade das baterias;*

*7 — Todos os dispositivos e equipamentos de segurança existentes no interior de edifícios que sejam alimentados por fontes centrais de energia, com exceção dos*

*instalados em compartimentos técnicos que constituam compartimentos corta-fogo, devem garantir um código IP (Índice de Proteção), por fabrico ou por instalação, não inferior a IP X5, para proteção das equipas de intervenção no combate a um eventual incêndio recorrendo a água.*

Relativamente ao ponto 7 do artigo anteriormente indicado, suportou a troca da conceção da iluminação de emergência (iluminação alimentada por fonte centralizada) e foi trocada por iluminação de emergência suportada por blocos autónomos.



**Figura 3-29 - Grupo gerador de 160 kVA.**

◊ Foram previstas instalar fechaduras nos quadros com acesso direto ao público, impedindo assim a sua manobra por pessoas não autorizadas. Tal alteração foi suportada pelas RTIEBT Art.º 801.2.1.1.8 “*Em estabelecimentos recebendo público, os quadros e os dispositivos de seccionamento, comando e proteção dos circuitos devem ser inacessíveis ao público, só podendo ser manobrados por pessoas qualificadas (BA5) ou por pessoas instruídas (BA4), devidamente autorizadas.*”

### 3.3 Hotel Dom Pedro Portobelo - Vilamoura



Figura 3-30 – Foto Hotel D. Pedro Portobelo [10].

Este trabalho diz respeito ao projeto de alterações das instalações existentes, nomeadamente substituição dos Transformadores a Óleo - Figura 3-32, por Transformadores a Seco – Figura 3-31, assim como do barramento nu de MT e disjuntores por celas CF6 com fusíveis. As alterações foram desenvolvidas no Posto de Transformação de Cliente. Trata-se de uma construção existente, inserida no Hotel, com todos os equipamentos instalados e eletrificados. A instalação em causa é de Categoria B e foi alimentada em Média Tensão.



Figura 3-31 -Transformador a seco [13].



Figura 3-32 -Transformador a óleo.

O Quadro Geral Elétrico de Baixa Tensão (QGBT) é alimentado a partir dos transformadores que estão instalados no Posto de Transformação de Cliente (PTC), de onde partirão as alimentações de energia para os Quadro Parciais.

## CAPÍTULO 3 – TRABALHOS REALIZADOS COM MAIOR RELEVÂNCIA

As instalações projetadas incluíram:

- Quadros Elétricos e respectivas alimentações;
- Rede de Terras;
- Caminho de cabos;
- Ligação à Rede de Distribuição em Média Tensão do Distribuidor Público;
- Canalizações Elétricas e Sistema de Proteção de Pessoas.

As Potências previstas a contratar para estas áreas são:

- EDIFÍCIO... 2x400 kVA;
- Corrente de Serviço ... 2x580 A.

Não sendo possível um sistema de ventilação natural, foi adotado um sistema de ventilação forçada.

Neste Projeto fez-se a especificação do Posto de Seccionamento e Transformação de Cliente para tensões de serviço de 15 kV – Figura 3-33.

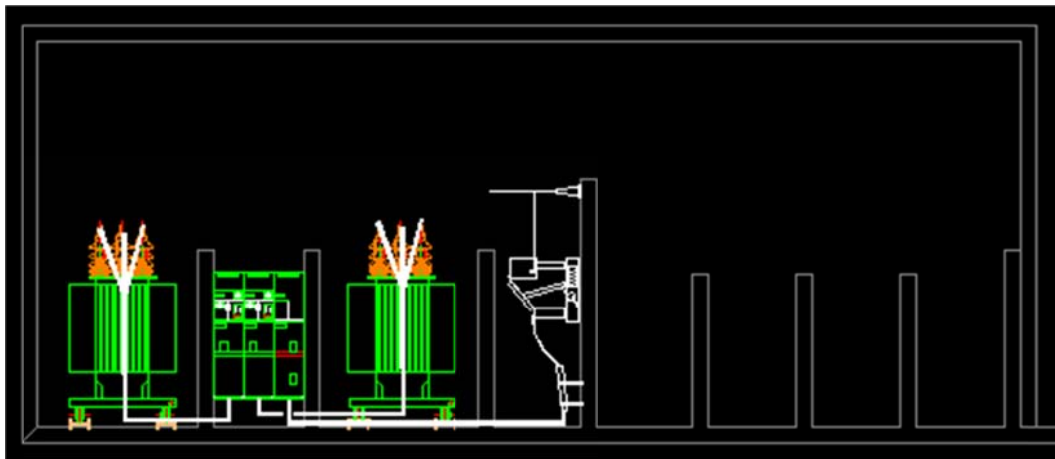


Figura 3-33 –Vista frontal do PTC.

A cela do transformador foi constituída por uma vedação em rede metálica suportada por perfis metálicos. A respetiva porta de acesso tem um sistema de encravamento por chave, de modo a impedir o acesso com cela de MT fechada. Esta cela será equipada com um transformador com as seguintes características:

- Potência de 400 kVA;

## CAPÍTULO 3 – TRABALHOS REALIZADOS COM MAIOR RELEVÂNCIA

- Isolamento do tipo Seco;
- Montagem interior;
- Arrefecimento natural;
- Tensões 15 kV / 420 V/ 242 V;
- Frequência de 50 Hz;
- Tomadas: 0,  $\pm 2,5\%$ ;  $\pm 5\%$ ;
- Tensão de curto-circuito de 6%;
- Neutro acessível;
- Termistância e relé eletrónico com contactos de alarme e disparo para supervisão da temperatura dos enrolamentos.

Os cortes de energia previstos em Projeto seriam: na zona um (QGBT) é possível um corte Geral da Instalação; na zona 2 (Posto de Transformação) é possível um corte Geral da Instalação, por atuação à distância no QGBT - Figura 3-34.

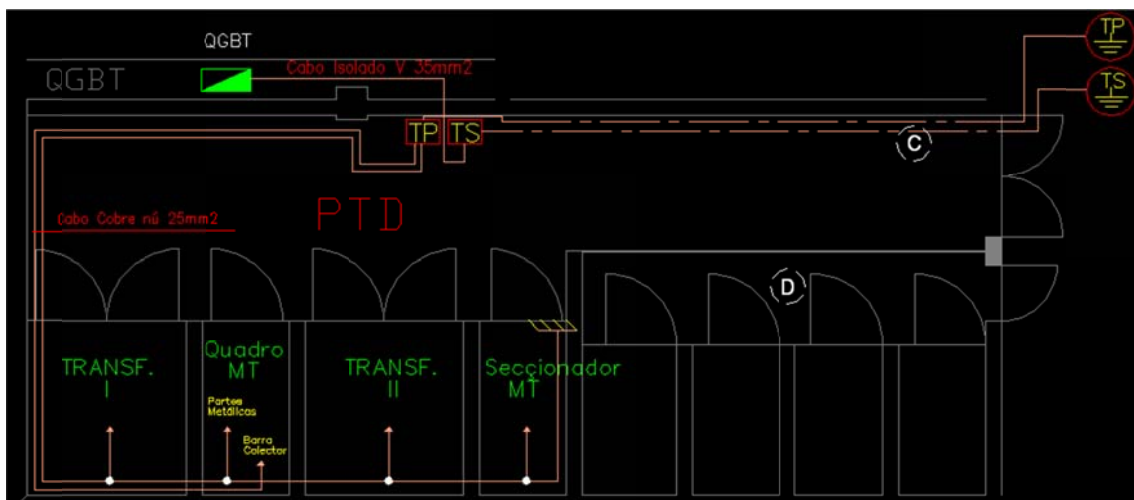


Figura 3-34 - Imagem do projeto PTC – rede de terras.

A substituição do Transformador de Óleo para o Transformador Seco tem alterações na  $I_{cc}$  (corrente de curto-circuito) da instalação, pelo que se apresenta a comparação do valor da corrente de curto-circuito para um Transformador a Óleo e a Seco.

Considerando um Transformador a Óleo com as seguintes características:

- Potência de 400 [kVA];
- Tensão de curto-circuito de 4%;
- $P_{cu} = 7800$  [W];

- $S_{cc}=100$  [MVA] conforme indicações do distribuidor no local.

Para calcular o valor de  $I_{cc}$  nos barramentos do secundário do transformador (dado por 3-27) é necessário calcular a impedância da linha de MT (3-19) vista pelo primário do transformador – expressões de (3-19) a (3-27):

$$Z_{MT} = \frac{V_c^2}{S_{cc}} \cong X_{MT} \langle \rangle Z_{MT} = X_{MT} = \frac{400^2}{100 \times 10^6} = 0,0016 [\Omega] \quad (3.19)$$

Em seguida é calculada a impedância do transformador, ou seja:

$$Z_{TF} = \frac{u_{cc}\%}{100} \times \frac{V_{cn}^2}{S_n} = R_{TF} + jX_{TF} \quad (3.20)$$

$$Z_{TF} = \frac{u_{cc}\%}{100} \times \frac{V_{cn}^2}{S_n} = \frac{4}{100} \times \frac{400^2}{400 \times 10^3} = 0,016 [\Omega] \quad (3.21)$$

$$R_{TF} = \frac{P_{cu}}{3 \times I_n^2} = \frac{7800}{3 \times \left(\frac{630 \times 10^3}{690}\right)^2} = 0,007737 [\Omega] \quad (3.22)$$

$$X_{TF} = \sqrt{Z_{TF}^2 - R_{TF}^2} = \sqrt{0,010159^2 - 0,003119^2} = 0,014005 [\Omega] \quad (3.23)$$

Considerando a parte resistiva da linha de MT com um valor desprezável, pode indicar-se a resistência equivalente total como:

$$R = R_{TF} ; X = X_{MT} + X_{TF} \quad (3.24)$$

$$R = 0,007737 [\Omega] ; X = 0,0115605 [\Omega] \quad (3.25)$$

$$Z_T = \sqrt{0,007737^2 + 0,0115605^2} = 0,017418 [\Omega] \quad (3.26)$$

Sabendo o valor da impedância total e de acordo com o Regulamento de Segurança de Redes de Distribuição de Energia Elétrica em Baixa Tensão (RSRDEEBT), artigo 130º, alínea 7, pode-se calcular o valor da  $I_{cc}$ :

$$I_{cc} = \frac{0,95 \times U_s}{\sum_{i=1}^{\infty} z_i} = \frac{0,95 \times U_s}{Z_T} = \frac{0,95 \times 230}{0,017418} = 12,54 [kA] \quad (3.27)$$

De seguida é feito o mesmo cálculo para um Transformador a Seco com as seguintes características:

- Potência de 400 [kVA];
- Tensão de curto-circuito de 6%;

- $P_{cu} = 7800$  [W];
- $S_{cc} = 100$  [MVA] conforme indicações do distribuidor no local;

Para calcular o valor de  $I_{cc}$  nos barramentos do secundário do transformador é necessário calcular a impedância da linha de MT vista pelo primário do transformador (3-28):

$$Z_{MT} = \frac{V_c^2}{S_{cc}} \cong X_{MT} \langle \rangle Z_{MT} = X_{MT} = \frac{400^2}{100 \times 10^6} = 0,0016 \text{ } [\Omega] \quad (3.28)$$

De seguida é calculada a impedância do transformador:

$$Z_{TF} = \frac{u_{CC}\%}{100} \times \frac{V_{cn}^2}{S_n} = R_{TF} + jX_{TF} \quad (3.29)$$

$$Z_{TF} = \frac{u_{CC}\%}{100} \times \frac{V_{cn}^2}{S_n} = \frac{6}{100} \times \frac{400^2}{630 \times 10^3} = 0,024 \text{ } [\Omega] \quad (3.30)$$

$$R_{TF} = \frac{P_{cu}}{3 \times I_n^2} = \frac{7800}{3 \times \left(\frac{630 \times 10^3}{690}\right)^2} = 0,007737 \text{ } [\Omega] \quad (3.31)$$

$$X_{TF} = \sqrt{Z_{TF}^2 - R_{TF}^2} = \sqrt{0,024^2 - 0,007737^2} = 0,022719 \text{ } [\Omega] \quad (3.32)$$

Considerando a parte resistiva da linha de MT com um valor desprezável, pode indicar-se a resistência equivalente total como:

$$R = R_{TF} \text{ ; } X = X_{MT} + X_{TF} \quad (3.33)$$

$$R = 0,007737 \text{ } [\Omega] \text{ ; } X = 0,024319 \text{ } [\Omega] \quad (3.34)$$

$$Z_T = \sqrt{0,007737^2 + 0,024319^2} = 0,02552 \text{ } [\Omega] \quad (3.35)$$

Sabendo o valor da impedância total e de acordo com o Regulamento de Segurança de Redes de Distribuição de Energia Elétrica em Baixa Tensão (RSRDEEBT), artigo 130º, alínea 7, pode-se calcular o valor da  $I_{cc}$  (3.36):

$$I_{CC} = \frac{0,95 \times U_s}{\sum_{i=1}^{\infty} z_i} = \frac{0,95 \times U_s}{Z_T} = \frac{0,95 \times 230}{0,02552} = \mathbf{8,56 [kA]} \quad (3.36)$$

Como se pode verificar, o valor da  $I_{cc}$  com um Transformador a Seco é cerca de 30% inferior em relação ao Transformador a Óleo.

Neste caso específico não implicou grandes alterações na instalação, no entanto quando se troca um Transformador a Seco por um Transformador a Óleo, tem que se verificar o poder de corte instalado nos quadros elétricos.

### 3.4 BIBLIOTECA DE QUARTEIRA

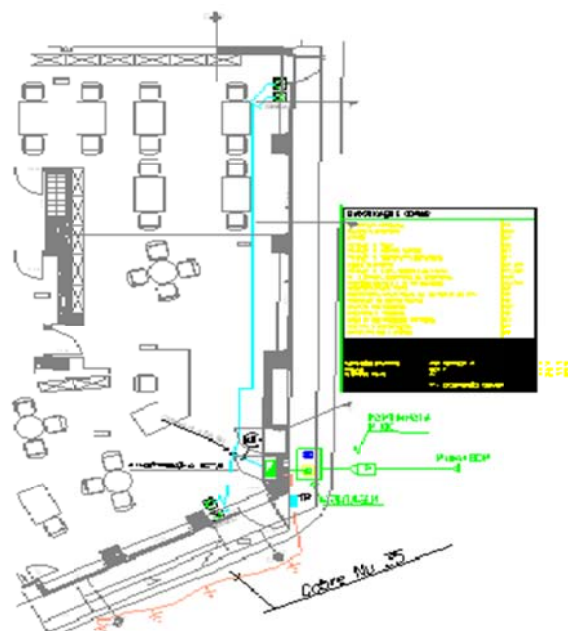


Figura 3-35 - Impressão de parte do desenho relativo a rede de terras (Quarteira).

Foi elaborado o Projeto de Execução das Instalações Elétricas (Tipo C - Estabelecimento Recebendo Público – Secção 801.2 do RTIEBT), onde são caracterizados e especificados os diversos elementos integrantes da referida Instalação, que se refere a remodelações a desenvolver na Instalação, propriedade do Município de Loulé, a qual se destinará à Instalação da Biblioteca.

A instalação é constituída por um piso térreo e será dotada de salas, zona de receção, *hall* de entrada e wc.

A instalação será alimentada em Baixa Tensão (BT) a partir da rede pública de distribuição.

A rede pública alimentará o Quadro Geral Elétrico (QGE).

As instalações projetadas incluem:

- Quadro Elétrico e respetiva alimentação;
- Circuitos de Tomadas;
- Circuitos de Iluminação Normal e Emergência;
- Rede de Terras;

## CAPÍTULO 3 – TRABALHOS REALIZADOS COM MAIOR RELEVÂNCIA

- Ligação à Rede de Distribuição em Baixa Tensão do Distribuidor Público;
- Portinhola e contagem de Energia Elétrica, incluindo a caixa para instalação do contador de energia elétrica;
- Instalação de Tomadas de Usos Gerais;
- Alimentações Específicas;
- Canalizações Elétricas;
- Sistema de Proteção de Pessoas.

Os níveis de iluminação médios considerados foram os seguintes:

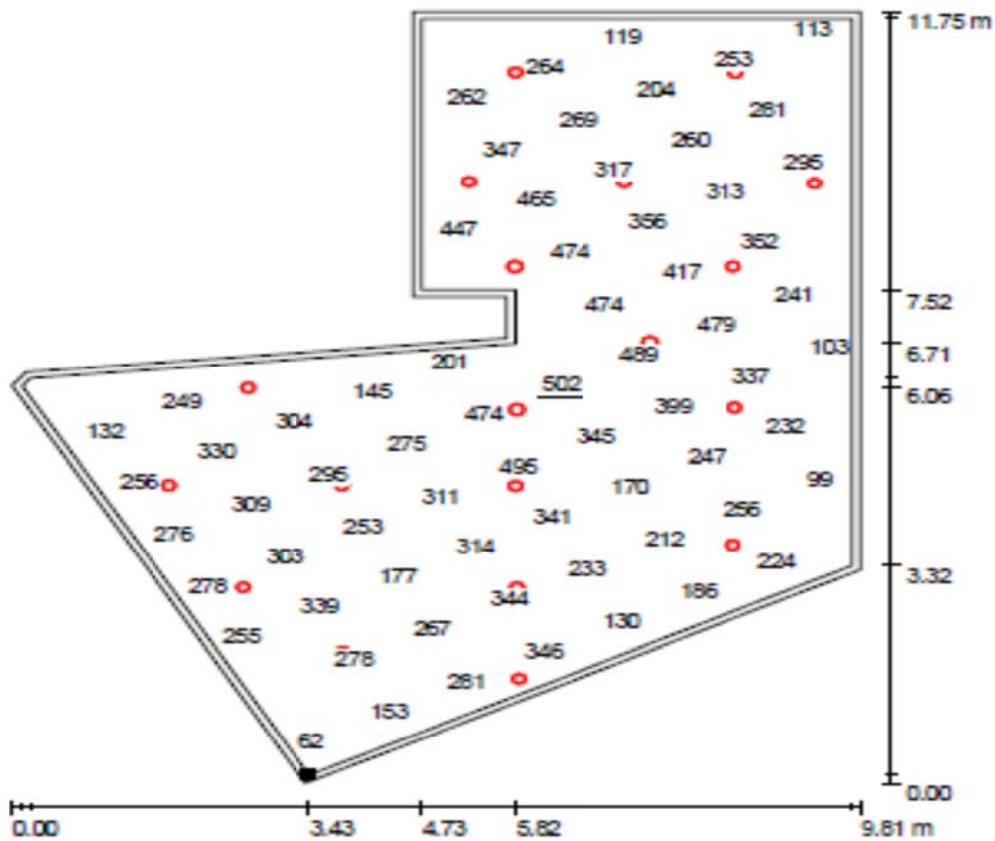
- Zonas leitura/estudo..... 400 Lux
- Zona Recepção/acolhimento..... 400 Lux
- Circulações ..... 200 Lux

O estudo luminotécnico das várias áreas teve em conta os valores recomendados pela CIE – Comissão Eletrotécnica de Iluminação e os fins a que as mesmas se destinam Figura 3-36.

O projeto foi elaborado tendo em atenção os Regulamentos e Normas referidos no ponto de “Legislação” deste relatório.

Para o cálculo e dimensionamento das canalizações elétricas foram utilizados os métodos de referência e tabelas abaixo discriminados:

- Canalizações Embebidas: método de referência A2; tabelas de correntes admissíveis 52-C13 e 52-E1;
- Canalizações em Caminhos de Cabos: método de referência F; tabelas de correntes admissíveis 52-C11 e 52-E1;
- Canalizações Sobre os Tetos Falsos: método de referência B2; tabelas de correntes admissíveis 52-C13 e 52-E1.



Not all calculated values could be displayed.

Position of surface in room:  
 Working plane with 0.100 m  
 Boundary Zone  
 Marked point:  
 (7.312 m, 4.709 m, 0.800 m)



Grid: 11 x 11 Points

$E_{av}$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$u0$
261	37	502	0.131

Figura 3-36 – Cálculo luminotécnico.

Neste projeto foi projetado um sistema de controlo de livros.

O sistema é composto por balizadores na entrada do edifício, que deteta a passagem de livros não autorizados.

### 3.5 PARQUE DO LEVANTE - OLHÃO

O Parque de Estacionamento subterrâneo “Levante”, em Olhão, possui uma instalação do Tipo C, o qual foi o Técnico Responsável da Instalação, assim como o Técnico Responsável da Exploração, conforme indicado no **Anexo VI**.

O Edifício construído tem dois pisos subterrâneos de estacionamento e um bar no piso térreo – Figuras 3-37 e 3-38.

Este Edifício foi alimentado em Baixa Tensão a partir da rede pública de distribuição.

A rede pública alimenta o Quadro de Colunas (QC), de onde partirão as alimentações de energia da Coluna de Alimentação de cada uma das frações.

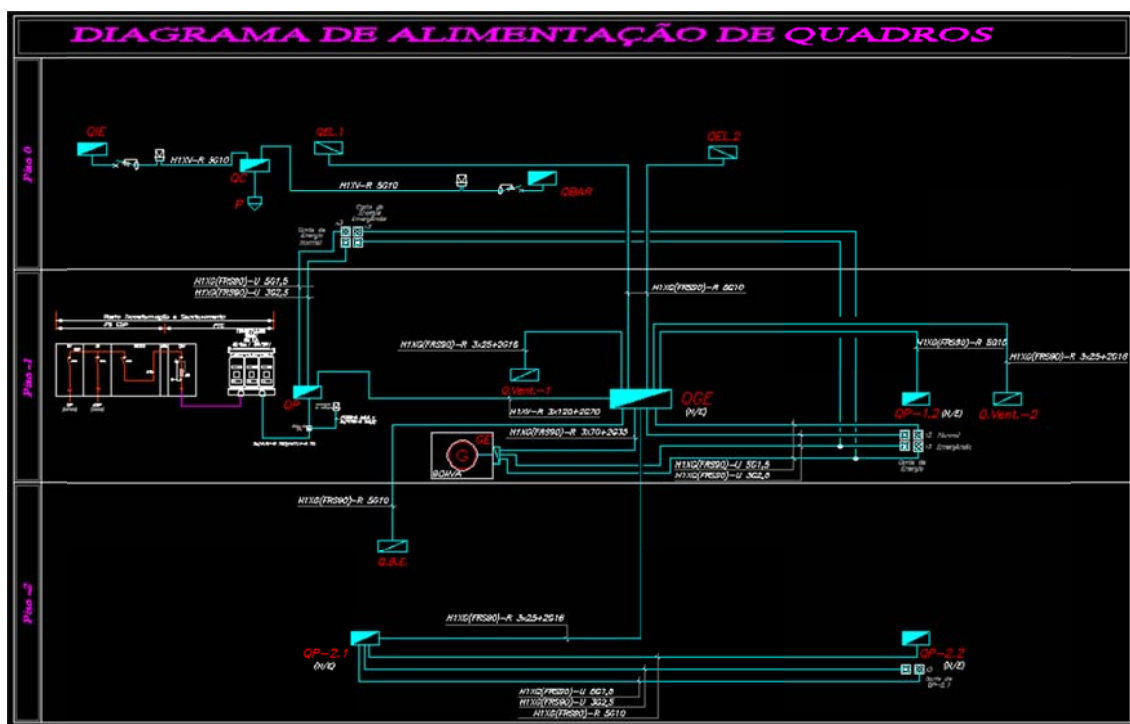


Figura 3-37 - Diagrama de alimentação do Parque do Levante – Olhão.

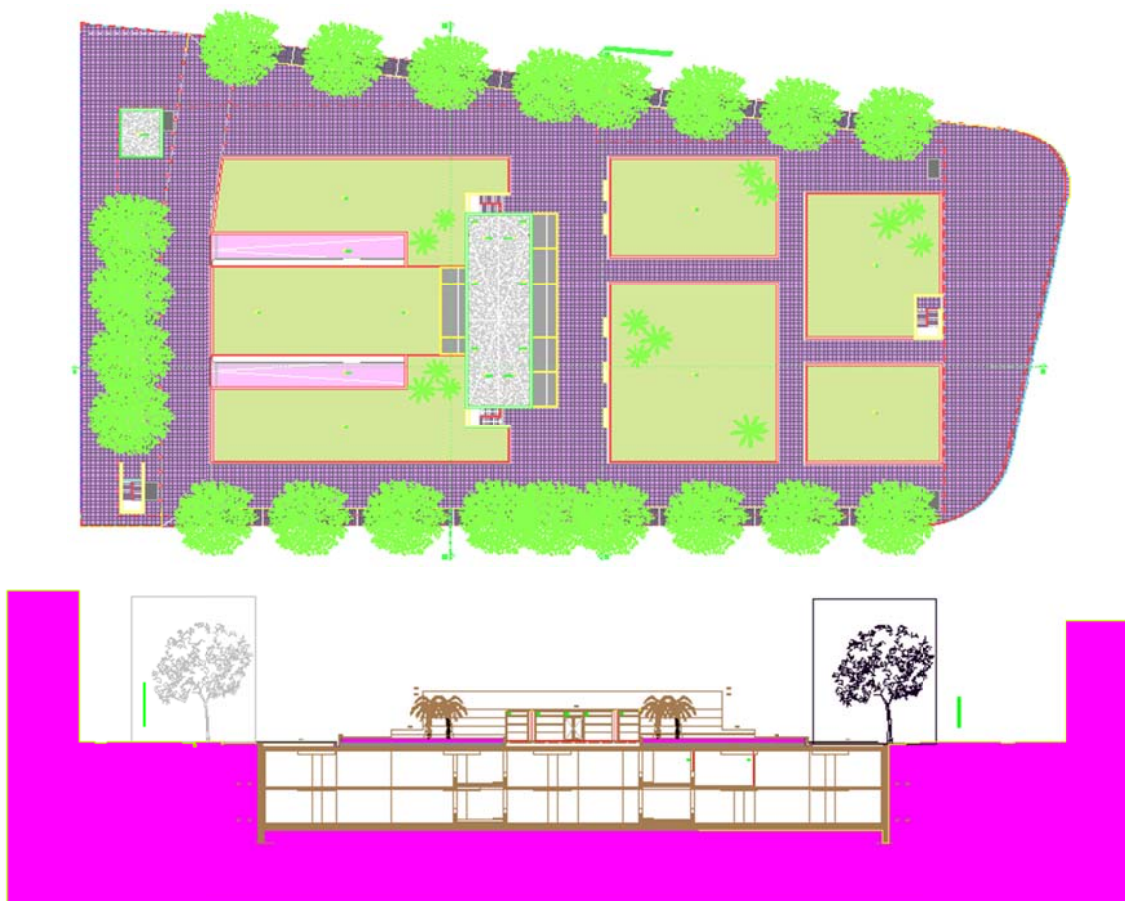


Figura 3-38 - Planta de arranjos exteriores do Parque do Levante – Olhão.



Figura 3-39 - Fotos do Parque do Levante – Olhão: à esquerda do exterior e à direita do interior, num dos acessos.

O Edifício é dotado de um Quadro de Colunas (QC) que alimentará as seguintes instalações, conforme indicado na Figura 3-37:

- Bar;
- Parque de Estacionamento;
- Serviços Comuns.

### 3.5.1 Níveis de Iluminação

Os níveis de iluminação médios da instalação são:

• Portaria .....	450 Lux
• Circulações .....	250 Lux
• Estacionamentos (circulações) .....	150 Lux
• Estacionamentos (parqueamento) .....	80 Lux
• Zonas Técnicas .....	250 Lux

No cálculo dos níveis luminosos teve-se em conta um coeficiente de depreciação de 1,25 relativamente aos valores de iluminação recomendado, para compensação do envelhecimento e acumulação de poeiras.

### 3.5.2 Cortes de energia

O Parque de Estacionamento foi separado em 4 zonas, cada piso dividido em 2 subzonas:

- **Zona 1** – No Piso -1, onde se encontram situadas as rampas de entrada/saída, a portaria e o Quadro Geral dos Estacionamentos;
- **Zona 2** – No Piso -1, onde se encontra a entrada para a Rua projetada à Av. 26 de Junho e contém o Quadro Parcial do Piso -1 (QP-1.2);
- **Zona 3** – No Piso -2, onde se encontram situadas as rampas de acesso ao piso -1 e o Quadro do Piso -2 (QP-2.1);
- **Zona 4** – No Piso -2, onde se encontra a entrada para a Rua projetada à Av. 26 de Junho e contém o Quadro Parcial do Piso -2 (QP-2.2).

Nestas zonas foram considerados dois tipos de cortes de Energia:

- Corte Geral.
- Corte Parcial.

Na zona 1, o corte geral é efetuado na portaria, atuando no Quadro Geral dos Estacionamentos e no Quadro Auxiliar de Grupo aí situados.

Na zona 2 está previsto um corte geral por botoneiras na entrada junto ao quadro parcial do piso.

Na zona 3 é possível um corte do piso por atuação no quadro de piso.

Na zona 4, junto ao quadro parcial do piso, está localizada uma botoneira onde é possível efetuar o corte do piso.

No piso 0 estão previstos cortes gerais, tanto da rede como do Grupo de Emergência, por atuação em botoneiras colocadas para o efeito junto ao Quadro de Colunas.

---

### 3.5.3 Balanço de cargas

A Potência instalada para esta área é:

- Estacionamento ..... 183 kVA
  - Coeficiente de Simultaneidade ..... 1
  - Corrente de Serviço ..... 200 A
  - Proteção escolhida ..... 250 A
  - Canalização escolhida ..... H1XV-R 3x120+2G70mm2

---

### 3.5.4 Rede de Terras

Foi instalada uma rede de terras no edifício à qual ligarão os barramentos de terra de todos os quadros elétricos gerais (e, através destes, todos os restantes quadros elétricos), bem como todas as partes metálicas normalmente sem tensão.

Esta rede é constituída por um anel em fita de aço galvanizado a quente de 10x5 mm<sup>2</sup> enterrado ao nível das fundações envolvida no cimento de modo a obter uma resistência inferior a 1 Ω.

Para permitir a ligação da terra de proteção ao anel de terra, foi executado um prolongamento do anel até ao local conveniente, terminando num ligador amovível.

---

## 3.6 INSTALAÇÃO DE UNIDADES DE MICROGERAÇÃO – ENERGIA FOTOVOLTAICA

---

O decreto de lei nº 118-A de 25 de Outubro de 2010, veio implementar a legislação das instalações de energias renováveis tendo como objetivo “liderar a revolução energética” através de diversas metas, entre as quais assegurar a posição de Portugal entre os cinco líderes europeus ao nível dos objetivos em matéria de energias renováveis em 2020 e afirmar Portugal na liderança global na fileira industrial das energias renováveis.

A Figura 3-40 representa uma unidade de microprodução de 6,9 kVA.



Figura 3-40 - Exemplo de uma instalação de microprodução.

---

### 3.6.1 Enquadramento Ambiental

Face à política de carácter ambiental que se faz sentir em toda a Europa e no Mundo, no âmbito das Alterações Climáticas têm sido dinamizados, junto dos Governos, uma diversidade de protocolos, incentivos e coimas para quem não cumpre, para que estes assim estimulados diminuam as suas elevadas taxas de emissão de CO<sub>2</sub> para a atmosfera contribuindo para a redução da Temperatura Global do Planeta. O mais reconhecido e significativo destes ‘incentivos’ é sem dúvida o Protocolo de Quioto, negociado e assinado em Quioto em 1997, mas só tendo entrado em vigor em 16 de Fevereiro de 2005. Por esse Protocolo, se propõe um calendário pelo qual os países-membros (principalmente os desenvolvidos) têm a obrigação de reduzir a emissão de gases de efeito estufa em, pelo menos, 5,2% em relação aos níveis de 1990 no período entre 2008 e 2012, também chamado de primeiro período de compromisso (para muitos países,

como os membros da UE, o que corresponde a 15% abaixo das emissões esperadas para 2008).

O protocolo estimula os países signatários a cooperarem entre si, através de algumas ações básicas:

- Reformar os sectores de energia e transportes;
- Promover o uso de fontes energéticas renováveis;
- Eliminar mecanismos financeiros e de mercado inapropriados aos fins da Convenção;
- Limitar as emissões de metano no gerenciamento de resíduos e dos sistemas energéticos;
- Proteger florestas e outros sumidouros de carbono.

Se o Protocolo de Quioto for implementado com sucesso, estima-se que a Temperatura Global reduza entre 1,4 °C e 5,8 °C até 2100, entretanto, isto dependerá muito das negociações pós período 2008/2012, pois há comunidades científicas que afirmam categoricamente que a meta de redução de 5% em relação aos níveis de 1990 é insuficiente para a mitigação do aquecimento global.

Apesar da revisão em baixa do Governo em relação ao crescimento das fontes renováveis até 2020, Portugal é o quarto país da União Europeia mais avançado no cumprimento das metas estabelecidas no que toca às fontes de energia renováveis no consumo final de energia. Portugal encontra-se numa boa posição face ao objetivo traçado para 2020, tendo-se verificado que em 2009 era apenas superado pela Suécia, pela Finlândia e pela Áustria, tendo já cumprido 79% dos objetivos, no que diz respeito ao peso das fontes renováveis no consumo final de energia, segundo as linhas estratégicas para a revisão dos Planos Nacionais de Ação para a Eficiência Energética (PNAEE) e para as Energias Renováveis (PNAER).

---

### 3.6.2 Enquadramento Legislativo

É com uma Reforma do Sector da Energia que se criam Mecanismos Diretivos / Legislativos na Europa e, por sua vez, em cada País, para a integração de equipamentos / instalações de energias renováveis na Rede Elétrica, entre outros.

Independentemente da revisão dos regimes aplicáveis às Energias Renováveis e à Cogeração, o Governo decidiu avançar com um regime simplificado aplicável à Microprodução de Eletricidade ou “Renováveis na Hora”, conforme previsto no Programa de Simplificação Administrativa e Legislativa SIMPLEX 2007.

A microprodução de Eletricidade, como atividade de Produção em Baixa Tensão, com possibilidade de entrega de Energia à Rede Elétrica pública, foi regulada pelo Decreto-Lei n.º 68/2002, de 25 de Março.

É em virtude da publicação do Decreto-Lei n.º 363/2007, que veio estabelecer o regime jurídico aplicável à Produção de Energia Elétrica por intermédio de instalações de pequena potência, que se viu assim promovida a instalação de pequenas unidades de Produção de Energia Elétrica – Microprodução.

---

### 3.6.3 Unidades de microgeração de energia fotovoltaica

Os painéis constituem uma das mais promissoras formas de aproveitamento de energia solar pois, por meio do efeito fotovoltaico, a energia contida na luz do Sol é convertida em energia elétrica. Estes sistemas podem ser utilizados em locais isolados, sem rede elétrica ou como sistemas ligados à rede, conforme indicado na Figura 3-41:



**Figura 3-41** - Exemplo de uma instalação de microprodução.

Os módulos são compostos de células solares de silício as quais são semicondutoras, pois o silício é um material com características intermédias entre condutores e isolantes.

O silício apresenta-se normalmente como areia sendo através de métodos adequados que se obtém o silício em forma pura. O cristal de silício puro não possui elétrons livres e portanto é um mau condutor elétrico. Para alterar estas características, acrescentam-se percentagens de outros elementos, denominando-se este processo por dopagem. Mediante a dopagem do silício com o fósforo obtém-se um material com elétrons livres ou materiais com portadores de carga negativa (silício tipo N). Realizando o mesmo processo, mas acrescentando Boro ao invés de fósforo, obtém-se um material com características inversas, ou seja, défice de elétrons ou material com cargas positivas livres (silício tipo P). Cada célula solar compõe-se de uma camada fina de material tipo N e outra com maior espessura de material tipo P - Figura 3-42.

Separadamente, ambas as capas são eletricamente neutras. Mas ao serem unidas, exatamente na união P-N, gera-se um campo elétrico devido aos elétrons do silício tipo N que ocupam os vazios da estrutura do silício tipo P.

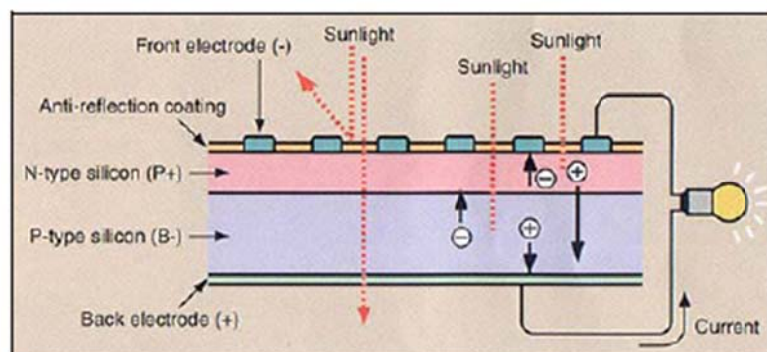


Figura 3-42 - Composição de célula solar – corte longitudinal [11].

Ao incidir a luz solar sobre a célula fotovoltaica, os fótons que a integram chocam-se com os elétrons da estrutura do silício dando-lhes energia e transformando-os em condutores. Devido ao campo elétrico gerado na união P-N, os elétrons são orientados e fluem da camada "P" para a camada "N". Por meio de um condutor externo, é conectada a camada negativa à positiva gerando assim um fluxo de elétrons (corrente elétrica). Enquanto a luz continuar a incidir na célula, o fluxo de elétrons manter-se-á.

A intensidade da corrente gerada variará proporcionalmente conforme a intensidade da luz incidente.

## CAPÍTULO 3 – TRABALHOS REALIZADOS COM MAIOR RELEVÂNCIA

Cada módulo fotovoltaico é formado por uma determinada quantidade de células conectadas em série. Como se viu anteriormente, ao unir-se a camada negativa de uma célula com a positiva da seguinte, os elétrons fluem através dos condutores de uma célula para a outra. Este fluxo repete-se até chegar à última célula do módulo, da qual fluem para o acumulador ou a bateria.

Cada elétron que abandona o módulo é substituído por outro que regressa do acumulador ou da bateria. O cabo da interconexão entre módulo e bateria contém o fluxo, de modo que quando um elétron abandona a última célula do módulo e encaminha-se para a bateria, outro elétron entra na primeira célula a partir da bateria.

É por isto que se considera inesgotável um dispositivo fotovoltaico. Produz energia elétrica em resposta à energia solar ou luminosa que entra no mesmo.

Deve-se esclarecer que uma célula fotovoltaica não pode armazenar energia elétrica.

Convém mencionar que consoante o tipo de célula, neste momento a taxa de aproveitamento da energia solar pode atingir aproximadamente 15%, embora estejam em investigação e experimentação outros tipos de materiais componentes das células fotovoltaicas.

Este aproveitamento de rendimento relativamente baixo deve-se ao facto de a luz solar ter um espectro eletromagnético composto por diferentes tipos de radiação e, neste espectro, algumas das radiações não têm energia suficiente ou então têm energia em excesso, para desencadear a reação atrás mencionada, e assim só uma parte da radiação solar recebida é que é aproveitada.

Quanto à instalação deste tipo de sistemas, entre outras variáveis, devem ser escolhidas as instalações que se mostrem favoráveis e que reúnam as condições técnicas para maximizar a produção de energia elétrica por intermédio de sistemas solares fotovoltaicos, ou seja, aquelas cuja exposição solar e potência contratual, permitam a instalação da potência máxima admissível no regime remuneratório bonificado/geral, assegurando o menor tempo de retorno para o investimento, sem quaisquer prejuízos para a boa exploração das instalações onde se encontram integradas.

## CAPÍTULO 3 – TRABALHOS REALIZADOS COM MAIOR RELEVÂNCIA

Das principais instalações executadas no período abrangido pelo presente relatório, destacam-se as constantes da tabela 3-4:

<b>Manuel Maria Almeida</b>	Faro	3,45 kVA
<b>Colégio Bernardette Romeira, Lda</b>	Olhão	3,68 kVA
<b>A Matias</b>	Faro	3,68 kVA
<b>EBR</b>	Faro	3,68 kVA
<b>Vitor Manuel Lopes</b>	Olhão	3,68 kVA

**Tabela 3-4 – Tabela com designação das instalações onde foram executadas unidades de microprodução fotovoltaica e respetivas potências instaladas.**

A iniciativa de Microprodução de energia elétrica verde a partir dos Sistemas Fotovoltaicos enquadra-se nos objetivos a que Portugal se propôs atingir com a Assinatura do Protocolo de Quioto (o protocolo de Quioto é o mais importante instrumento na luta contra as alterações climáticas, e que integra o compromisso assumido pela maioria dos países industrializados de reduzirem em 5%, em média, as suas emissões de determinados gases com efeito de estufa responsáveis pelo aquecimento planetário), bem como nos objetivos estratégicos preconizados no PEASSAR II (2007-2013), no que respeita ao Plano Tecnológico, que se considera como uma das medidas mais relevantes a tomar a diversificação das fontes de energia, com recurso a energias renováveis. A Figura 3-43 mostra um exemplo de instalação fotovoltaica.



**Figura 3-43 - Instalações de microgeração fotovoltaica.**

### 3.6.4 Manual de Instruções do Utilizador de Unidades de Microgeração Fotovoltaica

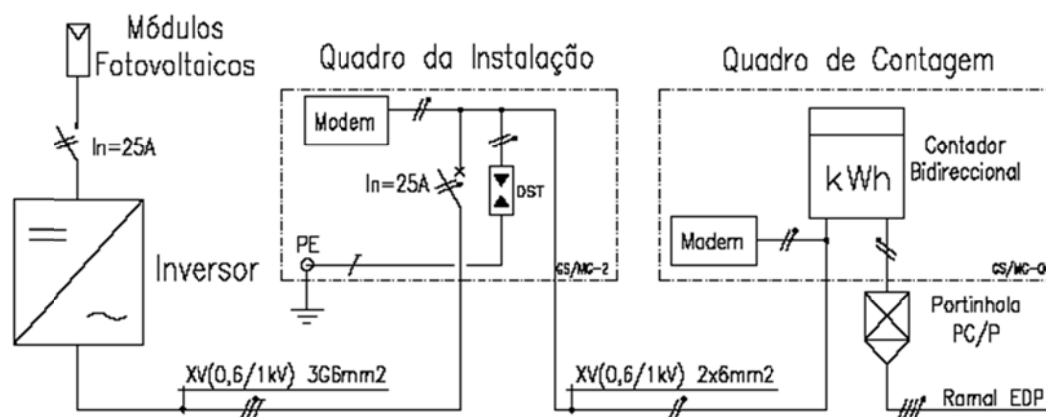


Figura 3-44 - Constituição e modo de funcionamento de uma unidade de microgeração fotovoltaica.

#### Constituição da Unidade de Microgeração

A unidade de microgeração é constituída principalmente por módulos fotovoltaicos, um inversor DC/AC, um quadro elétrico, um quadro de contagem e um *kit* solar térmico para produção de AQS - Figura 3-44.

#### Recomendações e Precauções

O utilizador ao manusear a sua instalação fotovoltaica terá que ter em atenção as seguintes recomendações:

- Operar os equipamentos com as devidas precauções tendo em conta o manual de instruções detalhado de cada equipamento;
- Manusear o interruptor de corte DC apenas e só quando o disjuntor de proteção AC estiver desligado;
- Não desligar qualquer ficha do inversor enquanto este permanecer ligado;
- Evitar o contacto com a superfície dos módulos fotovoltaicos ou solar térmico, dado que as suas superfícies podem apresentar temperaturas elevadas;
- Cuidado ao utilizar a água quente proveniente do *kit* solar térmico. A água poderá ter uma temperatura superior a 60 °C, caso o *kit* não seja utilizado por um longo período de tempo ou em caso de avaria na válvula mistura termostática.

### **Arranque do Sistema**

Para ligar a sua unidade de microprodução deverá seguir à risca a seguinte ordem de manobras:

- Ligar o interruptor DC da instalação fotovoltaica, situado a montante do inversor;
- Ligar o equipamento de proteção AC localizado no quadro elétrico da instalação de microprodução.

### **Paragem do Sistema**

Para desligar a sua unidade de microprodução deverá seguir à risca a seguinte ordem de manobras:

- Desligar o equipamento de proteção AC localizado no quadro elétrico da instalação de microprodução;
- Desligar o interruptor DC da instalação fotovoltaica, situado a montante do inversor.

### **Manutenção**

A instalação de microprodução é constituída por dois tipos de instalações distintas:

Instalação Fotovoltaica – não são necessárias operações de manutenção nesta instalação, embora seja recomendada uma limpeza aos módulos fotovoltaicos nos meses de verão, dado que nos meses de inverno essa limpeza é facilmente efetuada pela chuva. Recomenda-se também que verifique o potencial aparecimento de sombras, que não existiam na instalação inicial: arbustos, árvores, construções, etc., dado que podem afetar o rendimento da instalação.

Instalação Solar Térmica - Figura 3-45 – é necessária uma vistoria anual para verificar válvulas, tubagens e quando necessário substituir alguns equipamentos, nomeadamente o ânodo de magnésio e a resistência elétrica de apoio (quando aplicável).



Figura 3-45 - Instalação Solar Térmica.

---

### 3.6.5 Evolução da tarifa de referência

Para efeitos de cálculo da evolução da tarifa, a interpretação a dar à expressão "no ano da instalação", no contexto do n.º 1 do Artigo 11º do DL N.º 363/2007, de 2 de Novembro, corresponde precisamente à data e hora do registo da instalação efetuada pelo candidato a Microprodutor aquando da respetiva candidatura (Registo provisório previsto no n.º 2 do Art.º 13º).

Para efeito da contagem do tempo em que se garante a tarifa única de referência, o "ano da instalação" (ano zero) é o ano em que a Unidade de Microprodução foi ligada à rede pública.

A tarifa de referência aplicável aos primeiros 10 MW de potência de ligação registada, a nível nacional (Continente e Regiões Autónomas), é de €0,65/kWh;

Por cada 10 MW adicionais de potência de ligação registada, a nível nacional, a tarifa de referência é sucessivamente reduzida de 5%;

No ano de ligação da instalação, ano zero, como se vê na Figura 3-46, e nos cinco anos civis seguintes é garantida ao produtor a tarifa de referência em vigor na data de ligação. Após os cinco primeiros anos civis (excluído o ano de ligação da instalação) de

### CAPÍTULO 3 – TRABALHOS REALIZADOS COM MAIOR RELEVÂNCIA

aplicação da tarifa garantida ao produtor, a tarifa de referência a aplicar no período adicional de dez anos será a tarifa de referência que vigorar a 1 de Janeiro, de cada ano, para as novas instalações a ligar à rede;

Findo o período adicional de 10 anos referido no número anterior, aplica-se a tarifa do regime geral em vigor;

Apresenta-se de seguida a figura 3.46 com o gráfico de evolução da tarifa tendo por base o pressuposto de que a potência de ligação máxima é atingida anualmente.

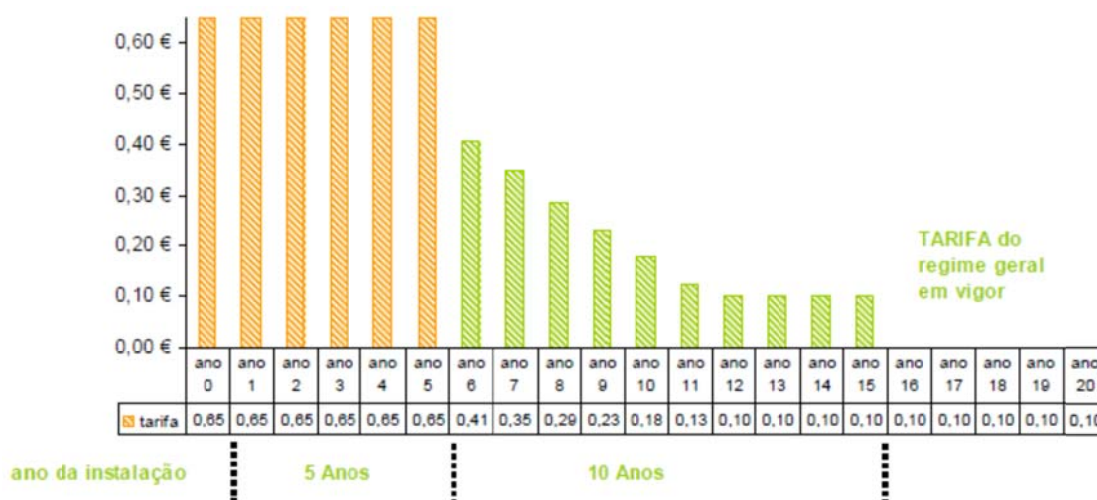


Figura 3-46 - Evolução da tarifa [12].

---

### 3.7 MERCADO LIBERALIZADO DE ELETRICIDADE

---

No âmbito do mercado liberalizado de eletricidade tenho informado/aconselhado clientes, fazendo um estudo/auditoria energética às respetivas instalações, conforme **anexo XII**, bem como efetuado consultas de mercado para obtenção da melhor proposta/mais vantajosa para o cliente escolher e contratar. O **anexo XII** é referente a instalações do centro Porsche de Faro no período de Maio de 2012, mostrando que é a Galp Power, S. A. a que apresenta valores muito competitivos para os preços da energia ativa €/kWh relativamente à EDP Comercial – Comercialização de Energia, S. A. para a situação específica do cliente.

---

#### 3.7.1 Explicação das opções tomadas no relatório do anexo XII

A partir de 4 de Setembro de 2006, todos os consumidores em Portugal Continental podem mudar de fornecedor de energia elétrica, incluindo os consumidores domésticos e as pequenas empresas. Este é o último passo da liberalização no fornecimento de eletricidade em Portugal.

A liberalização do sector elétrico significa a introdução de concorrência no sector, nomeadamente na produção e no fornecimento.

A utilização das redes elétricas é um direito de todos os consumidores, sendo devidas pelo uso das mesmas tarifas reguladas pela ERSE iguais para os clientes nas mesmas circunstâncias.

Desde o ano de 2000 que existem consumidores empresariais que escolheram livremente o seu fornecedor de eletricidade.

Com a entrada em vigor do Dec. Lei n.º 104/2010, de 29 de Setembro, é estabelecido o procedimento a seguir com a extinção das tarifas reguladas de venda de eletricidade a clientes finais, no continente, com consumos em MAT (Muito Alta Tensão), AT (Alta Tensão), MT (Média tensão) e BTE (Baixa Tensão Especial). A data limite para a extinção das tarifas reguladas foi 31 de Dezembro de 2011, após a qual foram aplicadas

## CAPÍTULO 3 – TRABALHOS REALIZADOS COM MAIOR RELEVÂNCIA

taxas transitórias impostas e definidas pela ERSE (Entidade Reguladora dos Serviços Energéticos) no período após 1 de Janeiro de 2011.

O Decreto-Lei n.º 75/2012, de 26 de Março veio estabelecer o regime de extinção das tarifas reguladas de venda de eletricidade a clientes finais em Baixa Tensão Normal (BTN - potência contratada inferior ou igual a 41,4 kVA), no território continental, concluindo o processo iniciado pelo Decreto-Lei n.º 104/2010, de 29 de Setembro, que foi referido anteriormente.

Foi assim criada a figura do ‘comercializador de último recurso’ que é a EDP – Serviço Universal, quando à data de entrada em vigor deste Dec. Lei, os clientes não tenham já efetuado a mudança de comercializador, continuarão a ser fornecidos pela EDP-Serviço Universal, sendo-lhes aplicadas tarifas transitórias.

Encontra-se publicada pela ERSE a lista de comercializadores de eletricidade no mercado liberalizado, mencionados seguidamente:

- EDP Comercial - Comercialização de Energia, SA;
- EGL Energia Ibéria SL;
- Endesa – Endesa Energia Sucursal Portugal;
- Galp Power SA;
- Iberdrola Generación – Energia e Serviços Portugal, Unipessoal, Lda;
- Union Fenosa Comercial, SL – Suc. em Portugal.

A 1.ª fase de extinção das tarifas reguladas de venda de eletricidade aos clientes em BTN começou a 1 de Julho de 2012 para os consumidores com uma potência contratada igual ou superior a 10,35 kVA, data a partir da qual este segmento de clientes só pode contratar o seu fornecimento de eletricidade com um comercializador em regime de mercado livre. A partir do dia 1 de Julho de 2012, aos clientes que mantenham os seus contratos de fornecimento de eletricidade com um comercializador de último recurso será aplicada uma tarifa de venda transitória, fixada pela ERSE.

Os preços de energia elétrica considerados nas tarifas de venda a clientes finais em BTN, com potências contratadas iguais ou superiores a 10,35 kVA, sofrerão uma

## CAPÍTULO 3 – TRABALHOS REALIZADOS COM MAIOR RELEVÂNCIA

variação tarifária de 2%, a partir de 1 de Julho de 2012 e até 31 de Dezembro de 2012, de acordo com comunicado da ERSE de 15 de Junho de 2012.

A 2.<sup>a</sup> fase de extinção das tarifas reguladas de venda de eletricidade a clientes em BTN com uma *potência contratada inferior a 10,35 kVA tem início a 1 de Janeiro de 2013, devendo terminar a 31 de Dezembro de 2015*, sendo feita a aplicação de tarifas de venda transitórias, fixadas pela ERSE, aos clientes que mantenham o seu fornecimento de eletricidade através de um comercializador de último recurso.

Para os clientes de eletricidade com consumos em MAT, AT, MT e BTE está previsto que o período transitório termine em 31 de Dezembro de 2012.

As Tarifas de Acesso às Redes são definidas no Regulamento Tarifário e pretendem promover, de forma transparente, a eficiência na afetação de recursos, o equilíbrio e justiça das tarifas, sem prejuízo para o equilíbrio económico-financeiro das empresas reguladas, a qualidade do fornecimento de energia elétrica e a estabilidade da evolução tarifária. Estas tarifas são aprovadas pela ERSE, e pagas por todos os consumidores de energia elétrica, reúnem as Tarifas de Uso Global do Sistema, de Uso da Rede de Transporte e Uso da Rede de Distribuição. Ao eleger um novo Comercializador, no âmbito do Mercado Liberalizado, são devidas na mesma proporção as Tarifas de Acesso às Redes e negociadas livremente aquelas que dizem respeito ao fornecimento de Energia e Comercialização.

A tabela 3-5 apresenta a tarifa de acesso às redes em BTN a aplicar pelo comercializador de último recurso, definida pela ERSE.

TARIFA DE VENDA A CLIENTES FINAIS EM BTN (<=20,7 kVA e >2,3 kVA)		PREÇOS	
<b>Potência</b>	<b>(kVA)</b>	<b>(EUR/mês)</b>	<b>(EUR/dia)*</b>
Tarifa simples, bi-horária e tri-horária	3,45	5,33	0,1748
	4,6	6,92	0,2268
	5,75	8,50	0,2788
	6,9	10,09	0,3308
	10,35	14,85	0,4868
	13,8	19,60	0,6427
	17,25	24,36	0,7987
	20,7	29,12	0,9546
<b>Energia ativa</b>		<b>(EUR/kWh)</b>	
Tarifa simples		0,1393	
Tarifa bi-horária	Horas fora de vazío	0,1551	
	Horas de vazío	0,0833	
Tarifa tri-horária	Horas de ponta	0,1706	
	Horas de cheias	0,1442	
	Horas de vazío	0,0833	

\* RRC art. 203.º, n.º 3

Tabela 3-5 – Tarifas de acesso às redes para 2012 [7].

### 3.7.2 Tarifas e preços

O sistema tarifário e a metodologia de cálculo das tarifas, definidas no Regulamento Tarifário, devem promover de forma transparente a eficiência na afetação de recursos e a equidade e justiça das tarifas, sem esquecer a necessidade de manter o equilíbrio económico e financeiro das empresas reguladas, a qualidade do fornecimento de energia elétrica e a estabilidade da evolução tarifária. A Figura 3-47 mostra, de um modo simples, o Sistema Elétrico Nacional desde a produção até à comercialização.

A garantia da inexistência de subsídios cruzados, nas tarifas de venda a clientes finais e nas tarifas de acesso, impõe que as tarifas sejam determinadas de forma aditiva. Para que cada cliente pague na medida dos custos que causa no sistema, torna-se necessário que a tarifa que lhe é aplicada seja composta pelas tarifas por atividade que, por sua vez, são determinadas com base nos diferentes custos por atividade. As tarifas são estabelecidas por forma a proporcionar a cada atividade um montante de proveitos calculados de acordo com as fórmulas constantes no Regulamento Tarifário.

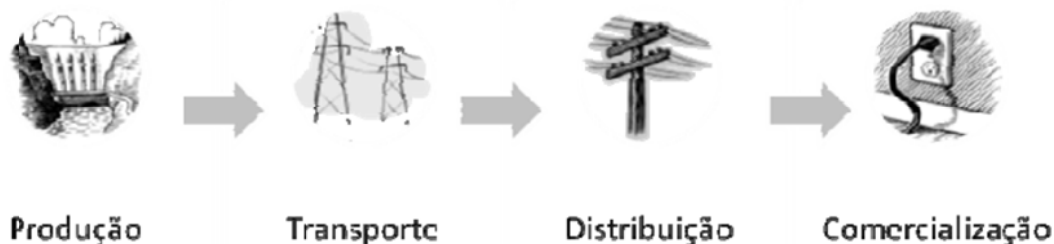


Figura 3-47 - Cadeia de valor do sector elétrico [7].

## CAPÍTULO 3 – TRABALHOS REALIZADOS COM MAIOR RELEVÂNCIA

As tarifas de acesso às redes, aprovadas pela ERSE e pagas por todos os consumidores de energia elétrica, incluem as tarifas de Uso Global do Sistema, de Uso da Rede de Transporte e de Uso da Rede de Distribuição. Os clientes que escolherem o seu comercializador mercado livre pagam as tarifas de acesso às redes e negociam livremente os preços de fornecimento de Energia e de Comercialização com o seu comercializador.

Aditividade Tarifária: Tarifas de Acesso – Figura 3-48.

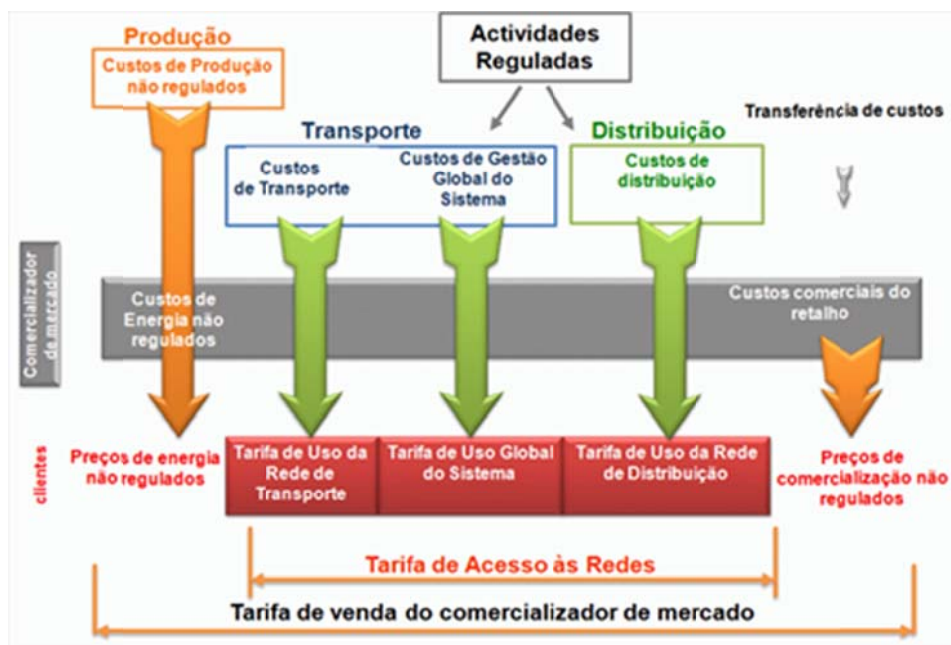


Figura 3-48 - Tarifas de acesso às redes para 2012 [7].

As tarifas de Venda a Clientes Finais aplicadas pelo Comercializador de Último Recurso aos seus clientes são calculadas, a partir das tarifas por atividade incluídas no Acesso às Redes, adicionadas das tarifas reguladas de Energia e de Comercialização. Estas tarifas reguladas são aprovadas pela ERSE.

Aditividade Tarifária: Tarifas de Venda a Clientes Finais – Figura 3-49.

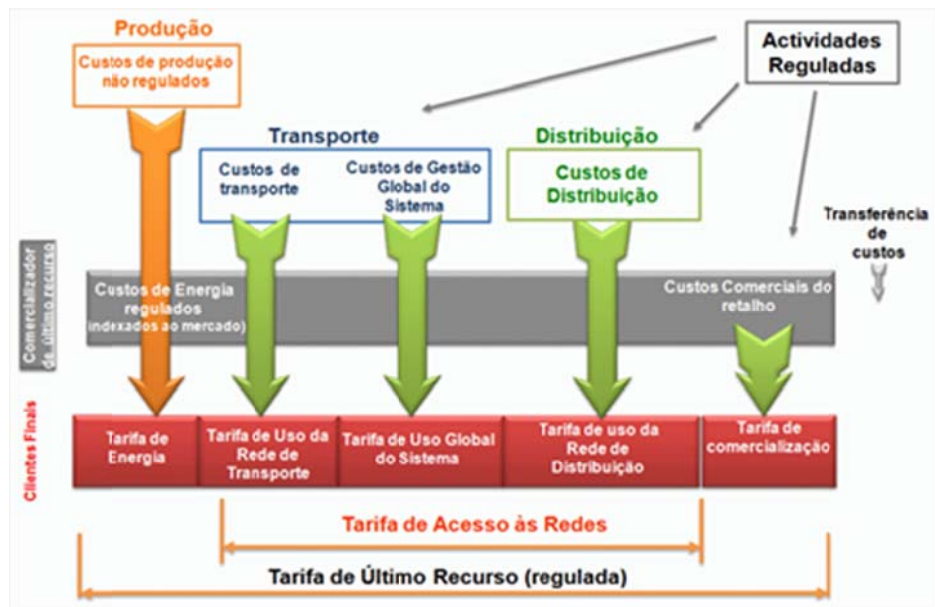


Figura 3-49 - Tarifas de acesso às redes para 2012 [7].

### 3.7.3 Grandezas a considerar para efeitos de faturação

#### ✓ POTÊNCIA TOMADA

A potência tomada é o maior valor da potência ativa média, registado em qualquer período ininterrupto de 15 minutos, durante o intervalo de tempo a que a fatura respeita.

#### ✓ POTÊNCIA CONTRATADA

A potência contratada é a potência que os operadores de rede colocam à disposição no ponto de entrega.

- A potência contratada não pode ser superior à potência requisitada;
- Salvo acordo por escrito celebrado pelas partes, a potência contratada por ponto de entrega em MT, AT ou MAT, não pode ter um valor, em kW, inferior a 50% da potência instalada, em kVA, medida pela soma das potências nominais dos transformadores relativos ao ponto de entrega;
- Sem prejuízo do disposto nos números anteriores, o valor da potência contratada nos pontos de entrega em MAT, AT, MT e BTE, é atualizado para a máxima

potência tomada, registada nos 12 meses anteriores, incluindo o mês a que a fatura respeita;

- Na mudança de fornecedor, a potência contratada a considerar no momento da mudança, corresponde ao último valor desta grandeza utilizado na faturação do uso de redes, sendo considerada, para efeitos de atualização da potência contratada, prevista no número anterior, a máxima potência tomada, registada nos 12 meses anteriores, incluindo o mês a que a fatura respeita;
- A potência contratada nos pontos de entrega em BTN é a potência aparente colocada à disposição do cliente.

### ✓ POTÊNCIA EM HORAS DE PONTA

A potência em horas de ponta ( $P_p$ ) é a potência ativa média, calculada de acordo com a expressão seguinte (3.37):

$$P_p = \frac{E_p}{H_p} \quad (3.37)$$

Onde:

$E_p$  – Energia Activa no ponto de medição, em horas de ponta, durante o intervalo de tempo a que a factura respeita (kWh);

$H_p$  – Número de horas de ponta, durante o intervalo de tempo a que a fatura respeita (h).

### ✓ ENERGIA ATIVA

A Energia Ativa é objeto de medição nos respetivos períodos horários de entrega de energia elétrica aplicáveis:

- EAP – Energia Ativa nas horas de ponta (kWh);
- EAC – Energia Ativa nas horas de cheia (kWh);
- EAV – Energia Ativa nas horas de vazio (kWh);
- EASV – Energia Ativa nas horas de supervazio (kWh).

### ✓ ENERGIA REATIVA

As alterações promovidas pela ERSE (Despacho 7253 de 26 de Abril de 2010 – ERSE) no regime de faturação da energia reativa consistem na fixação de um valor mais exigente para o limiar de faturação da energia reativa indutiva no período de fora de vazio [ $\text{tg}\varphi = 0,3$ ], na introdução de 3 escalões de preço em função da  $\text{tg}\varphi$  [ $0,3/0,4$  e  $0,5$ ], que se define pelo quociente entre a energia reativa e a energia ativa, e na fixação do período de integração diário para determinação das quantidades de energia reativa a faturar para as instalações em MAT, AT e MT em Portugal Continental, que disponham de telecontagem.

Recorde-se que de acordo com as regras que têm vigorado, a faturação de energia reativa indutiva nas horas fora de vazio ocorria somente quando vigorado, a faturação de energia reativa indutiva nas horas fora de vazio ocorria somente quando fosse ultrapassado o limiar  $\text{tg}\varphi \geq 0,4$ , considerando um período de integração igual ao período de faturação (mensal), que se manterá na faturação de energia reativa em BTE.

De forma a permitir a adaptação progressiva às novas regras de faturação da energia reativa é consagrado um período transitório, com as seguintes datas principais:

- Entrada em vigor da aplicação de fatores multiplicativos ao preço de referência nos escalões  $\text{tg}\varphi \geq 0,4$  e  $\text{tg}\varphi \geq 0,5$ , em 1 de janeiro de 2011;
- Entrada em vigor do escalão  $0,3 \leq \text{tg}\varphi < 0,4$  e período de integração diário para clientes em MAT, AT e MT em Portugal Continental, em 1 de Janeiro de 2012.

Para aferir o interesse económico da alteração do Comercializador, tornou-se então necessário desagregar todas as componentes intrínsecas ao fornecimento de energia elétrica, repartindo a energia ativa nos respetivos períodos tarifários (horas de ponta, horas de vazio, horas de cheias e horas de supervazio), tal como ilustrado nas **Tabelas 1 e 2 do Anexo XI**.

---

### 3.7.4 Perguntas frequentes

- 1) O que significa o mercado de gás natural e eletricidade estar liberalizado?

## CAPÍTULO 3 – TRABALHOS REALIZADOS COM MAIOR RELEVÂNCIA

O mercado considera-se liberalizado quando vários operadores podem concorrer livremente em preços e condições comerciais, observando as regras da concorrência, a lei geral e os regulamentos aplicáveis. O transporte e a distribuição de gás e eletricidade – enquanto monopólios naturais – permanecem atividades exercidas em regime de serviço público e em exclusivo, sendo garantido o acesso de terceiros às redes em condições de transparência e não discriminação.

### 2) Quem pode ser comercializador de gás e eletricidade?

A atividade de comercialização de gás e eletricidade está sujeita a licenciamento da Direção Geral de Energia e Geologia. A lista dos comercializadores licenciados está em [www.dgeg.pt](http://www.dgeg.pt) ou na página da ERSE, em [www.erse.pt](http://www.erse.pt).

### 3) O que tem de fazer o consumidor para mudar de fornecedor?

Depois de escolher a alternativa mais vantajosa para o seu caso, o consumidor deve contactar o novo comercializador para celebrar o contrato de fornecimento. Uma vez assinado o contrato, será o novo comercializador a tratar de todos os procedimentos necessários para a mudança.

### 4) O consumidor é obrigado a mudar de comercializador para o mercado livre?

Não. A mudança de comercializador é uma decisão do consumidor. Só a partir de 31 de Dezembro de 2015 é que será obrigado a tal, com exceção de quem beneficia da tarifa social. A partir de 1 de Janeiro de 2013, os novos contratos de gás e eletricidade já têm de ser feitos no mercado livre.

### 5) No caso de um consumidor ter estabelecido contrato com um comercializador em regime de mercado livre, pode voltar a ser abastecido pelo comercializador de último recurso?

Concluído um contrato no mercado livre, não pode voltar ao mercado regulado, exceto se passar a beneficiar da tarifa social por se encontrar numa situação de vulnerabilidade económica.

### 6) A mudança de comercializador implica qualquer alteração na potência contratada?

Não. As características técnicas da instalação não se alteram com a mudança de comercializador.

### 7) Como saber se o processo está concluído?

Após a celebração do contrato, o mesmo é submetido a uma validação pela entidade que gere o processo de mudança. Trata-se de um processo rápido que visa verificar dados técnicos e comerciais referentes ao local de fornecimento. Assim que o processo for validado, o novo fornecedor envia uma carta ao cliente a informar o dia a partir do qual o serviço fica ativo. Envia, também, as condições do contrato. Se o contrato for celebrado à distância, tem, a partir desse momento, 14 dias para cancelá-lo caso, por exemplo, encontre uma oferta ainda melhor. Se a carta do novo comercializador não aparecer, convém contactá-lo e perguntar qual a data de início de contrato. Resta confirmar a mudança nas faturas e se não houve sobreposição de datas.

## **3.8 MANUTENÇÃO DE POSTOS DE TRANSFORMAÇÃO**

---

Os Sistemas de Energia Elétrica, de que fazem parte a Produção, o Transporte e a Distribuição de eletricidade, estão interligados entre si constituindo na verdade uma só “Rede Infinita”.

Quer isto dizer que a Qualidade de Serviço, não depende só do modo como é feita a Exploração das Redes, mas também dos eventuais incidentes com origem nas Instalações Elétricas dos clientes e do modo de exploração das mesmas.

De acordo com a legislação em vigor, todos os clientes alimentados a partir de um Posto de Transformação privado, devem ter um Técnico Responsável pela Exploração das Instalações Elétricas. No capítulo 5 é apresentado em pormenor este assunto.

---

### **3.8.1 Os diferentes tipos de manutenção**

#### **Manutenção corretiva**

Trata-se de manutenção não periódica causada por falhas e erros. Trata-se da correção dos danos atuais e não dos iminentes.

#### **Manutenção preventiva**

Manutenção preventiva é uma ação planejada e sistemática de tarefas de prevenção. A ação é constante e envolve programas de inspeção, reformas, reparos, entre outros.

#### **Manutenção preditiva**

É o acompanhamento periódico dos equipamentos, baseado na análise de dados recolhidos através de monitorização ou de inspeções em campo. O objetivo principal da manutenção preditiva é a verificação pontual do funcionamento dos equipamentos, antecipando eventuais problemas que possam causar gastos maiores como a manutenção corretiva.

A manutenção preditiva é conhecida como uma técnica de manutenção com base no estado do equipamento. Outras terminologias têm surgido como ferramentas de gerência de manutenção, nomeadamente:

- RCM, Manutenção Centrada na Confiabilidade;
- TPM, Manutenção Produtiva Total;
- JIT, manutenção "Just-in-Time" – são apresentadas como substitutas à manutenção preditiva e a solução definitiva aos seus altos custos de manutenção.

A manutenção preditiva define o estado futuro do equipamento e o tempo de sua durabilidade. Têm base na medição e recolha de dados: vibração, análises de óleo, ultrassom, termografia, entre outras. Esta avaliação não é precisa.

---

### 3.8.2 Ações de manutenção

No presente capítulo definem-se as Ações de Manutenção Preventiva a levar a cabo em Postos de Transformação.

Para efeitos da aplicação prática, consideraram-se dois tipos de Postos de Transformação (PT), tabela 3-6:

AÉREOS	A ; AS ; AI
CABINAS	de alvenaria ( CB , CA ) c/ invólucro metálico ( CM ) subterrâneas ( CS )

Tabela 3-6 – Tipos de PT.

#### 3.8.2.1 Manutenção Preventiva Sistemática (MPS)

A Manutenção Preventiva Sistemática contempla a realização de 2 tipos de Ações para os Postos de Transformação, tabela 3-7:

<b>Inspeção</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Observação visual do estado da instalação</li> <li>• Termovisão sobre todas as ligações eléctricas existentes</li> <li>• Medição das resistências dos eléctrodos de terra:             <ul style="list-style-type: none"> <li>○ terra de serviço</li> <li>○ terra de protecção</li> </ul> </li> <li>• Verificação dos sistemas de protecção</li> </ul>
<b>Manutenção Integrada</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Observação visual do estado da instalação</li> <li>• Termovisão de todas as ligações eléctricas existentes</li> <li>• Medição das resistências dos eléctrodos de terra:             <ul style="list-style-type: none"> <li>○ terra de serviço</li> <li>○ terra de protecção</li> </ul> </li> <li>• Revisão (afinação, lubrificação, ensaio de funcionamento) dos dispositivos de manobra</li> <li>• Verificação e ensaios dos sistemas de protecção</li> </ul>

**Tabela 3-7 – Tipos de ações a realizar em PT's no âmbito da MPS.**

A descrição mais pormenorizada destas Ações, é a que resumidamente se apresenta.

### INSPECCÃO

Observação visual do estado das instalações e equipamentos eléctricos e identificação e registo em ficha própria das anomalias detetadas e do grau de prioridade que deve ser considerado para a sua correção.

Termovisão de todas as ligações com recurso a equipamento especial de medida de temperatura sem contacto, para deteção de eventuais pontos quentes.

Medição das resistências de terra do PT com recurso a processo expedito (Pinça para Medição de Terras sem necessidade de interrupção do circuito de terra e sem necessidade de montagem de eléctrodos auxiliares). Deve-se verificar uma vez por ano, durante os meses, de junho, julho, agosto ou setembro, as resistências de terra de todos os eléctrodos de terra. Os resultados obtidos deverão ser anotados num registo especial que possa ser consultado, em qualquer ocasião, pela fiscalização do Governo.

Verificação dos sistemas de proteção.

Os meios e Equipamentos Necessários são:

- Pinça para medição de terras, sem interrupção dos circuitos;
- Equipamento simplificado para termovisão.

### MANUTENÇÃO INTEGRADA

Termovisão de todas as ligações elétricas, limpeza geral do PT e respectivos equipamentos, revisão dos dispositivos de manobra (afinação, lubrificação, ensaios de funcionamento), medição da resistência dos elétrodos de terra.

A limpeza das instalações deverá efetuar-se com a frequência necessária para impedir a acumulação de poeiras e sujidades, especialmente sobre os isoladores e aparelhos. Quaisquer trabalhos de limpeza, conservação e reparação só poderão ser executados por pessoal especialmente encarregado e conhecedor desses serviços ou por pessoal trabalhando sob sua direção.

É importante referir que as condições ambientais que envolvem a instalação, devem ser tidas em consideração, nomeadamente as que estão mais sujeitas à agressividade, dos agentes de poluição local (ex: Salinos/Químicos/Húmidos/Poeirentos), considerando a zona de inserção e, estabelecendo também uma relação direta com o tipo de atividade desenvolvida pela unidade industrial / ou outra a que está associada.

A realização desta ação poderá ser executada com recurso ao corte de corrente.

De uma forma mais detalhada, a Ação de Manutenção Integrada contempla:

- Limpeza geral do Posto de Transformação;
- Limpeza geral do barramento MT e respectivos elementos de suporte e isolamento (PT's com barramento à vista);
- Limpeza de todos os órgãos de corte e / ou proteção;
- Limpeza dos Transformadores de Potência;

## CAPÍTULO 3 – TRABALHOS REALIZADOS COM MAIOR RELEVÂNCIA

- Limpeza do Quadro Geral de Baixa Tensão;
- Manutenção geral (afinações, lubrificações, etc.) dos órgãos de corte e respectivos comandos;
- Verificação de ligações e apertos;
- Verificação e lubrificação de dobradiças, fechaduras e fechos das portas de acesso à instalação;
- Verificação do bom estado de funcionamento da iluminação do PT, com substituição do material avariado ou danificado;
- Medição das resistências dos elétrodos de terra do PT;
- Eventual substituição da sílicagel;
- Análise físico/química do óleo do Transformador;
- Eventual reposição do nível do óleo do PT;
- Verificação e ensaios dos sistemas de proteção.

Os meios e Equipamentos Necessários são:

- Aparelho para medição da resistência dos elétrodos de terra;
- Equipamento simplificado para termovisão.

### **3.8.2.2 Periodicidade das Ações de (M P S)**

Tendo em consideração o disposto nos pontos anteriores, é da responsabilidade do Técnico Responsável pela exploração da instalação, o estabelecimento da frequência com que devem ser executadas as ações de Manutenção sobre os Postos de Transformação, podendo ser consideradas como referencial as periodicidades abaixo indicadas.

<b>ACÇÕES</b>	<b>PERIODICIDADE</b>
<b>INSPECÇÃO</b>	<b>Pelo menos 2 vezes / Ano</b> (Disposição regulamentar)
<b>MANUTENÇÃO INTEGRADA</b>	<b>Pelo menos 1 vez / Ano</b> (Pode coincidir com uma ação de Inspeção)

**Tabela 3-8 – Periodicidade das ações da MPS.**

### 3.8.2.3 Manutenção corretiva

A Manutenção corretiva consiste na resolução das anomalias detetadas no âmbito das ações de Manutenção Preventiva Sistemática, nomeadamente na Inspeção.

Essas anomalias deverão ser resolvidas em função da sua gravidade e de acordo com uma prioridade (1 – 2 – 3), que deverá ser estabelecida com base nos seguintes critérios:

1. Anomalias graves com forte probabilidade de originar, no curto prazo, uma avaria com interrupção de corrente.
2. Anomalias de média gravidade que não evoluam, no curto prazo, para uma situação de risco de avaria.
3. Anomalias menos graves que não ponham em risco a segurança das instalações e pessoas.

A título de exemplo, os prazos máximos de resolução dessas anomalias em função das prioridades indicadas, poderão ser os seguintes:

PRIORIDADES	1	2	3
PRAZOS DE RESOLUÇÃO (Dias)	IMEDIATA	≤ 30	≤ 60

Tabela 3-9 – Periodicidade das ações da MPS.

### 3.8.3 Exemplos de manutenção de PT.

Encontra-se no **anexo XIII** um exemplo dos relatórios feitos para a manutenção dos postos de transformação.

No decorrer da sua atividade profissional foram realizadas várias manutenções, das quais se passa a enunciar as principais:

- Três Postos de Transformação (PT), 2 de Cabina Alta (CA) – Figura 3-50 e um de Cabina Baixa (CB) na Herdade dos Grous – Concelho de Beja – figura 3-51;



**Figura 3-50** - PT CA n.º 1 e PT CA n.º 2 – Herd. Grous – Beja.



**Figura 3-51** - PT CB Adega – Herd. Grous – Beja.

- Um PT de CB composto por três Transformadores de 630 kVA cada, que alimenta o largo da feira de S-º Iria - Faro – Figura 3-52:



**Figura 3-52** - PT CB Largo da Feira de Santa Iria - Faro.

## CAPÍTULO 3 – TRABALHOS REALIZADOS COM MAIOR RELEVÂNCIA

Apresentam-se de seguida alguns exemplos de falta de manutenção nos postos de transformação, tal situação põe em causa a segurança das pessoas e bens assim como o normal fornecimento de energia, Figuras 3-53 a 3-54:



**Figura 3-53 – Fotos tiradas antes de uma manutenção no Posto de transformação do Largo da Feira de Santa Iria**

- Um PT de CB de 315 kVA, que alimenta as instalações do parque petrolífero da Petrogal em Faro – Figuras 3-54:



**Figura 3-54 - PT CB Petrogal - Faro.**

- Postos de transformação em todo o Algarve pertencentes ao IPTM - Instituto Portuário e dos Transportes Marítimos, dos quais: PTC VRS 4 JAPSA II (Vila Real de Santo António); PTC OLH 159 I.P. do Sul (Olhão); PTC OLH 160 I.P. do Sul (Olhão); PTC LGA 129 I.P. do Sul (Lagoa); PTC PTM 143 Cais Turismo (Portimão); PTC LGS 193 Doca Pesca (Lagos); PTC VBP 103 I.P. do Sul (Vila do Bispo).
- Postos de Transformação Hotel Vila Vita - Lagoa.

### 3.9 LEGISLAÇÃO APLICÁVEL

---

Na elaboração dos projetos de licenciamento e execução, assim como de todos os trabalhos implementados e anteriormente referidos ter-se-á em consideração a seguinte legislação:

- Regulamento de Segurança de Subestações e Postos de Transformação e de Seccionamento (RSSPTS);
- Normas Portuguesas (NP) aplicáveis;
- Recomendações técnicas da CEI e demais regulamentação aplicável;
- Normas Europeias (EN) aplicáveis;
- Recomendações e Documentos Normativos da EDP Distribuição – Energia, S.A., nomeadamente o que diz respeito a:
  - DIT- C 14 - 100 / N (Ligação de Clientes de Baixa Tensão – Soluções Técnicas Normalizadas);
  - Regras Técnicas das Instalações Elétricas de Baixa Tensão (RTIEBT).

Salienta-se no **anexo XXV** a Legislação tida em consideração nos diversos trabalhos na Área de Energia, com uma breve explicação do seu objeto de aplicação e respetivas alterações/revogações.

---

**4. PRINCIPAIS RELATÓRIOS ELABORADOS NO DECORRER  
DAS FUNÇÕES DESEMPENHADAS**

---

Neste capítulo pretende-se abordar os vários regimes de terra, análise técnica de um relatório obtido num analisador de rede e uma análise termográfica de uma instalação em avaria. No decorrer do desempenho das minhas funções foram elaborados alguns relatórios dos quais se indicam os mais importantes.

---

## 4.1 ALTERAÇÃO DO REGIME DE TERRA DO PT2 (E) DO AEROPORTO DE FARO

---

No âmbito do Plano de Desenvolvimento do Aeroporto de Faro, estava prevista a realização de duas empreitadas em simultâneo: “A Remodelação da Rede de Média Tensão” e a “Ampliação e Remodelação da Aerogare”, em que ambas contemplavam alterações nas infraestruturas elétricas da Aerogare.

Durante a execução da empreitada da “Remodelação da Rede de Média Tensão”, e visto que a empreitada da “Ampliação e Remodelação da Aerogare” foi entretanto suspensa, verificou-se que existiam incompatibilidades técnicas ao nível da segurança e operação, nos sistemas de terras nos quadros elétricos existentes, provenientes do Posto de Transformação 2 existente.

Foram identificados alguns quadros elétricos, com origem no PT2 (E) em que o regime de terras era TN-C-S, enquanto o regime de terras implementado nas novas infraestruturas foi o TN-S.

Assim, o relatório técnico do **anexo XIV** visa a implementação das correções necessárias para a resolução deste problema.

---

### 4.1.1 Os vários tipos de ligação à terra

Na instalação elétrica de utilização podem existir um dos três tipos de sistemas de distribuição, nomeadamente:

- Sistema TN;
- Sistema TT;
- Sistema IT.

### Sistema TN

O esquema TN tem um ponto ligado diretamente à terra, sendo as massas da instalação ligadas a esse ponto por meio de condutores de proteção. De acordo com a disposição do condutor neutro e do condutor de proteção, consideram-se os três tipos de esquemas TN seguintes:

- a) Esquema TN-S - onde um condutor de proteção (distinto do condutor neutro) é utilizado na totalidade do esquema – **Figura 1 do anexo XVI**;
- b) Esquema TN-C-S - onde as funções de neutro e de proteção estão combinadas num único condutor numa parte do esquema - **Figura 2 do anexo XVI**;
- c) Esquema TN-C - onde as funções de neutro e de proteção estão combinadas num único condutor na totalidade do esquema - **Figura 3 do anexo XVI**.

Num esquema TN, qualquer corrente de defeito franco fase-massa origina uma corrente de curto-circuito. Neste esquema, a malha de defeito é constituída exclusivamente por elementos ligados galvanicamente entre si, visto que esta é formada por condutores ativos e por condutores de proteção. Um ponto da alimentação, em regra o neutro, é ligado diretamente à terra e as massas da instalação são ligadas a esse ponto por meio de condutores de proteção.

### Sistema TT

O esquema TT tem um ponto da alimentação ligado diretamente à terra, sendo as massas da instalação elétrica ligadas a elétrodos de terra eletricamente distintos do elétrodo de terra da alimentação - **Figura 4 do anexo XVI**.

Num esquema TT, a corrente de defeito fase-massa tem uma intensidade inferior à de uma corrente de curto-circuito, podendo, no entanto, ser suficiente para provocar o aparecimento de tensões perigosas. A malha de defeito inclui, em regra, a terra em parte do seu percurso, o que não excluiu a possibilidade de ligações elétricas, voluntárias ou de facto, entre o elétrodo de terra das massas da instalação e o da alimentação.

Um ponto da alimentação, em regra o neutro, é ligado diretamente à terra, sendo as massas ligadas a elétrodos de terra distintos do da alimentação.

Mesmo que os elétrodos de terra do neutro e das massas se encontrem confundidos, o esquema permanece TT se não forem cumpridas todas as regras do esquema TN. Neste caso, não se devem ter em conta as influências mútuas entre os elétrodos de terra para a determinação das condições de proteção.

Estas condições encontram-se, por exemplo, nos edifícios em que a instalação elétrica é alimentada a partir de postos de transformação estabelecidos no seu interior. Neste caso, não há distinção entre os elétrodos de terra e não foi tomada qualquer medida especial para reduzir a impedância da malha de defeito. Nestes edifícios, nomeadamente se forem de grande altura, as condições impostas para o esquema TN são suscetíveis de não serem respeitadas para os circuitos terminais, situados nas partes do edifício afastadas do posto de transformação.

#### Sistema IT

No esquema IT, todas as partes ativas estão isoladas da terra ou um ponto destas está ligado à terra por meio de uma impedância, sendo as massas da instalação elétrica ligadas à terra - **Figura 5 do anexo XVI**.

Num esquema IT, a corrente resultante de um único defeito fase-massa tem uma intensidade suficientemente pequena para não originar o aparecimento de qualquer tensão de contacto perigosa (1º defeito). A corrente do primeiro defeito fecha-se pelas capacidades de fuga da instalação e, eventualmente, pela impedância inserida entre um ponto da alimentação, em regra o neutro, e a terra. A limitação da corrente é conseguida pela ausência de uma ligação à terra da alimentação ou pelo valor da impedância inserida entre o neutro e a terra.

---

#### **4.1.2 Justificação técnica das opções tomadas**

O esquema do sistema de ligações à terra (ou regime de neutro) caracteriza:

- O modo de ligação à terra de um dos pontos de alimentação (em geral o neutro);
- A forma de colocação à terra das massas das utilizações;

## CAPÍTULO 4 – PRINCIPAIS RELATÓRIOS ELABORADOS NO DECORRER DAS FUNÇÕES DESEMPENHADAS

- A escolha destas ligações condiciona as medidas de proteção de pessoas contra os contactos indiretos;
- Em critérios de segurança de pessoas, os três sistemas são equivalentes se todas as regras de instalação forem respeitadas;
- São os imperativos de continuidade de serviço e de condições de exploração que determinam a ou as escolhas dos sistemas de ligação à terra (ou regimes de neutro).

O regime de terra adotado no Aeroporto de Faro é TN-C-S, no entanto por questões de exploração, optou-se por adaptar o PT2 para TN-S – Figura 4-1:

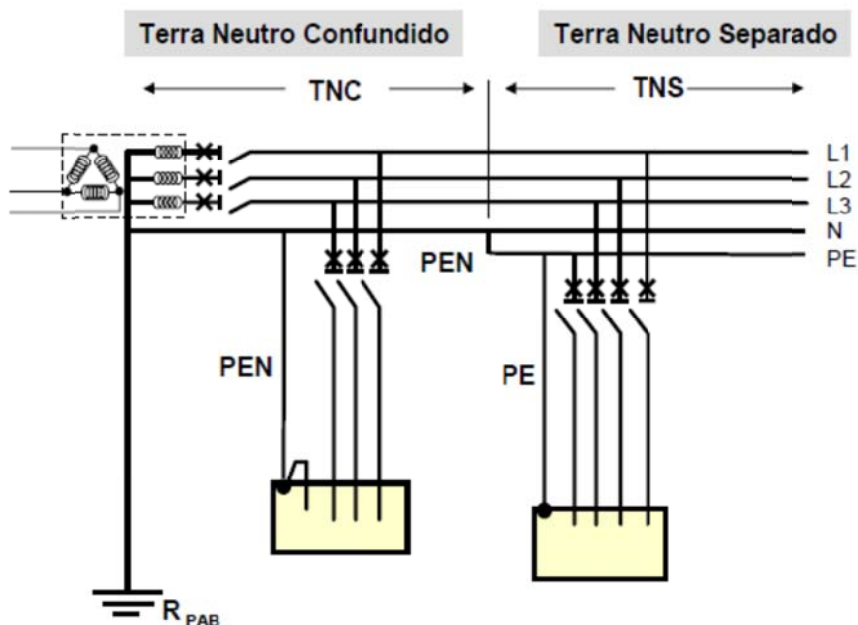


Figura 4-1 – Regime de Terra [1].

A proteção é assegurada pelo DPCC (Dispositivo de Proteção de Curto-Circuito) mas não evita que se tenha que fazer sempre a verificação da impedância do anel de defeito. Para que a proteção seja efetivamente assegurada  $I_{rm} < I_d$ . O cabo situado a jusante do último DPCC, deverá ter sempre um comprimento inferior a (4.1), consultar as **Tabelas 1 e 2 do anexo XV**.

$$L_{m\acute{a}x} < \frac{0,8 \times U_0 \times S_f}{\rho \times (1 + m) \times I_{rm}} \quad (4.1)$$

$L_{m\acute{a}x}$  - comprimento máximo em m;

## CAPÍTULO 4 – PRINCIPAIS RELATÓRIOS ELABORADOS NO DECORRER DAS FUNÇÕES DESEMPENHADAS

$U_0$  - tensão simples = 230 V para uma rede de 400V;

$S_f$  - secção do condutor de fase em  $\text{mm}^2$ ;

P - resistividade dos condutores;

M -  $S_f / S_{PE}$ ;

$I_{rm}$  - regulação magnética do DPCCS;

$I_d$  – Corrente de defeito.

Se o local for de risco de incêndio, é aconselhado o uso de um Dispositivo Diferencial Residual (DDR) de 300 mA.

Pelo que foi exposto anteriormente foi indicado no relatório que deveriam ser realizados todos os trabalhos necessários para garantir a separação dos condutores de terra e de neutro, dentro de todos os quadros elétricos abrangidos por este estudo.

Conclui-se assim que, para fazer a alteração do regime de terra de TN-C-S para TN-S, respeitando todas as regras técnicas ao nível da segurança e da operação, é necessário fazer as alterações indicadas no relatório em **Anexo XIV**.

## 4.2 ANÁLISE TÉCNICA DOS DADOS OBTIDOS NO ANALISADOR DE REDE - NEWREST

A crescente percepção e mediatização dos problemas da qualidade da energia elétrica (QEE) e o seu potencial impacto na competitividade das Empresas, exige um maior esclarecimento de todas as partes com responsabilidades no sector elétrico, desde o produtor até ao utilizador final, passando pelo operador de rede, fabricantes de equipamento, bem como pelas entidades governamentais e de regulação.

A energia fornecida por um sistema elétrico tem qualidade quando garante o funcionamento do equipamento elétrico, sem que se verifiquem alterações de desempenho significativas.

No seguimento do contacto da empresa Newrest - Serviços de Catering, foi montado um analisador de redes PQA 824 da HT, conforme apresentado na Figura 4-2:



Figura 4-2 – Analisador de redes PQA 824 da HT e Técnico a utilizar o equipamento.

O analisador de rede foi montado nos cabos de alimentação do QGBT, nas instalações acima mencionadas entre os dias 4 e 12 de Agosto de 2010, onde foram verificados os dados que constam do relatório em **anexo XVII**.

### 4.2.1 Valores limite para os dados analisados

#### Tensão Simples

## CAPÍTULO 4 – PRINCIPAIS RELATÓRIOS ELABORADOS NO DECORRER DAS FUNÇÕES DESEMPENHADAS

De acordo com NP EN 50160 os valores de tensão simples, devem situar-se na gama de  $U_n \pm 10\%$  [253 <-> 207] V.

### Tensão Composta

De acordo com NP EN 50160 os valores de tensão composta, devem situam-se na gama de  $U_c \pm 10\%$  [440 <-> 360] V.

### Frequência

De acordo com NP EN 50160 os valores da frequência devem ser iguais a 50Hz.

---

#### 4.2.2 Tipos de perturbações na QEE

- Interrupções (curtas ou longas)
- Cavas de tensão
- Sobretensão momentânea
- Tensões harmónicas
- Ruído (interferência eletromagnética)
- Inter-harmónicos
- Tremulação (*flicker*);
- Micro-cortes
- Sobretensões transitórias;
- Desequilíbrio da tensão trifásica;
- Oscilações da frequência

---

#### 4.2.3 Conclusões do relatório

Pode-se concluir que:

- A bateria de correção de fator de potência apresentava problemas de funcionamento, conforme indicado no relatório do **anexo XVII**;
- A instalação tem consumos consideravelmente baixos, considerando o transformador de 630 kVA instalado.

---

### 4.3 ANÁLISE TERMOGRÁFICA DO POSTO DE TRANSFORMAÇÃO DO PÃO DE AÇÚCAR - OLHÃO

---

O presente capítulo tem por objetivo esclarecer alguns conceitos básicos sobre termografia, bem como servir de complemento aos relatórios elaborados.

A importância da temperatura é enorme, sendo uma das medições mais realizadas diariamente. A todo o instante e para inúmeros fins preocupamo-nos com a temperatura.

A evolução dos equipamentos de aquisição de imagens termográficas vem colocando a termografia como elemento de manutenção preventiva em destaque na área industrial.

Apesar de ser cada vez mais utilizado para leituras em equipamentos elétricos apresentam-se outras aplicações:

- Pesquisa e desenvolvimento;
- Medicina e Veterinária;
- Controle de qualidade e monitorização de processo;
- Testes não destrutivos;
- Construção civil, além de outras.

---

#### 4.3.1 Principal teoria envolvida

Uma vez que a termografia é utilizada em sistemas elétricos para analisar a distribuição térmica e medir temperaturas de equipamentos e conexões através da detecção da radiação infravermelha, é importante a revisão dos conceitos de calor, temperatura e dos modos de transferência de calor. Uma atenção especial é dada à teoria da radiação.

##### 4.3.1.1 *Calor*

Calor é a transferência de energia de uma região para outra como resultado de uma diferença de temperatura entre elas. Essa energia origina-se da agitação das moléculas das quais a matéria é constituída e sua transferência se processa da região mais quente

para a mais fria. O calor é, portanto, um fenômeno transitório que cessa quando não existe mais diferença de temperatura.

#### **4.3.1.2 Temperatura**

Se dois objetos estão em equilíbrio térmico com um terceiro objeto, então eles estão em equilíbrio térmico um com o outro. Em consequência disso, existe um certo atributo ou propriedade de estado que descreve os estados termodinâmicos dos objetos que estão em equilíbrio térmico um com o outro, e isto é denominado de temperatura, (Chrzanowski, 2001).

#### **4.3.1.3 Modos de Transferência de Calor**

Existem três modos de transferência de calor: condução, convecção e radiação. Todos os processos de transferência de calor ocorrem através de um ou mais desses três modos. A termografia infravermelha é baseada na medição do fluxo de calor por radiação e está, portanto muito relacionada ao modo de transferência de calor por radiação.

##### **4.3.1.3.1 Condução**

A condução pode ser definida como o processo pelo qual a energia é transferida de uma região de alta temperatura para outra de temperatura mais baixa dentro de um meio (sólido, líquido ou gasoso) ou entre meios diferentes em contato direto. Este mecanismo pode ser visualizado como a transferência de energia de partículas mais energéticas para partículas menos energéticas de uma substância devido a interações entre elas. A fonte de calor excita diretamente as partículas que transferem parte das suas energias a partículas vizinhas e essas, por sua vez, transferem a outras partículas. A intensidade do fluxo depende da condutividade térmica do material, sendo que, os metais têm alta condutividade térmica e os isoladores têm baixa condutividade térmica.

A quantidade de calor por unidade de tempo através de uma chapa plana é representada pela Figura 4-3 e expressa pela lei de Fourier na Equação 4.

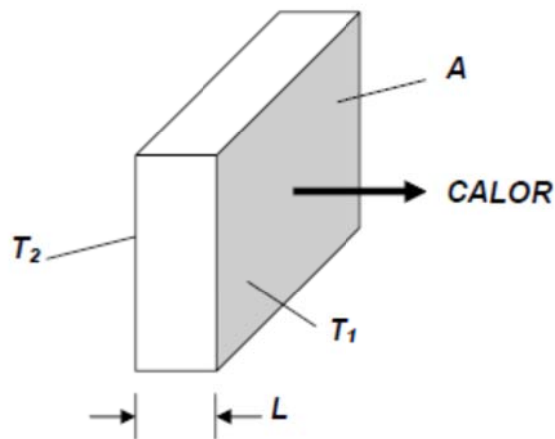


Figura 4-3 – Chapa plana com a seta indicando a direção do fluxo de calor.

$$\frac{Q}{\Delta t} < \frac{k \times A(T_2 - T_1)}{L} \quad (4.2)$$

Na qual:

$Q/\Delta t$  [ $J.s^{-1}$ ] é o fluxo de calor por condução;

$k$  [ $J.s^{-1}.m^{-1}.K^{-1}$ ] é o coeficiente de condutividade térmica do material;

$A$  [ $m^2$ ] é área da seção através da qual o calor flui por condução, medida perpendicularmente à direção do fluxo;

$T_2 - T_1$  [ $K$ ] é o gradiente de temperatura na seção;

$L$  [ $m$ ] é a espessura da seção.

O fator de proporcionalidade  $k$  (condutividade térmica) que surge da equação de Fourier é uma propriedade de cada material e exprime a maior ou menor facilidade que um material apresenta à condução de calor. Os valores numéricos de  $k$  variam em extensa faixa dependendo da constituição química, estado físico e temperatura dos materiais. Quando o valor de  $k$  é elevado o material é considerado condutor térmico e, caso contrário, isolante térmico. Em alguns materiais como o alumínio e o cobre, o  $k$  varia muito pouco com a temperatura, porém em outros, como alguns aços, o  $k$  varia significativamente com a temperatura. Nestes casos, adota-se, como solução de engenharia, um valor médio de  $k$  num dado intervalo de temperatura.

## CAPÍTULO 4 – PRINCIPAIS RELATÓRIOS ELABORADOS NO DECORRER DAS FUNÇÕES DESEMPENHADAS

A variação, para alguns materiais, da condutividade térmica com a temperatura é mostrada na Figura 4-4:

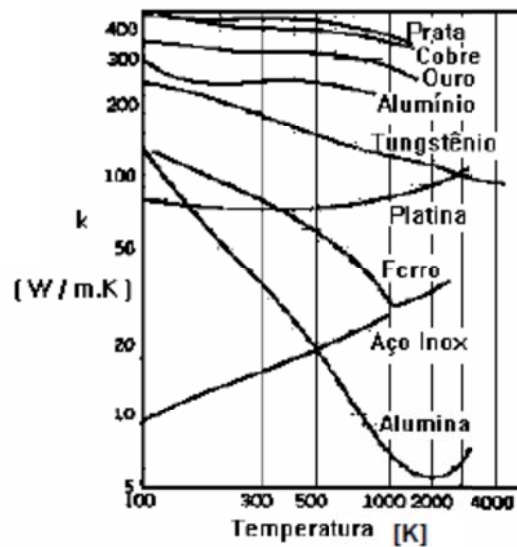


Figura 4-4 - Variação da condutividade térmica com a temperatura [14].

A figura 4-5 apresenta um exemplo de transferência de calor por condução, na qual um seccionador com alta resistência de contato tem um aumento de temperatura no ponto T1 (onde ocorre a falha) e o calor se dissipa para áreas de menor temperatura T2.

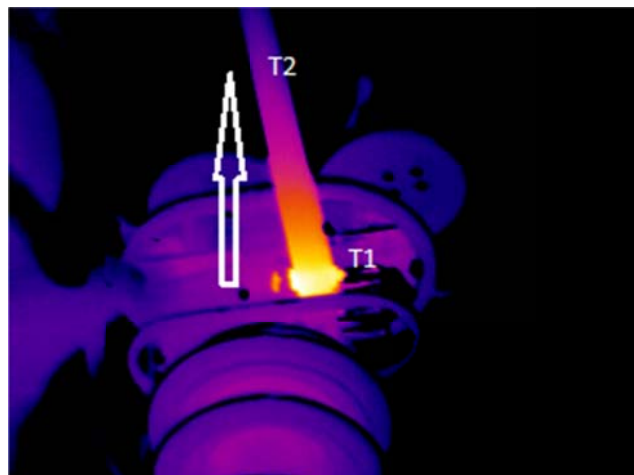


Figura 4-5 – Transferência de calor por condução de um seccionador. A seta indica a direção do fluxo de calor, do ponto de mais alta temperatura T1, para áreas de menor temperatura T2.

### 4.3.1.3.2 Convecção

A convecção pode ser definida como o processo pelo qual a energia é transferida das porções quentes para as porções frias de um fluido através da ação combinada de: condução de calor, armazenamento de energia e movimento de mistura.

## CAPÍTULO 4 – PRINCIPAIS RELATÓRIOS ELABORADOS NO DECORRER DAS FUNÇÕES DESEMPENHADAS

O óleo de transformadores e a água de sistemas de refrigeração são exemplos de fluidos que produzem arrefecimento convectivo. O ar, forçado ou não, que sopra os equipamentos de uma subestação é outro exemplo de fluido que pode afetar drasticamente a temperatura desses equipamentos.

O calor transferido por convecção, na unidade de tempo, entre uma superfície e um fluido não possui uma equação simples, mas uma aproximação pode ser conseguida através da relação proposta por Isaac Newton:

$$\frac{Q}{\Delta t} < k \times A(T_1 - T_2) \quad (4.3)$$

Na qual,

$Q/\Delta t$  [ $J.s^{-1}$ ] é o fluxo de calor transferido por convecção;

$h$  [ $J.s^{-1}.m^{-1}.K^{-1}$ ] é o coeficiente de transferência de calor por convecção;

$A$  [ $m^2$ ] é área de transferência de calor;

$T_1 - T_2$  [K] é a diferença de temperatura entre a superfície e o fluido.

O coeficiente de transferência de calor por convecção  $h$  é dependente de vários fatores como: a orientação da superfície, tipo de fluido, velocidade do fluido e tipo de superfície.

A Figura 4-6 mostra a imagem térmica (termograma) de um Transformador de Potencial (TP) e a visualização do seu nível de óleo, exemplo de um meio onde ocorre a transferência de calor por convecção.

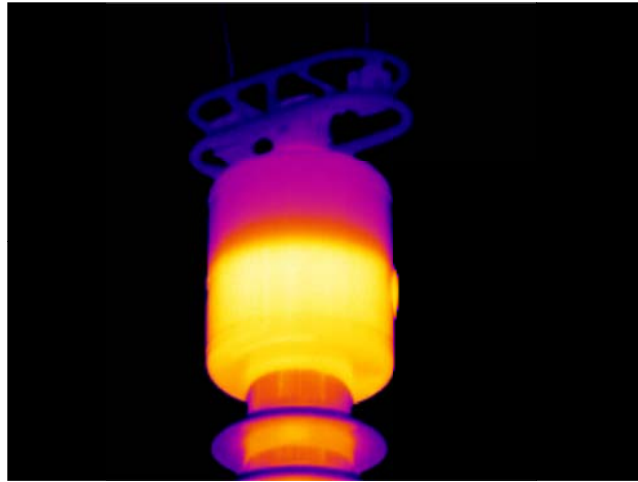


Figura 4-6 – Termograma de um Transformador de Potencial e a visualização do nível de óleo.

#### 4.3.1.3.3 Radiação

A radiação pode ser definida como o processo pelo qual o calor é transferido de uma superfície de alta temperatura para uma superfície de temperatura mais baixa quando tais superfícies estão separadas no espaço, ainda que exista vácuo entre elas. A energia assim transferida é chamada radiação térmica e é feita sob a forma de ondas eletromagnéticas que viajam na velocidade da luz.

A transferência de calor por radiação é fundamento para a medição de temperatura através da termografia infravermelha, que deteta a radiação proveniente do objeto sob inspeção, mais especificamente a radiação infravermelha.

##### 4.3.1.3.3.1 Radiação Infravermelha

Todos os objetos acima do zero absoluto (0 K ou  $-273,16^{\circ}$  C) emitem radiação térmica devido à agitação térmica de átomos e moléculas dos quais são constituídos. Quanto maior é essa agitação, mais quente se encontra o objeto e mais radiação ele emite.

A radiação térmica pode ser emitida nas faixas de ultravioleta, visível, infravermelho e até na faixa de microondas do espectro eletromagnético. Entretanto, para temperaturas típicas encontradas na Terra, a maior parte da radiação térmica é emitida dentro da faixa dos infravermelhos. Assim sendo, as câmaras infravermelhas são fabricadas com detetores que respondem a essa faixa do espectro.

## CAPÍTULO 4 – PRINCIPAIS RELATÓRIOS ELABORADOS NO DECORRER DAS FUNÇÕES DESEMPENHADAS

Uma câmara infravermelha não mede a temperatura mas sim calcula-a. Isto é feito com base na radiação emitida por corpos e informações fornecidas ao equipamento visando compensar certos pontos que podem afetar os valores, em especial a emissividade.

Assim é muito importante uma consideração correta do objetivo que nos leva a efetuar uma termografia. A análise não adequada de termogramas pode causar erros que colocam em risco a integridade das instalações.

A câmara infravermelha deteta a radiação infravermelha emitida pelo objeto inspecionado, que é invisível ao olho humano, e a transforma-a em imagens térmicas visíveis, com a possibilidade de convertê-la em leituras de temperatura.

Dentro do espectro eletromagnético, Figura 4-7, a radiação infravermelha está localizada entre a região de radiação visível e a região de radiação de microondas. Essas regiões são divididas arbitrariamente, dependendo dos métodos utilizados para produção e detecção da radiação.



Figura 4-7 – Espectro eletromagnético

A radiação Infravermelha assim como as radiações das diferentes regiões do espectro eletromagnético, basicamente obedecem às mesmas leis: propagam-se em linha reta, refletem, refratam, são absorvidas, interferem, apresentam espalhamento de feixe, podem ser enfocadas e viajam, no vácuo, a uma velocidade de aproximadamente  $3 \times 10^8$  m/s.

### 4.3.2 Termogramas ou imagens térmicas

O registo obtido através da câmara infravermelha é chamada de termograma ou imagem térmica.

## CAPÍTULO 4 – PRINCIPAIS RELATÓRIOS ELABORADOS NO DECORRER DAS FUNÇÕES DESEMPENHADAS

Os termogramas normalmente estão acompanhados de imagens convencionais obtidas por meio de máquinas digitais que visam facilitar o entendimento e localização dos pontos analisados.

Para definir a necessidade de uma intervenção e a sua urgência é preciso estabelecer critérios mínimos que sirvam de fundamento para tal conclusão, o risco é então classificado considerando-se a gravidade e a abrangência da possível falha, tabela 4-1.

### CLASSIFICAÇÃO DOS RISCOS

CRITICIDADE		INTERVENÇÃO DA MANUTENÇÃO	PRAZO
Nível	Classificação		
Baixo	I	Rotina de manutenção	Durante manutenção de rotina
Médio	II	Intermediária	30 dias
Alto	III	Urgência	15 dias
Crítico	IV	Emergencial	Reparar imediatamente

Tabela 4-1 – Classificação dos riscos de uma intervenção em função do nível de criticidade da mesma.

### 4.3.3 Máxima temperatura admissível (MTA)

Saber qual a máxima temperatura admissível (MTA) para um determinado componente é condição essencial, porém nem sempre os fabricantes disponibilizam tal informação.

Apresenta-se na tabela 4-2 a MTA fornecida por alguns fabricantes.

	°C
Fios isolados (dependendo da classe de isolamento)	70 a 110
Régua de bornes	70
Conectores de alta tensão (>500V)	90
Cabos isolados 15KV	70
Conexões mediante parafuso	90

## CAPÍTULO 4 – PRINCIPAIS RELATÓRIOS ELABORADOS NO DECORRER DAS FUNÇÕES DESEMPENHADAS

Conexões e barramentos de baixa tensão	90
Conexões de linhas de transmissão aérea	70
Conexões recobertas de prata ou níquel	90
Fusíveis (corpo)	100
Transformadores a óleo, ponto mais quente (núcleo)	80
Transformadores a óleo (óleo)	65
Transformadores Secos classe de isolamento 105	65
Transformadores Secos classe de isolamento 130	90
Transformadores Secos classe de isolamento 155	115
Transformadores Secos classe de isolamento 180	140

**Tabela 4-2 – Máxima temperatura admissível (MTA) para um determinado componente.**

### **CABOS ELÉTRICOS**

A vida de um cabo é prevista para 20 anos considerando que a sua utilização em temperaturas superiores à máxima temperatura para serviço contínuo. Por cada 5 graus acima admite-se que cai pela metade a vida útil prevista, tabela 4-3.

Isolamento	PVC	EPR	XLPE
Temperatura em serviço contínuo °C	70	100	160
Temperatura em sobrecarga °C	90	130	250
Temperatura em curto-circuito °C	90	130	250

**Tabela 4-3 – Temperaturas admissíveis em cabos com diferentes tipos de isolamento.**

### **FUSÍVEIS**

A maioria atinge o ponto de fusão próximo a 230°C. Para a  $I_n$  admissível o elo trabalha com temperatura em torno de 100°C.

#### 4.3.4 Anomalias Térmicas

Considera-se anomalias térmicas as ocorrências, simultâneas ou não, das seguintes condições:

- Temperatura medida superior à máxima temperatura admissível para um determinado componente ou equipamento;
- Qualquer componente com aquecimento superior à 25°C em relação ao ambiente, exceto resistência de aquecimento, alguns núcleos de bobina, lâmpadas acesas e algumas resistências;
- Qualquer equipamento elétrico que embora não atinja o aquecimento de 25°C em relação ao ambiente, está com temperatura superior a outro equipamento idêntico, nas mesmas condições de carga e trabalho;
- Equipamentos que, embora não possam ser visualizados diretamente pela câmara termográfica, despertem suspeitas devido ao aquecimento periférico, seja nos condutores a eles conectados, ou através de altas emissões de infravermelho em obstáculos, proteções mecânicas ou anteparos, como por exemplo a tampa de um painel elétrico.

#### 4.3.5 Exemplo de um trabalho desenvolvido

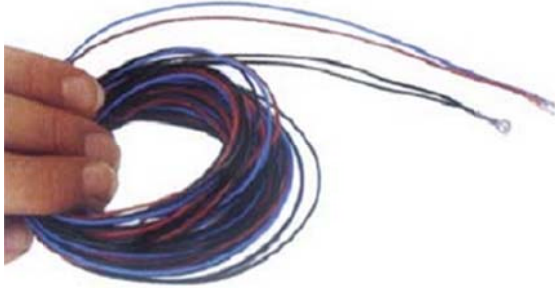
O supermercado Pão de Açúcar de Olhão tem instalado um transformador MT/BT TRIHAL, seco encapsulado de 630 kVA. O mesmo tem o neutro acessível em Baixa Tensão e refrigeração natural, encapsulado em resina epoxy (dielétrico seco) modelo TRIHAL da France Transfo.

O transformador tem as bobinas encapsuladas e moldadas em vazio numa resina epoxy com carga ativa composta por alumina trihidratada, conseguindo-se assim um encapsulado ignífugo auto extingüível.

#### DISPOSITIVO TÉRMICO DE PROTEÇÃO

## CAPÍTULO 4 – PRINCIPAIS RELATÓRIOS ELABORADOS NO DECORRER DAS FUNÇÕES DESEMPENHADAS

A proteção contra aquecimento prejudicial será assegurado por controlo de temperatura dos enrolamentos constituída por:



Duas sondas PTC – Figura 4-8, termistâncias com coeficiente de temperatura positiva, montadas em série em cada enrolamento. Uma sonda será para o alarme, regulável entre 1 e 150 °C. A outra sonda será de disparo, regulável entre 2 e 160 °C.

Figura 4-8 – Sondas PTC.



Um conversor eletrónico Z – Figura 4-9 é constituído por dois circuitos de medida independentes. Cada um dos circuitos controla a variação da resistência das sondas PTC.

Figura 4-9 – Conversor eletrónico Z.

No dia 12 de agosto de 2012 houve um disparo ordenado pela segunda sonda do transformador, abrindo o interruptor da cela tipo QM.

Após algumas tentativas de rearmar a cela, fui chamado ao local para verificar a causa de tal defeito.

Optou-se em primeiro lugar por analisar o que estava a fazer disparar o interruptor de média e verificou-se que a segunda sonda estava regulada para uma temperatura máxima de 95 °C, tal situação provocava a abertura do interruptor.

Para se verificar a impressão termográfica do transformador, efetuou-se uma leitura termográfica com a termográfica FLIR i50, Figura 4-10.

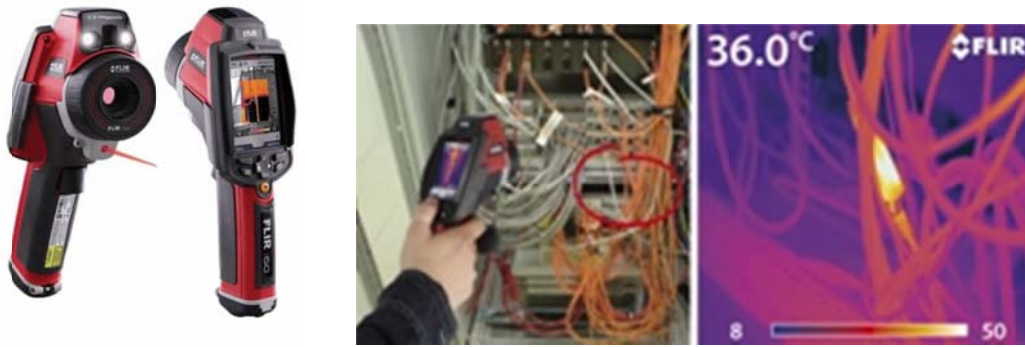


Figura 4-10 - Termográfica FLIR i50 e imagens da medição realizada.

As imagens recolhidas assim como o respetivo relatório encontra-se no **Anexo XVIII**, onde se verificou que a temperatura no núcleo do transformador era superior à temperatura definida na sonda.

Assim, pode-se concluir que:

- O local onde se encontram instalados os equipamentos, necessita de uma melhor ventilação;
- Os equipamentos apresentam falta de manutenção;
- Aconselha-se a verificação/dimensionamento da cablagem e aparelhos de proteção para a alimentação do quadro de AVAC.

#### *4.3.5.1 Exemplo de ventilação do PT*

### **VENTILAÇÃO NATURAL**

No caso geral de refrigeração natural, a ventilação do local ou do invólucro tem como objetivo dissipar, por convecção natural, o calor produzido pelas perdas totais do transformador em funcionamento.

Uma circulação de ar restrita ocasionará uma redução da potência disponível do transformador conforme se pode verificar na Figura 4-11.

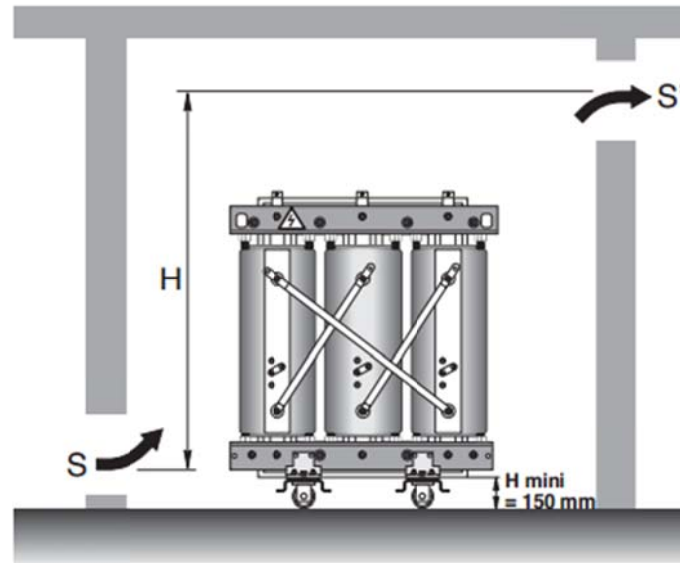


Figura 4-11 – Ventilação natural [13].

Uma apropriada ventilação consegue-se com uma abertura de entrada de ar fresco de seção  $S$  na parte inferior do local e uma abertura de saída de ar  $S'$  situado na parte superior, na parede oposta e a uma altura  $H$  do furo de entrada (4.4).

$$S = \frac{0,18 \times P}{\sqrt{H}} \quad e \quad S' = 1,10 \times S \quad (4.4)$$

Onde:

$P$  - soma das perdas em vazio e as perdas devido a carga do transformador, expressas em kW a 120 °C, assim como as perdas emitidas por todos os equipamentos presentes no local;

$S$  - superfície da abertura de entrada de ar (levando-se em conta uma possível tela) expressa em  $m^2$ ;

$S'$  - superfície da abertura de saída de ar (levando-se em conta uma possível tela) expressa em  $m^2$ ;

$H$  - altura entre as duas aberturas expressas em m.

Esta fórmula (4.4) é válida para uma temperatura ambiente média anual de 20 °C e uma altitude máxima de 1000 m.

Exemplo:

Um único transformador encapsulado 1000 kVA,  $P_o = 2300$  W,  $P_{cc}$  a  $120^\circ\text{C} = 11000$  W, ou seja  $P = 13,3$  kW.

Se o entre eixo das grelhas é igual a 2 metros, então  $S = 1,7$  m<sup>2</sup> de superfície útil necessária.

Imaginemos uma rede de arame que esteja a obstruir a 30% a entrada de ar, então a superfície com rede de arame de entrada de ar deverá então ser de  $1,5$  m  $\times$   $1,5$  m, a da saída de ar deverá ser de  $1,5$  m  $\times$   $1,6$  m.

### **VENTILAÇÃO FORÇADA**

A ventilação forçada num PT é necessária no caso de um local fechado, ou mal ventilado, ou ainda com uma temperatura média anual superior a  $20^\circ\text{C}$ , ou no caso de sobrecargas frequentes do transformador – Figura 4-12.

Para não prejudicar a ventilação natural do local, um exaustor deve ser instalado na abertura de saída necessária na parte superior e deve ser comandado por um termostato.

Mínimo aconselhado (m<sup>3</sup>/s) a  $20^\circ\text{C} = 0,10$  P.

Em que:

P - total de perdas a serem retiradas, em kW, emitidas por todos os equipamentos instalados, funcionando a plena carga.

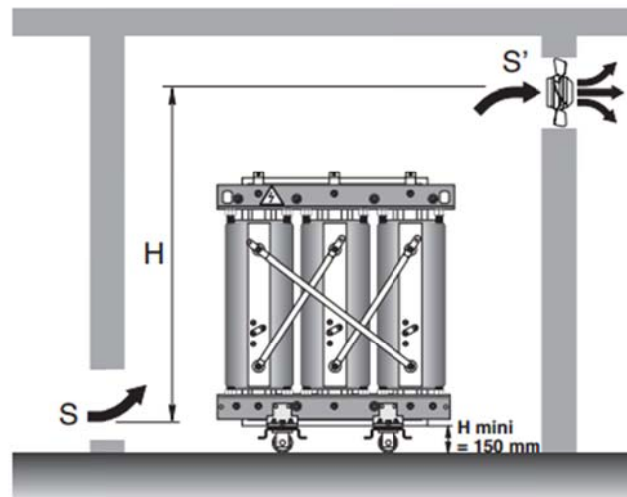


Figura 4-12 – Ventilação forçada [13].

Para o caso em questão foi tomada a decisão de montar ventilação forçada, devido ao calor provocado pelos restantes equipamentos instalados no local e ao valor da temperatura média anual ser superior a 20 °C.

---

**5. ORIENTAÇÕES PARA ELABORAÇÃO DO RELATÓRIO  
TIPO DO TÉCNICO RESPONSÁVEL PELA EXPLORAÇÃO  
DE INSTALAÇÕES ELÉTRICAS**

---

## CAPÍTULO 5 – ORIENTAÇÕES PARA ELABORAÇÃO DO RELATÓRIO TIPO DO TÉCNICO RESPONSÁVEL PELA EXPLORAÇÃO DE INSTALAÇÕES ELÉTRICAS

O estatuto do técnico responsável por instalações elétricas de serviço particular, decreto regulamentar n.º 31/83, de 18 de Abril, define no artigo 15º que, o técnico responsável pela exploração deverá inspecionar a instalação elétrica com a frequência exigida pelas características da exploração, no mínimo 2 vezes por ano, a fim de proceder às verificações, ensaios e medições regulamentares. As 2 inspeções obrigatórias devem ser feitas, uma durante os meses de Verão e outra durante os meses de Inverno.

O número de inspeções deve constar do contrato de prestação de serviços (**Anexo XIX**) e ter em conta a sua complexidade e a perigosidade da sua exploração.

Sempre que o técnico responsável pela exploração detetar deficiências anti-regulamentares, delas tem que dar conhecimento, por escrito, à entidade exploradora da instalação com vista à sua eliminação dentro de um prazo compatível com a importância e natureza daquelas.

O técnico responsável pela exploração da instalação elétrica deverá enviar anualmente à DGGE, um relatório - tipo do Técnico Responsável pela Exploração de Instalações Elétricas (**Anexo XX**) mencionando os resultados das medidas e ensaios efetuados e informando sobre o estado geral das instalações e sobre as recomendações que formulou tendentes à eliminação das deficiências que eventualmente existam.

---

### 5.1 OBJETIVO

---

Pretende-se com este capítulo coligir uma série de recomendações/orientações que possibilitem a exploração das instalações elétricas de utilização em condições de segurança, onde são mencionados os procedimentos de manutenção, tendo em vista a segurança das instalações de utilização e a melhoria da qualidade de serviço.

O teste à instalação tem por finalidade verificar as condições de exploração do edifício em causa, desde o posto de transformação (início da instalação quando alimentado em MT) até à instalação de utilização, na qual se estabelecem os procedimentos indispensáveis, que de acordo com o programa pré-estabelecido, tendo por base as necessidades básicas de utilização e de funcionalidade, sem perder de vista os aspetos

## CAPÍTULO 5 – ORIENTAÇÕES PARA ELABORAÇÃO DO RELATÓRIO TIPO DO TÉCNICO RESPONSÁVEL PELA EXPLORAÇÃO DE INSTALAÇÕES ELÉTRICAS

regulamentares em vigor, de modo a que no essencial a segurança seja total – “sistema de proteção às pessoas e aos equipamentos”.

Os sistemas de energia elétrica, de que fazem parte a produção, o transporte e a distribuição de eletricidade, estão interligados entre si constituindo na verdade uma só "rede infinita".

Quer isto dizer que a qualidade de serviço, não depende só do modo como é feita a exploração das redes elétricas, mas também dos eventuais incidentes com origem nas instalações elétricas do utilizador e do modo de exploração das mesmas.

De acordo com a legislação em vigor, todos os clientes alimentados a partir de um posto de transformação cliente, devem ter um técnico responsável pela exploração das instalações elétricas.

Encontra-se no **Anexo XXI** uma tabela simplificada publicada pela CERTIEL – Associação Certificadora de Instalações Elétricas, onde se pode verificar se a instalação carece de técnico responsável de exploração.

De acordo com as alterações decorrentes ao Regulamento de Licenças para Instalações Elétricas (RLIE), Decreto-Lei nº 101/2007 de 2 de Abril, 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.

## CAPÍTULO 5 – ORIENTAÇÕES PARA ELABORAÇÃO DO RELATÓRIO TIPO DO TÉCNICO RESPONSÁVEL PELA EXPLORAÇÃO DE INSTALAÇÕES ELÉTRICAS

A instalação elétrica analisada neste trabalho é alimentada a partir de um PTC – Posto de Transformação Cliente, existente na instalação, tratando-se assim de uma instalação do **Tipo B**, de acordo com o Decreto-Lei 101/2007, de 2 de Abril.

As questões que envolvem a exploração de um posto de transformação e instalação de utilização estão regulamentadas em diversa legislação, que ir-se-á citar nos capítulos seguintes.

As instalações elétricas de utilização classificadas como Tipo B, serão constituídas por:

- Posto de Transformação;
- Quadros elétricos e respetivas alimentações;
- Circuitos de Iluminação normal e de emergência;
- Circuitos de Iluminação de socorro e sinalização de saída;
- Circuitos de tomadas e alimentação a equipamentos específicos;
- Circuitos de Força Motriz;
- Rede de Terras.

Este capítulo servirá então como linha orientadora ao técnico de manutenção responsável pela instalação de utilização, desta forma tem o objetivo de prestar auxílio à manutenção preventiva.

O trabalho assenta sobre uma rigorosa análise das medições registadas pelo aparelho de medida *Fluke 1653*. O aparelho executa as medições de acordo com os requisitos básicos da IEC 60364.6.61 ou HD 384 para Portugal.

Na primeira parte da auditoria técnica é analisado o posto de transformação cliente e na segunda parte é analisada a instalação de utilização.

---

### 5.2 LEGISLAÇÃO APLICÁVEL

---

As instalações elétricas em exploração deverão estar concebidas, de acordo com as normas e regulamentos seguintes:

- Regras Técnicas de Instalações de Elétricas em Baixa Tensão (RTIEBT);

## CAPÍTULO 5 – ORIENTAÇÕES PARA ELABORAÇÃO DO RELATÓRIO TIPO DO TÉCNICO RESPONSÁVEL PELA EXPLORAÇÃO DE INSTALAÇÕES ELÉTRICAS

- Regulamento de Segurança de Instalações Coletivas de Edifícios e Entradas (RSICEE);
- Regulamento de Segurança de Subestações e Postos de Transformação e de Seccionamento (RSSPTS);
- Guia Técnico das Instalações Estabelecidas em Locais Residenciais e de Uso Profissional da DGGE;
- Conformidade do material com a marca CE;
- Normas Portuguesas NP e Normas Europeias EN aplicáveis, as recomendações técnicas da CEI, do CENELEC e demais regulamentação aplicável;
- Normas Europeias aplicadas ao aparelho de medida (EN61557);
- Qualidade de Energia Elétrica NP EN 50160:2001;
- Resistência do isolamento EN61557-2;
- Continuidade EN61557-4;
- Resistência de circuito/linha EN61557-3;
- Tempo de disparos dos diferenciais de corrente diferencial EN61557-6;
- Corrente de disparo do diferencial EN61557-6;
- Resistência de terra EN61557-5;
- Sequência de fases EN61557-7;
- Ligação de Postos de Transformação de Clientes de Média Tensão – Regras a observar pelos Clientes – Soluções Técnicas Normalizadas, da EDP Distribuição;
- Ligação de Clientes de BT – Soluções Técnicas Normalizadas, da EDP Distribuição.

---

### 5.3 DISPOSIÇÕES LEGAIS APLICÁVEIS

---

---

#### 5.3.1 Inspeção de Instalações Elétricas

Conforme o mencionado no regulamento de segurança de subestações e postos de transformação e de seccionamento, aprovado pelo Decreto nº 42895 de 31 de Março de 1960, alterado pelos Decretos Regulamentar nº 14/77 de 18 de Fevereiro e Decreto

## CAPÍTULO 5 – ORIENTAÇÕES PARA ELABORAÇÃO DO RELATÓRIO TIPO DO TÉCNICO RESPONSÁVEL PELA EXPLORAÇÃO DE INSTALAÇÕES ELÉTRICAS

Regulamentar nº 56/85 de 6 de Setembro, "O técnico responsável pela exploração" deverá inspecionar as instalações elétricas a fim de proceder às verificações, ensaios e medições regulamentares e elaborar o relatório referido no artigo 14.º (apresentado no **Anexo XX**), devendo estas inspeções obrigatórias ser feitas, uma durante os meses de verão, e outra durante os meses de inverno, como referido anteriormente.

O relatório referido no número anterior deverá ser enviado, anualmente, aos respetivos serviços externos da Direção Geral de Geologia e Energia (art.º 20.º do Decreto -Lei n.º 517/80 de 31 de Outubro).

---

### 5.3.2 Verificação dos Eléktodos de Terra

*"Os exploradores de postos de transformação e instalações de utilização deverão verificar uma vez por ano, durante os meses, de Junho, Julho, Agosto ou Setembro, as resistências de terra de todos os eléctodos de terra que lhes pertençam. Os resultados obtidos deverão ser anotados num registo especial que possa ser consultado, em qualquer ocasião, pela fiscalização do governo".*

O regulamento de segurança de subestações e postos de transformação e seccionamento estabelece que a resistência de terra dos eléctodos deverá ser tão pequena quanto possível e inferior, em qualquer ocasião, a **20  $\Omega$** .

No caso de um sistema com terra única o valor da resistência de terra dos eléctodos deverá ser sempre inferior ou igual a **1  $\Omega$** .

Para a instalação de utilização, a resistência de proteção (terras das massas para o RTIEBT) deve estar de acordo com os diferenciais instalados.

---

### 5.3.3 Limpeza, Conservação e Reparação das Instalações

*"A limpeza das instalações deverá efetuar-se com a frequência necessária para impedir a acumulação de poeiras e sujidades, especialmente sobre os isoladores e aparelhos. Quaisquer trabalhos de limpeza, conservação e reparação só poderão ser executados por pessoal especialmente encarregado e conhecedor desses serviços ou por pessoal trabalhando sob sua orientação".*

## CAPÍTULO 5 – ORIENTAÇÕES PARA ELABORAÇÃO DO RELATÓRIO TIPO DO TÉCNICO RESPONSÁVEL PELA EXPLORAÇÃO DE INSTALAÇÕES ELÉTRICAS

Artigos 60.º e 103.º do Regulamento de Segurança de Subestações e Postos de Transformação e de Seccionamento, aprovado pelo Decreto n.º 42 895/60 de 31 de Março alterado pelos, Decreto Regulamentar n.º 14/77, de 18 de Fevereiro, e Decreto Regulamentar n.º 56/85 de 06 de Setembro.

As pessoas indicadas no presente artigo são pessoas do tipo BA4 (Pessoas suficientemente informadas ou supervisionadas por pessoas qualificadas para lhes permitir evitar os perigos que possam advir da eletricidade) e BA5 (Pessoas possuindo conhecimentos técnicos ou experiência suficiente que lhes permita evitar os perigos que possam advir da eletricidade).

---

### 5.3.4 Manutenção da Rede de Utilização

*“As Redes de Utilização devem estar em bom estado de funcionamento e de conservação, de modo a não causarem perturbações ao bom funcionamento da rede de distribuição”.*

Regulamento da Rede de Distribuição, Despacho n.º 13 615/99 (2º série) alterado pelo Despacho n.º 25 246/99 (2ªsérie).

---

## 5.4 ANÁLISE DA QUALIDADE DE ENERGIA

---

O termo "qualidade de energia elétrica" utiliza-se para descrever as variações da tensão, da corrente e da frequência no sistema elétrico.

Historicamente, a maioria dos equipamentos pode operar satisfatoriamente com variações relativamente amplas destes três parâmetros. Nos últimos quinze anos, foi adicionado ao sistema elétrico um elevado número de equipamentos não tão tolerantes a estas variações. Muitos desses novos equipamentos contêm sistemas controlados através de microprocessadores e outros componentes eletrónicos que são sensíveis aos diversos tipos de distúrbios que ocorrem no sistema elétrico.

A presença de cargas não-lineares (retificadores a díodos, cargas eletrónicas, etc...) no sistema elétrico provoca sérios problemas de deformação das formas de onda de

corrente e de tensão. Para preservar a natureza sinusoidal das tensões do sistema elétrico, mantendo assim a qualidade da energia fornecida, foram criadas normas de carácter internacional, estabelecendo certas diretrizes a respeito da produção de harmónicos por determinados equipamentos.

As duas normas que limitam o conteúdo harmónico foram estabelecidas pela IEC (International Electrotechnical Commission) e pelo IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers) e são conhecidas respetivamente por IEC/EMC 61000 e IEEE-519.

Os prejuízos económicos, resultantes dos problemas de qualidade de energia elétrica nas indústrias são muito elevados, por isso essa questão é hoje, mais do que nunca, objeto de grande preocupação. Uma empresa que não esteja preparada para lidar com este tipo de problemas, para além de pagar mais energia elétrica do que aquela que efetivamente necessita (devido ao acréscimo de perdas nas instalações), pode ter ainda que suportar custos acrescidos devido à interrupção ou deterioração de processos produtivos, ou à avaria dos equipamentos utilizados, o que pode ter como resultado produtos ou serviços de qualidade inferior e com custos superiores aos das empresas concorrentes.

#### **5.4.1 Análise da Qualidade de Energia Segundo a Norma EN NP50160**

A norma NP EN 50160:2001 descreve as características principais, no ponto de entrega ao cliente, da tensão de alimentação por uma rede de distribuição pública em baixa ou média tensão, em condições de exploração normais. Esta norma indica os limites ou valores característicos da tensão que um cliente contrata, não descrevendo as situações típicas de ligação a uma rede de distribuição pública. É necessário ter presente que a norma não se aplica em condições anormais de exploração, como sejam os seguintes casos:

- a) Exploração em condições de avaria ou em condições provisórias de fornecimento previstas para manter os clientes alimentados durante trabalhos de manutenção ou de construção na rede, ou para limitar a extensão e a duração de uma interrupção de alimentação;
- b) Não conformidade da instalação ou dos equipamentos do cliente com as normas aplicáveis ou com as prescrições técnicas de ligação de cargas, estabelecidas

pelas autoridades públicas ou pelo distribuidor de energia elétrica, incluídos os limites de emissão de perturbações conduzidas;

- c) Não conformidade das instalações de produção com as normas aplicáveis ou com as condições técnicas de interligação com a rede de distribuição pública, estabelecidas pelas autoridades públicas ou pelo distribuidor de energia elétrica (por exemplo, produtores em regime especial);

Para além disso também não se aplica a condições excepcionais, independentes da vontade do fornecedor, tais como:

- Condições climáticas excepcionais e outras catástrofes naturais;
- Perturbações provenientes de terceiros;
- Decisões oficiais;
- Greves (nos termos das obrigações legais);
- Casos de força maior;
- Interrupções devidas a causas externas.

---

#### **5.4.2 Objeto de Estudo da Norma EN NP50160**

A norma em análise tem por objeto definir e descrever os valores que caracterizam a tensão de alimentação, tais como:

- Variações de tensão;
- Distorção harmónica;
- Desequilíbrio de tensões;
- *Flicker* de longa duração;
- Frequência Fundamental.

Em exploração normal, estas características estão sujeitas a variações devido a modificações da carga da rede, as perturbações geradas por certos equipamentos e o aparecimento de defeitos são muitas vezes provocados por causas externas. As características variam de forma aleatória, tanto no tempo num dado ponto de entrega, como no espaço num dado instante. Em consequência destas variações, os níveis das características podem, por vezes, ser excedidos num número restrito de casos. Alguns dos fenómenos, com incidência na tensão, são particularmente imprevisíveis, de tal

## CAPÍTULO 5 – ORIENTAÇÕES PARA ELABORAÇÃO DO RELATÓRIO TIPO DO TÉCNICO RESPONSÁVEL PELA EXPLORAÇÃO DE INSTALAÇÕES ELÉTRICAS

modo que é impossível indicar valores precisos das características correspondentes. Convém portanto interpretar em consequência os valores indicados na norma para estes fenómenos, nomeadamente variações de tensão, cavas de tensão e interrupção de tensão.

### *5.4.2.1 Variação da Tensão*

Em condições normais de exploração, não considerando as interrupções dos valores eficazes médios de dez minutos para cada período de uma semana devem estar compreendidas na gama de  $\pm 10\%$ .

#### AMPLITUDE DA TENSÃO:

Para cada período de uma semana, 95% dos valores eficazes médios em intervalos de 10 minutos, devem estar compreendidos entre 90% e 110% da tensão nominal ou declarada. Além disso, em BT, a tensão de alimentação deve estar compreendida no intervalo entre os 85% e 110% da tensão nominal.

#### CAUSAS:

Cargas de grande potência, com regimes de funcionamento instáveis, tais como fornos de arco e equipamento de soldar. Motores de indução com cargas de binário pulsante, fotocopiadoras e equipamentos de raio-X.

#### CAVAS DE TENSÃO:

A cava de tensão é uma diminuição súbita do valor eficaz da tensão de alimentação para um valor compreendido entre 90% e 1% da tensão nominal ou declarada, durante um período de tempo não inferior a 10 ms, seguida do seu restabelecimento depois de um curto intervalo de tempo.

A amplitude de uma cava de tensão é definida como sendo a diferença entre o valor da tensão nominal ou declarada e o valor da tensão eficaz durante a cava de tensão. Considerando uma rede de Baixa Tensão (BT) portuguesa, para um evento cujo valor eficaz da tensão atinja 161 V (70%), a amplitude da cava de tensão é de 30%. No

## CAPÍTULO 5 – ORIENTAÇÕES PARA ELABORAÇÃO DO RELATÓRIO TIPO DO TÉCNICO RESPONSÁVEL PELA EXPLORAÇÃO DE INSTALAÇÕES ELÉTRICAS

entanto, também se pode dizer que a amplitude é o valor eficaz da tensão durante a cava de tensão.

De acordo com a norma NP EN 50160:2001, em condições normais de exploração, o número possível de cavas de tensão pode ir até algumas dezenas a um milhar por ano. A maior parte das cavas de tensão dura menos de um segundo e tem uma amplitude inferior a 60%. No entanto, podem ocorrer, embora raramente, cavas de tensão com amplitude e duração superiores. Em certos locais é frequente a ocorrência de cavas da tensão com amplitudes entre 10% e 15% de  $V_c$  (Tensão composta).

### CAUSAS:

Defeitos nos sistemas de transporte e distribuição, defeitos nas instalações do cliente e arranque de cargas de grande potência em determinadas condições de exploração.

### CONSEQUÊNCIAS:

Problemas de funcionamento em contadores, relés eletromecânicos, variadores eletrónicos de velocidade, equipamento informático e de telecomunicações, autómatos, diminuição de rendimento em máquinas elétricas rotativas, etc.

## SOBRETENSÕES TRANSITÓRIAS

Sobretensão transitória segundo a norma NP EN 50160:2001 é uma sobretensão, oscilatória ou não, de curta duração, em geral fortemente amortecida e com duração máxima de alguns milissegundos. A norma NP EN 50160:2001 caracteriza as sobretensões da seguinte maneira:

### SOBRETENSÕES TEMPORÁRIAS ENTRE OS CONDUTORES ATIVOS E A TERRA

Devido a um defeito à terra numa rede ou em instalações de clientes, aparece uma sobretensão temporária à frequência industrial que desaparece com a eliminação do defeito. A sobretensão pode atingir o valor da tensão entre fases devido ao desvio do ponto neutro da rede trifásica. Valores indicativos mostram que em determinadas

condições, um defeito a montante de um transformador pode produzir sobretensões temporárias do lado da BT, enquanto se mantiver a corrente de defeito. Estas sobretensões não ultrapassam em geral  $1,5 \text{ kV}_{\text{ef}}$ .

#### SOBRETENSÕES TRANSITÓRIAS ENTRE OS CONDUTORES ATIVOS E A TERRA

As sobretensões transitórias não ultrapassam em geral 6 kV de crista, mas podem surgir valores mais elevados. O tempo de crescimento pode variar de menos de um micro segundo a alguns milissegundos.

#### CAUSA:

Descargas atmosféricas, descargas eletrostáticas, manobras inerentes à exploração de sistemas de transporte e distribuição. Podem resultar ainda de defeitos de isolamento ao nível da instalação elétrica de cliente, dependendo a amplitude da sobretensão do regime de neutro instalado.

#### CONSEQUÊNCIAS:

Os circuitos de comando e controlo do equipamento sofrem interferências eletromagnéticas. Provocam a destruição das camadas de isolamento de alguns componentes. Devido às elevadas correntes produzidas pelo defeito resultam perdas por efeito de Joule excessivas e insuportáveis pelos equipamentos elétricos. Subida do nível de tensão em barramentos DC, levando à avaria de reguladores de tensão e inversores, e finalmente provocam o funcionamento inadequado de componentes eletrónicos tais como tirístores.

#### ***5.4.2.2 Distorção Harmónica***

As distorções harmónicas vêm contra os parâmetros da qualidade de energia estabelecidos pela norma NP EN 50160:2001. O fornecimento de energia a determinados consumidores que causam deformações no sistema, prejudicam apenas o consumidor responsável pelo distúrbio, mas também outros ligados à mesma rede

## CAPÍTULO 5 – ORIENTAÇÕES PARA ELABORAÇÃO DO RELATÓRIO TIPO DO TÉCNICO RESPONSÁVEL PELA EXPLORAÇÃO DE INSTALAÇÕES ELÉTRICAS

elétrica. No passado não havia muitas preocupações com harmónicas. Cargas com características não lineares eram pouco utilizadas e os equipamentos eram mais resistentes aos efeitos provocados por harmónicas. Nos últimos anos, com o rápido desenvolvimento da eletrónica de potência, a utilização de métodos que vão ao encontro do uso mais racional da energia elétrica, fez crescer o conteúdo harmónico presente nos sistemas, causando uma série de efeitos indesejáveis em diversos equipamentos, comprometendo a qualidade e o próprio uso racional da energia elétrica.

### CAUSAS:

É de grande importância citar os vários tipos de cargas elétricas com características não lineares, que têm sido implantadas em grande quantidade no sistema elétrico português nomeadamente:

- Circuitos de iluminação com lâmpadas de descarga;
- Motores de corrente contínua controlados por retificadores;
- Motores de indução controlados por inversores com comutação forçada;
- Processos de eletrólise através de retificadores não controlados;
- Motores síncronos controlados por ciclos conversores;
- Fornos de indução de alta frequência, etc;
- Fornos de indução controlados por reatores saturados;
- Cargas de aquecimento controladas por tirístores;
- Velocidade dos motores CA controlados por tensão de estator;
- Reguladores de tensão a núcleo saturado;
- Computadores;
- Eletrodomésticos, etc.

### CONSEQUÊNCIAS:

As distorções harmónicas causam muitos prejuízos principalmente às indústrias, levando, por vezes, a paragens de produção.

Prejuízos Causados por Harmónicas:

## CAPÍTULO 5 – ORIENTAÇÕES PARA ELABORAÇÃO DO RELATÓRIO TIPO DO TÉCNICO RESPONSÁVEL PELA EXPLORAÇÃO DE INSTALAÇÕES ELÉTRICAS

- Queima de fusíveis;
- Motores: redução da vida útil e impossibilidade de atingir potência máxima;
- Transformadores: aumento de perdas, causando redução de capacidade e diminuição da vida útil;
- Telefones: interferências;
- Máquinas Síncronas: sobreaquecimento das sapatas polares, causado pela circulação de correntes harmônicas nos enrolamentos amortecedores;
- Carregamento exagerado do circuito de neutro, principalmente em instalações que agregam muitos aparelhos eletrônicos e que possuem malhas de terra mal projetadas.

Os principais problemas causados por harmônicas, dão-se junto dos bancos de condensadores, que podem originar condições de ressonância, criando sobretensões nos terminais das unidades capacitivas. Isto faz com que exista uma degradação do isolamento das unidades capacitivas, e em casos extremos, uma completa danificação dos condensadores. Além disso, os consumidores ligados no mesmo ponto ficam submetidos a tensões perigosas, mesmo não sendo portadores de cargas poluidoras na sua instalação. Mesmo sem uma condição de ressonância, um condensador é sempre um caminho de baixa impedância para as correntes harmônicas, ou seja, vai estar sempre sujeito à sobrecarga e sobreaquecimento excessivo.

### Classificação e quantificação da distorção harmônica segundo a EN 50160

Os harmônicos são tensões ou correntes sinusoidais com frequências múltiplas inteiras da componente fundamental (50 Hz), que caracterizam a distorção harmônica da tensão ou da corrente num determinado ponto do sistema elétrico. Estes são classificados pela NP EN 50160:2001 da seguinte maneira:

Em condições normais de exploração, para cada período de uma semana, 95% dos valores eficazes médios, medidos de dez em dez minutos de cada tensão harmônica não devem exceder os valores indicados na tabela seguinte. Em consequência de ressonâncias, podem surgir tensões mais elevadas para uma harmônica. Além disso, a Distorção Harmônica Total (THD) da tensão de alimentação (incluído as harmônicas até à ordem 40) não deve ultrapassar 8%. Consultar a Tabela 5-1:

**CAPÍTULO 5 – ORIENTAÇÕES PARA ELABORAÇÃO DO RELATÓRIO TIPO  
DO TÉCNICO RESPONSÁVEL PELA EXPLORAÇÃO DE INSTALAÇÕES  
ELÉTRICAS**

TENSÕES HARMÓNICAS ÍMPARES				TENSÕES HARMÓNICAS PARES	
NÃO MÚLTIPLAS DE 3		MÚLTIPLAS DE 3			
Ordem h	Tensão relativa	Ordem h	Tensão	Ordem h	Tensão relativa
5	6,0	3	5,0	2	2,0
7	5,0	9	1,5	4	1,0
11	3,5	15	0,5	6,24	0,5
13	3,0	21	0,5		
17	2,0				
19	1,5				
23	1,5				
25	1,5				

**Tabela 5-1 - Valores das tensões harmônicas em percentagem da tensão declarada**

Análise harmónica

Através da análise de Fourier, é possível decompor a tensão ou a corrente num somatório de tensões ou correntes sinusoidais com frequências múltiplas da fundamental (5.1):

$$s(t) = \sum_{n=1}^{\infty} a_n \text{sen}(n\omega t + \varphi_n) + \sum_{n=1}^{\infty} b_n \text{cos}(n\omega t + \varphi_n) \quad (5.1)$$

$$\text{com} \begin{cases} a_n = \frac{1}{\pi} \int_0^{2\pi} s(t) \cdot \text{sen}(n\omega t) d\omega t \\ b_n = \frac{1}{\pi} \int_0^{2\pi} s(t) \cdot \text{cos}(n\omega t) d\omega t \end{cases}$$

Os valores eficazes de cada componente harmónica são dados por:

$$S_{n(RMS)} = \frac{1}{2} \sqrt{a_n^2 + b_n^2} \quad (5.2)$$

O valor eficaz total é dado por:

$$S_{n(RMS)} = \frac{1}{2} \sqrt{\sum_{n=1}^{\infty} S_{n(rms)}^2} \quad (5.3)$$

Para a quantificação da distorção harmónica, foi introduzido o conceito de taxa de distorção harmónica, *Total Harmonic Distortion* (THD), que corresponde ao quociente entre o valor eficaz das componentes harmónicas e o valor eficaz total do sinal (5.2) e (5.3). Assim, de acordo com esta definição, utilizada nas normas da IEC, os valores de THD variam sempre entre 0% e 100% (5.4).

$$THD(\%) = \frac{\sqrt{\sum_{n=2}^{\infty} S_{n(rms)}^2}}{S_{(rms)}} \times 100 = \frac{\sqrt{S_{2(RMS)}^2 + S_{3(rms)}^2 + \dots + S_{n(rms)}^2}}{S_{(rms)}} \times 100 \quad (5.4)$$

No entanto, e para alguns aparelhos de medida, é possível ter a definição americana cujo valor da THD corresponde ao quociente entre o valor eficaz das componentes harmónicas e o valor eficaz da componente fundamental (5.5). Com esta definição os valores de THD podem ultrapassar os 100%.

$$THD(\%) = \frac{\sqrt{\sum_{n=2}^{\infty} S_{n(rms)}^2}}{S_{1(rms)}} \times 100 = \frac{\sqrt{S_{2(rms)}^2 + S_{3(rms)}^2 + \dots + S_{n(rms)}^2}}{S_{1(rms)}} \times 100 \quad (5.5)$$

#### 5.4.2.3 Desequilíbrio de tensões

Um sistema trifásico de tensões equilibrado é caracterizado com amplitudes iguais e defasamentos de 120° em todas elas, tal como mostra a figura 5-1 (à esquerda).

Caso as tensões do sistema trifásico apresentem amplitudes diferentes ou defasamentos assimétricos, diferentes de 120°, considera-se que é desequilibrado ou assimétrico, tal como mostra a Figura 5-1 (à direita).

## CAPÍTULO 5 – ORIENTAÇÕES PARA ELABORAÇÃO DO RELATÓRIO TIPO DO TÉCNICO RESPONSÁVEL PELA EXPLORAÇÃO DE INSTALAÇÕES ELÉTRICAS

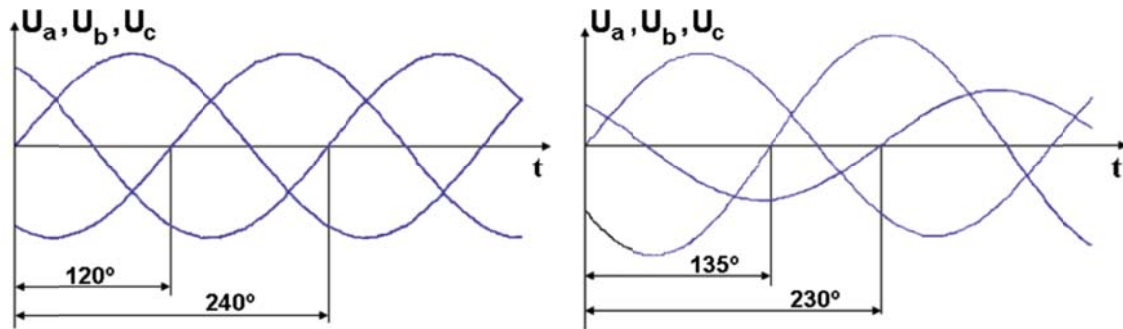


Figura 5-1 - Sistema trifásico equilibrado e desequilibrado

CAUSAS:

Distribuição assimétrica de cargas monofásicas no sistema trifásico.

CONSEQUÊNCIAS:

Um sistema trifásico de tensões desequilibrado é caracterizado pela existência de uma componente de sequência negativa que afeta sobretudo as máquinas trifásicas rotativas.

### QUANTIFICAÇÃO DO DESEQUILÍBRIO DE TENSÕES

O método mais correto para quantificar o desequilíbrio de um sistema trifásico de tensões implica a sua decomposição nas componentes simétricas:

- Sistema de sequência direta, que corresponde a um sistema trifásico ideal ( $U_{1a}$ ,  $U_{1b}$  e  $U_{1c}$ );
- Sistema de sequência inversa, que corresponde a um sistema trifásico equilibrado com sequência de fases inversa ao sistema de sequência direta ( $U_{2a}$ ,  $U_{2b}$  e  $U_{2c}$ );
- Sistema de sequência homopolar, em que todas as tensões têm a mesma fase ( $U_{0a}$ ,  $U_{0b}$  e  $U_{0c}$ ).

Cada tensão do sistema trifásico corresponde à soma vetorial das componentes de sequência positiva, negativa e homopolar.

#### 5.4.2.4 Flicker

O Flicker ou severidade da tremulação é definido pelo European Committee for Electrotechnical Standardization (CENELEC) como sendo uma “*sensação de instabilidade visual provocada por um estímulo luminoso, cuja luminância ou repartição espectral flutua no tempo*”. Este fenómeno pode causar instabilidade fisiológica, particularmente em indivíduos que sofram de doença epilética.

A origem deste fenómeno resulta na flutuação da tensão de alimentação dos sistemas de alimentação, é também visível em lâmpadas fluorescentes com balastro magnético, monitores e televisores, assume especial severidade em lâmpadas de incandescência. Quanto à visualização por parte do ser humano o *flicker* depende da frequência e da amplitude das flutuações de tensão. O olho humano apenas distingue variações de luminosidade com frequências inferiores a 35 Hz.

#### MEDIÇÃO E CÁLCULO DO FLICKER:

A medição do flicker é feito a partir de um flickermeter, que foi um equipamento desenvolvido pela Union for Electricity Applications (UIE). Os valores de referência encontram-se na NP EN 50160:2001.

Para a quantificação do flicker são utilizados dois indicadores principais:

Short-term flicker indicator ( $P_{st}$ );

Long-term flicker indicator ( $P_{lt}$ ).

O  $P_{st}$ , adotado pela IEC é uma unidade de medida da percepção de flicker num período de 10 minutos.

O  $P_{lt}$ , é obtido com referência a um período de 2 horas, sendo obtido através da seguinte expressão (5.6):

$$P_{lt} = \sqrt[3]{\frac{\sum_{i=1}^N P_{sti}}{N}} \quad (5.6)$$

Sendo o período de cálculo do  $P_{st}$  de 10 minutos e o período de cálculo do  $P_{lt}$  de 2 horas,  $N$  é igual a 12 para o período em que é feita a avaliação.

Valores de  $P_{lt}$  superiores a 0,8 podem ser considerados incomodativos, dado o longo período de exposição.

O  $P_{st} = 1$  é o valor mínimo que afeta pelo menos 50% dos indivíduos expostos a esta tremulação na iluminação.

#### 5.4.2.5 *Frequência*

Na interligação dos sistemas de energia as medidas a tomar para se manter a frequência dentro dos limites normalizados é muito importante para que não existam fenómenos raros de modo a que os valores não ultrapassem os normalizados. Tendo em conta que a frequência da tensão alternada é função da velocidade de rotação dos geradores, a estabilidade da frequência depende da garantia de equilíbrio entre a absorção e a geração de potência ativa. Nas redes fortemente interligadas, as variações de frequência são praticamente insignificantes, dada a capacidade de resposta das redes a variações de carga.

Em Portugal continental não são de esperar oscilações de frequência significativas, uma vez que os sistemas apresentam um bom nível de interligação e existem várias ligações à rede europeia.

Em redes isoladas, de pequena dimensão, são necessários cuidados acrescidos para que não ocorram desvios de frequência que ponham em causa a estabilidade do sistema elétrico e o adequado funcionamento do equipamento do cliente. Nestas redes, podem ocorrer variações de frequência, especialmente prejudiciais para as máquinas rotativas de grande potência.

## CAPÍTULO 5 – ORIENTAÇÕES PARA ELABORAÇÃO DO RELATÓRIO TIPO DO TÉCNICO RESPONSÁVEL PELA EXPLORAÇÃO DE INSTALAÇÕES ELÉTRICAS

A frequência nominal da tensão de alimentação deve ser igual a 50 Hz. Em condições normais de exploração o valor médio da frequência fundamental, medido em intervalos de 10 s, deve estar compreendido entre os seguintes valores – Tabelas 5-2 e 5-3:

50 Hz $\pm$ 1%	Variação de 49,5 Hz a 50,5 Hz	Durante 95 % de uma semana
50 Hz +4-6 %	Variação de 42,5 Hz a 57,5 Hz	Durante 100 % do tempo

Tabela 5-2 - Redes com ligação síncrona a redes interligadas.

50 Hz $\pm$ 2%	Variação de 49 Hz a 51 Hz	Durante 95 % de uma semana
50 Hz $\pm$ 15%	Variação de 42,5 Hz a 57,5 Hz	Durante 100 % do tempo

Tabela 5-3 - Redes sem ligação síncrona a redes interligadas

### 5.5 TESTES A SEREM FEITOS À INSTALAÇÃO ELÉTRICA DE UTILIZAÇÃO

Encontra-se no **anexo XXII** um relatório tipo de instalações elétricas.

#### 5.5.1 Verificação de Polaridade

Pode-se verificar a polaridade do condutor de Neutro e do condutor de Fase, ou seja, verificação da polaridade monofásica da instalação.

#### 5.5.2 Medição da Resistência de Isolamento ou Rigidez Dielétrica

As RTIEBT na Secção 41 (Proteção Contra Contactos Indiretos) definem as condições de segurança de pessoas e bens contra perigos que podem ser provocados pela corrente elétrica.

Assim, as partes ativas dos equipamentos elétricos devem estar isoladas das componentes elétricas, que podem ser tocadas quando o equipamento está em serviço, mas que em caso de um defeito accidental de isolamento ou de um arco-elétrico podem vir a estar sob tensão. Este tipo de ensaio pode ser feito inclusivamente ao posto de transformação.

## CAPÍTULO 5 – ORIENTAÇÕES PARA ELABORAÇÃO DO RELATÓRIO TIPO DO TÉCNICO RESPONSÁVEL PELA EXPLORAÇÃO DE INSTALAÇÕES ELÉTRICAS

O nível de isolamento de uma instalação é a Tensão suportável à frequência industrial do elemento mais fraco de uma instalação. Esta tensão considera-se igual à tensão do ensaio dielétrico fixada para os equipamentos. O nível de isolamento não deve ser confundido com a resistência de isolamento.

A resistência de isolamento da instalação elétrica deve ser medida entre cada condutor ativo e a terra.

Este ensaio deve ser feito a uma tensão com o valor indicado na Tabela 5-4, considerando-se satisfatório o resultado obtido se, em cada um dos circuitos e com os aparelhos de utilização desligados, o valor da resistência de isolamento não for inferior ao valor indicado na referida tabela.

Tensão nominal do circuito (V)	Tensão de ensaio em corrente contínua (V)	Resistência de isolamento (M $\Omega$ )
TRS e TRP	250	$\geq 0,25$
$U \leq 500 \text{ V}^{(1)}$	500	$\geq 0,5$
$U > 500 \text{ V}$	1 000	$\geq 1,0$

*(1) - exceto para os casos referidos na linha anterior (TRS e TRP).*

**Tabela 5-4 - Valores mínimos da resistência de isolamento e valores da tensão de ensaio [1].**

### **Ensaio Prático:**

As medições devem ser feitas em corrente contínua, devendo o aparelho usado no ensaio ser capaz de fornecer uma corrente de 1 mA. Quando, na instalação, existirem dispositivos eletrônicos, apenas deve ser feita a medição entre os condutores ativos (fases e o neutro) ligados entre si e a terra. Esta regra destina-se a evitar a deterioração que poderia ocorrer nos dispositivos eletrônicos se não fosse feita a referida ligação entre os condutores ativos durante a medição da resistência de isolamento.

As medições devem, obviamente, ser feitas com a instalação sem tensão e com os aparelhos de utilização desligados. Em regra, a medição da resistência de isolamento é feita para o conjunto de uma instalação elétrica, na sua origem, podendo-se, quando o valor assim obtido for inferior ao indicado na Tabela 5.4, subdividir a instalação em

diversos grupos de circuitos e medir a resistência de cada um dos grupos. Quando a resistência de um dos grupos for inferior ao valor indicado na Tabela 5.4, deve ser medida a resistência de cada um dos circuitos desse grupo para identificar o(s) circuito(s) responsável(is) por aquele baixo valor.

Quando houver circuitos (ou partes de circuitos) que sejam desligados por meio de dispositivos atuando por mínimo de tensão (por exemplo, atuando por meio de contadores), as resistências de isolamento desses circuitos (ou dessas partes de circuitos) devem ser medidas separadamente, por forma a garantir-se que todos os troços do circuito são medidos.

No que respeita aos aparelhos de utilização, é necessário garantir que a sua resistência de isolamento não é inferior ao valor indicado na respetiva Norma, podendo, na ausência de indicação desse valor, considerar-se 0,5 MΩ.

Pode ainda ser medido o isolamento das carcaças dos motores, transformadores e qualquer tipo de armário metálico, em suma são testáveis todos os equipamentos com revestimento metálico que possam ficar acidentalmente sob tensão e provocar um contacto indireto.

---

### 5.5.3 Medição da Resistência de Terra

A resistência de terra é composta por diversos eléctrodos de terra que interligados uns com os outros constituem a malha de terras. É essencial um bom contacto entre os eléctrodos e a terra de forma a haver uma boa dissipação da corrente de defeito para a terra. A resistência de terra depende essencialmente da resistência de dissipação, e esta depende ainda da característica do solo e da forma dos eléctrodos. Solos húmidos ou com grande carga de iões terão uma dissipação maior de corrente para a terra ao contrário de um solo rochoso. A área do eléctrodo é muito importante pois quanto maior for a área de contacto menor será a resistência de dissipação (5.7).

Devemos ter em conta que:

## CAPÍTULO 5 – ORIENTAÇÕES PARA ELABORAÇÃO DO RELATÓRIO TIPO DO TÉCNICO RESPONSÁVEL PELA EXPLORAÇÃO DE INSTALAÇÕES ELÉTRICAS

$$R = \rho \frac{l}{S} \quad (5.7)$$

em que:

R - Resistência de terra [ $\Omega$ ];

$\rho$  - Resistividade do solo [ $\Omega.m$ ];

l - Distância entre elétrodos [m];

S - Secção do elétrodo [ $m^2$ ].

O método utilizado para a medição de terras é o método dos 62% ou método da medida em linha. Este tipo de ensaio pode ser feito inclusivamente para as terras do posto de transformação.

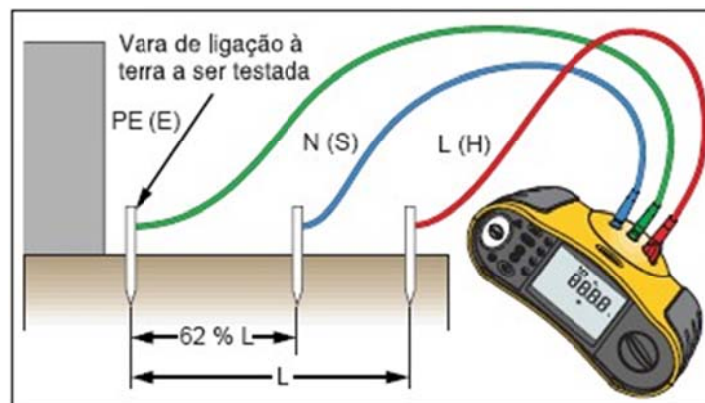


Figura 5-2 – Método da medida em linha [14].

Este método, que consiste em fazer circular uma corrente alternada de intensidade constante entre o eletrodo a medir PE e um outro eletrodo auxiliar L, colocado a uma distância tal que as superfícies de influência dos dois eletrodos não se intercelem – figura 5-2.

O eletrodo auxiliar N, que pode ser feito a partir de uma vareta metálica espetada no solo, deve ser colocado a meio caminho entre PE e L, medindo-se a queda de tensão entre PE e L.

Desde que exista garantia de que não há influência entre os três eletrodos de terra, o quociente entre a corrente aplicada entre PE e L e a queda de tensão medida entre PE e N é igual à resistência de terra do eletrodo PE.

A fim de confirmar que o valor assim obtido é correto, devem ser feitas duas outras medições, deslocando o eletrodo N de cerca de 6 m, para um e para o outro lado da sua posição inicial. Se os três resultados obtidos forem da mesma ordem de grandeza, o valor pretendido será a média destes.

Caso contrário, a distância entre PE e L deve ser aumentada e os três ensaios devem ser repetidos.

---

#### **5.5.4 Teste da Continuidade**

Deve ser realizado um ensaio para comprovar a continuidade dos condutores de proteção e das ligações equipotenciais principais e suplementares. Recomenda-se que o ensaio seja realizado por meio de uma fonte que tenha, em vazio, uma tensão entre 4 V e 24 V (em corrente alternada ou em corrente contínua) e que possa debitar uma corrente não inferior a 0,2 A.

É conveniente obter dos fabricantes dos equipamentos elétricos, dotados de componentes eletrônicos, o conjunto das medidas a respeitar durante o ensaio de continuidade para evitar a destruição desses componentes. Devem, ainda, ser tomadas as necessárias precauções para que a corrente usada neste ensaio seja compatível com os riscos de incêndio ou de explosão existentes em cada local. Este ensaio destina-se a comprovar as condições de proteção correspondentes às medidas que usem o corte automático da alimentação e considera-se satisfatório quando o dispositivo utilizado no ensaio der uma indicação correta e estável.

No teste de continuidade pode-se ainda utilizar, para conferir qualquer tipo de conexão dos mais variados circuitos.

---

#### **5.5.5 Medição do Tempo de Atuação dos Aparelhos Sensíveis a Correntes Diferenciais**

Este teste permite determinar o tempo que um diferencial demora a atuar.

Existem vários tipos de diferenciais:

- Diferencial Standard de corrente alternada;

## CAPÍTULO 5 – ORIENTAÇÕES PARA ELABORAÇÃO DO RELATÓRIO TIPO DO TÉCNICO RESPONSÁVEL PELA EXPLORAÇÃO DE INSTALAÇÕES ELÉTRICAS

- Diferencial sensível a correntes contínuas;
- Diferencial de corrente alternada com resposta retardada;
- Diferencial de corrente contínua com resposta retardada.

Existem dois tipos diferenciais, de atuação instantânea e de atuação retardada.

Os primeiros são utilizados para a proteção de pessoas, e devem ter uma atuação imediata ou numa escala de tempo na ordem dos microssegundos.

Os segundos, a sua atuação pode não ser imediata, pois não serve como proteção direta de pessoas, mas sim para ter seletividade com outros diferenciais a jusante, ou porque, estão em zonas com perturbações eletromagnéticas e não há interesse num disparo instantâneo. Na Tabela 5-5 está indicada o resumo dos diferenciais:

TIPOS	CARACTERÍSTICAS	UTILIZAÇÃO
Tipo G	Funcionamento instantâneo	Usos gerais
Tipo S	Funcionamento seletivo em relação aos aparelhos do tipo G, obtida a partir de uma temporização fixa de disparo de 40ms.	Com seletividade

**Tabela 5-5 - Resumo dos diferenciais.**

O tempo normalizado para diferenciais da norma EN61008-1 sobre os tempos máximos e tempos mínimos de funcionamento é dado pela tabela 5-6.

Tipo	$I_n$ (A)	$I_{\Delta n}$ (mA)	Valores normalizados dos tempos de funcionamento e de não funcionamento em função da corrente diferencial $I_{\Delta n}$ .				
			(s)				
			$I_{\Delta n}$	$2I_{\Delta n}$	$5I_{\Delta n}^{(*)}$	500 A	
G (geral)	todos os valores	todos os valores	0,3	0,15	0,04	0,04	tempo de funcionamento máximo
S (seletivo)	$\geq 25$	$\geq 30$	0,5	0,2	0,15	0,15	
			0,13	0,06	0,05	0,04	tempo de não funcionamento mínimo

(\*) - Para os interruptores diferenciais do tipo geral, incorporados em tomadas ou destinados apenas a serem associados a tomadas e para os de  $I_{\Delta n} \leq 30$  mA, pode ser utilizado o valor 0,25 A, em vez de  $5I_{\Delta n}$ .

**Tabela 5-6 - Tempo máximo e mínimo normalizado para diferenciais segundo a norma EN 61008 [1].**

Os aparelhos diferenciais anteriormente referidos devem estar de acordo com as publicações CEI 61008-1:1996 e CEI 61009-1:1996 e as EN 61008-1:1994 e EN 61009-1:1994.

### 5.5.6 Medição da Corrente de Atuação dos Aparelhos Sensíveis a Correntes Diferenciais

A determinação da corrente de atuação dos diferenciais é de extrema importância especialmente para os de alta e média sensibilidade, pois, são estes que têm a função típica de proteção das pessoas contra contactos indiretos, como tal, estes devem atuar na respetiva corrente de defeito. O teste é feito injetando uma corrente de defeito, gradualmente até o aparelho atuar.

Se um diferencial não atuar quando a corrente de defeito atinge o valor estipulado para este é porque existe um problema com o valor máximo da terra de proteção (terra das massas nas RTIEBT). Devemos então ter em conta que (5.8):

$$R = \frac{U_L}{I_{\Delta n}} \quad (5.8)$$

em que:

R - Resistência de terra [ $\Omega$ ];

$U_L$  - Tensão de contacto [V];

$I_{\Delta n}$  - Corrente de defeito [A].

Os valores de  $U_L$  podem ser 25V ou 50V, consoante a classificação do local respetivo ao circuito do diferencial. Por exemplo, num local húmido, como uma casa de banho deve ser considerada uma tensão de contato de 25V, e num corredor de passagem, escritório ou quarto de uma habitação deve ser considerada uma tensão de contacto igual a 50V. Resumidamente o referido anteriormente nas tabelas 5-7 e 5-8:

TIPOS DE APARELHOS DIFERENCIAIS EM FUNÇÃO DE SENSIBILIDADE		
Sensibilidade	$I_{\Delta n}$ (mA)	Valores típicos de $I_{\Delta n}$
Alta	$\leq 30$	6-12-30mA
Média	$30 \leq I_{\Delta n} \leq 500$	100-300-500mA
Baixa	$\leq 500$	1-3-5-10-20A

**Tabela 5-7 - Tipos de aparelhos diferenciais em função de sensibilidade.**

## CAPÍTULO 5 – ORIENTAÇÕES PARA ELABORAÇÃO DO RELATÓRIO TIPO DO TÉCNICO RESPONSÁVEL PELA EXPLORAÇÃO DE INSTALAÇÕES ELÉTRICAS

SELEÇÃO DE APARELHOS DIFERENCIAIS: VALORES MÁXIMOS DE RESISTÊNCIAS DE TERRA ( $U_L=50V$ E $U_L=25V$ ),		
CORRENTE ALTERNADA		
Corrente residual	Valor máximo de resistência de terra das massas (0hm) $U_L=25V$	Valor máximo de resistência de terra das massas (0hm) $U_L=50V$
20A	2,5	1,25
10A	5	2,5
5A	10	5
3A	17	8,3
1A	50	25
500mA	100	50
300mA	167	83,3
100mA	500	250
30mA	1670	833
12mA	4170	2083
6mA	8330	4167

Tabela 5-8 - Seleção de aparelhos diferenciais.

Existe ainda a possibilidade da medição da corrente de atuação de diferenciais que estejam num sistema IT, ou seja com um sistema de terras com neutro isolado.

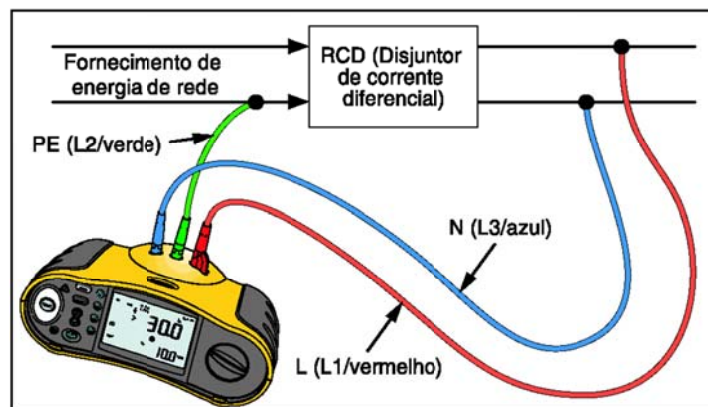


Figura 5-3 - Método medição da corrente de atuação de diferenciais em sistema IT [14].

É necessário este procedimento especial porque a ligação à terra de proteção está ligada localmente e não está diretamente ligada ao sistema de corrente – figura 5-3.

### 5.5.7 Determinação da Sequência de Fases

É possível determinar a sequência de fases de um barramento de um quadro elétrico trifásico  $L_1-L_2-L_3$  para a sequência de fases direta e  $L_3-L_2-L_1$  para a sequência inversa.

A sequência deve ser lida da esquerda para a direita aos terminais do interruptor geral do quadro elétrico em questão.

---

### 5.5.8 Análise termográfica

*O que é a termografia e para que serve?*

A termografia é uma ferramenta importante para as necessidades de medição em equipamentos elétricos, de forma a atuar ao nível da manutenção preditiva e preventiva.

Através de uma câmara fotográfica de infravermelhos (*Fluke Ti-20*) é captado o calor emitido pelos equipamentos em estudo. As ondas em infravermelho emitidas pelo equipamento são então proporcionais ao calor gerado por estes.

As medições de termografia são rápidas e seguras, visto que o aparelho de medição interage com o equipamento em teste à distância, sem qualquer tipo de contacto com as superfícies em medida. É então utilizado quando os equipamentos em estudo estão em movimento ou muito quentes, em lugares de difícil acesso, impossíveis de desligar ou que são perigosos quando houver contacto humano. Para o caso da aplicação em eletrotécnica, as medições de termografia incidem sobre equipamentos elétricos, desde transformadores, motores, quadros elétricos, cabos, etc.

Uma análise eletrotécnica das imagens captadas poderá, por exemplo, diagnosticar perdas por efeito de joule superior às normais, manobra de contactos, maus apertos nos terminais, problemas com harmónicas devido ao excesso de amplitude destas, sobrecarga em cabos (circuitos) e motores, desequilíbrio de correntes pelas diferentes fases.

Neste tipo de estudo de termografia as medições incidem sobre os quadros elétricos e alguns dos seus alimentadores. Serão analisados os diversos circuitos que constem dentro dos quadros elétricos. Esta análise contempla disjuntores, fusíveis, relés, contactores, barramentos, bornes de aperto, entre o demais equipamento que é normal encontrar num quadro elétrico

---

## **6. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

---

## CAPÍTULO 6 – CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste Relatório de Atividade Profissional pretendeu-se descrever o percurso profissional do candidato que desempenhou funções nas empresas Francisco António Ferreira, Herd., Lda., LP Engenharia e Universidade do Algarve, recorrendo à identificação dos trabalhos considerados de maior relevância. Neste domínio incluíram-se: Projetos Eletrotécnicos, ITED, ITUR e Segurança contra Incêndios mas também a execução de instalações da mesma especialidade, orientações de estágios, atividades como formador, Auditorias Energéticas e vários relatórios técnicos.

A oportunidade de dedicar um capítulo à realização de Relatórios de Técnico Responsável de Exploração, relaciona-se com a necessidade de enquadrar as suas competências como técnico das mesmas.

O valor acrescentado obtido com a frequência da componente curricular do Mestrado em Engenharia Elétrica e Eletrónica, área de Sistemas de Energia e Controlo, foi determinante no seu desempenho profissional, devido à coincidência temporal entre os conteúdos abordados no universo académico e os trabalhos desenvolvidos no momento e em etapas subsequentes.

É nesta lógica, de enriquecimento contínuo, que se projetam as próximas etapas do seu percurso profissional, esperando apresentar respostas adequadas aos desafios que vão sendo colocados.

O trabalho desenvolvido nas Empresas: Francisco António Ferreira, Herd., Lda., Universidade do Algarve e LP Engenharia, tem-se revelado profícuo, quer ao nível da realização pessoal como profissional, contribuindo para uma aprendizagem constante nos domínios da Engenharia Eletrotécnica, atuando nos quadrantes enunciados, quer para a atividade das Empresas, permitindo:

- ✓ Adotar as soluções técnicas e economicamente mais adequadas, elegendo os acionamentos eletromecânicos, equipamentos e aparelhagem que melhor se coadunam com os princípios de exploração requeridos para o seu funcionamento, sem prejuízo da sua fiabilidade e eficiência energética, com os benefícios que lhes são adjacentes, pesando os respetivos investimentos iniciais mostrando a inovação na realização dos projetos/execução das instalações com o que é economicamente viável a cada cliente;

## CAPÍTULO 6 – CONSIDERAÇÕES FINAIS

- ✓ Eleger as modalidades tarifárias que representam menores encargos intrínsecos ao fornecimento de energia elétrica, por intermédio de negociações no Mercado Liberalizado, respeitando todos os princípios que lhes são adjacentes, com economias significativas face ao Comercializador de Último Recurso, que pratica as Tarifas de Venda ao Cliente Final. Esta medida é complementada na fase de execução de contrato, no sentido de assegurar que a exploração das instalações não compromete, com as respetivas limitações, as premissas definidas aquando da negociação em função da caracterização idealizada para a distribuição dos consumos;
- ✓ Estudar e implementar soluções que recorram à produção de energia elétrica por intermédio de fontes renováveis, pesando o seu interesse técnico e económico sem condicionar porém a boa exploração das instalações onde serão integradas;
- ✓ Realização e apreciação de projetos de instalações de utilização de energia elétrica de serviço particular e de serviço público, harmonizando as soluções preconizadas em função da especificidade das instalações em causa, sem prejuízo das disposições regulamentares aplicáveis, desenvolvendo soluções de automação, distribuição, comando e proteção em Média e Baixa Tensão.

Para finalizar aponta-se a matéria referente à coordenação de proteções como um trabalho a desenvolver no futuro, nomeadamente referente à coordenação entre os vários fabricantes, situação descrita anteriormente como um grave problema nas instalações.

---

## 7. BIBLIOGRAFIA

---

- [1] Regras Técnicas de Instalações Elétricas em Baixa Tensão, Portaria n.º 949-A/2006 de 11 de Setembro.
- [2] Segurança contra incêndio em Edifícios, Portaria n.º 1532/2008 de 29 de Dezembro.
- [3] Estatuto do Técnico Responsável por Instalações Elétricas de serviço particular, decreto regulamentar N.º 31/83, de 18 de Abril.
- [4] D. B. Domingues, J. M. Ribeiro e L. M. Passos, "Sistemas de Gestão de Energia", Faro, Portugal: Universidade do Algarve, 2007.
- [5] [Online]. Available: [www.edp.pt](http://www.edp.pt).
- [6] [Online]. Available: [www.dgge.pt](http://www.dgge.pt).
- [7] [Online]. Available: [www.erse.pt](http://www.erse.pt).
- [8] C. CEIA, "Como Fazer uma Tese de Doutoramento ou uma Dissertação de Mestrado," 2007. [Online]. Available: <http://www2.fcsh.unl.pt/docentes/cceia>. [Acedido em 2012].
- [9] [Online]. Available: [www.microgeracaodeenergia.com](http://www.microgeracaodeenergia.com).
- [10] [Online]. <http://www.portugal4golf.com/hotel/hotel-dom-pedro-portobelo>
- [11] [Online]. [http://lqes.iqm.unicamp.br/canal\\_cientifico/lqes\\_news/lqes\\_news\\_cit/lqes\\_news\\_2007/lqes\\_news\\_novidades\\_948.html](http://lqes.iqm.unicamp.br/canal_cientifico/lqes_news/lqes_news_cit/lqes_news_2007/lqes_news_novidades_948.html)
- [12] [Online]. [www.renovaveisnagora.pt](http://www.renovaveisnagora.pt)
- [13] [Online]. <http://www.schneider-electric.com/site/home/index.cfm/pt/>
- [14] [Online]. <http://www.fluke.com/fluke/ptpt/home/>
- [15] [Online]. <http://eletricaesusduvidas.blogspot.pt/>

[16] [Online]. <http://algarvedigital.pt>