

FACULDADE DE ENGENHARIA DA UNIVERSIDADE DO PORTO



# **Recomendações para a Manutenção e Inspeção Periódica de Instalações Elétricas sem Técnico Responsável**

**Mário Fernando Soares de Almeida**

VERSÃO DE TRABALHO

Mestrado Integrado em Engenharia Eletrotécnica e de Computadores

Orientador: Professor Doutor José Rui da Rocha Pinto Ferreira

Co-Orientador: Professor Doutor José Eduardo Roque Neves dos Santos

25 de Janeiro de 2016



# Resumo

Em 1878, foram instalados na esplanada da Cidadela, em Cascais, para a comemoração do aniversário do Rei D. Carlos, os seis primeiros candeeiros de arco voltaico importados de Paris pela Família Real. Assim começou a rede elétrica nacional.

Ao longo dos últimos anos assistimos a uma evolução tecnológica com base na preocupação cada vez maior da busca de qualidade dos bens-e-serviços fornecidos pelas empresas, com o objetivo de satisfazer os níveis de exigência de segurança das Pessoas assim como da eficiência energética e da proteção do meio ambiente.

Neste contexto, houve um enorme avanço enorme de resposta na união Europeia onde a normalização das regras técnicas e de segurança desempenharam um papel fundamental no desenvolvimento das empresas e no comportamento dos organismos Públicos que passaram a ser mais responsáveis produzindo leis mais transparentes e transversais aos diversos Países da União tornando mais simples a atividade económica, a vida das Pessoas e o trabalho dos Profissionais envolvidos.

Também em Portugal, ao nível do setor elétrico se verificou grandes transformações positivas na qualidade de serviço prestado pelas empresas a par da segurança e fiabilidade do fornecimento de energia elétrica aos consumidores e ainda importantes alterações no quadro legislativo sobre procedimentos e regras de segurança mais adequadas e apertadas em termos de qualidade das instalações elétricas as quais que passaram a estar sujeitas a novas exigências de qualidade técnica.

Embora seja verdade o que foi dito anteriormente, não é menos certo que muitas instalações elétricas de serviço particular ainda não possuem a segurança e a qualidade que se pretende pela razão de serem antigas ou sendo recentes não estarem submetidas a um regime de inspeção e manutenção adequado.

Por outro lado, as instalações elétricas de serviço particular, em grande número, são muitas vezes mal concebidas, mal executadas e muitas delas nem sequer possuem um projeto que as defina. Por essas razões constituem um grande desafio preocupação para os Profissionais Eletrotécnicos.

Algo tem de ser feito para melhorar a qualidade e segurança do parque de instalações elétricas, sendo fundamental proceder a um plano adequado e ajustado de inspeções que motive os proprietários a proceder a reabilitação e manutenção das mesmas com vista a reduzir os acidentes com Pessoas e a prevenir os incêndios proporcionando mais segurança, conforto, eficiência e proteção do meio ambiente como se deseja.



# Abstract

In 1878, it was installed on the terrace of the Cidadela, Cascais, for the King Carlos anniversary celebration the first six arc lamps imported from Paris by the Royal Family. Thus began the national power grid.

Over the past few years we have witnessed a technological evolution based on growing concern the search for quality of goods-and-services provided by companies in order to meet the security requirement levels of Persons as well as energy efficiency and the protection of the environment.

In this context, there was a huge quantum leap response in the European Union where the standardization of technical and safety rules have played a key role in business development and behavior of Public bodies have become more responsible for producing more transparent and cross-laws to the various EU countries making it simple economic activity, the lives of people and the work of the professionals involved.

Also in Portugal, the electricity sector level was found major positive changes in the quality of service provided by the companies along with the security and reliability of electricity supply to consumers and even major changes in the legislative framework on over proper safety procedures and rules and tight in terms of quality of electrical installations which it became subject to new technical quality requirements.

While it is true what was said earlier, the fact remains that many electrical installations of particular service does not yet have the safety and quality that is intended for the reason of being old or being newer are not subject to an inspection regime and proper maintenance .

On the other hand, the electrical installations of private service, very numerous, are mutas times ill-conceived, poorly executed and many do not even have a project that set. For these reasons constitute a major challenge concern for Electrotechnical Professionals.

Something has to be done to improve the quality and safety of electrical installations complement and are essential to have an adequate and adjusted plan inspections that motivate the owners to carry out rehabilitation and maintenance of the same in order to reduce accidents with people and prevent fires providing more safety, comfort, efficiency and environmental protection as one wishes.



# Agradecimentos

A realização desta dissertação foi possível graças a um conjunto de Pessoas que me ajudaram na identificação e caracterização dos problemas bem como na orientação e pistas que tornaram mais rico o seu conteúdo com o objetivo de melhorar os sistemas elétricos de utilização de energia e complementarmente dignificar e valorizar o trabalho dos Engenheiros eletrotécnicos e demais Profissionais que com eles colaboram.

Sem preocupação na ordem dos agradecimentos, quero dirigir ao Orientador e Co-Orientador desta dissertação, Senhores Professores Doutor José Rui Ferreira e Doutor José Neves dos Santos, o meu agradecimento pela oportunidade que me deram de realizar este trabalho sob a sua orientação e exprimir o meu orgulho por ambos terem feito parte da minha formação académica como distintos Professores no Mestrado Integrado em Engenharia Eletrotécnica e de Computadores desta Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto.

Ao Senhor Engenheiro José Manuel Freitas, membro da direção da Ordem dos Engenheiros da Região Norte, Técnico superior da Câmara Municipal de Matosinhos e Projetista de Instalações Elétricas quero agradecer todo o contributo e disponibilidade concedida sobre os temas relacionados com a profissão do Engenheiro eletrotécnico que muito ajudaram na compreensão destes problemas.

Ao Senhor Engenheiro António Augusto Araújo Gomes, Professor no Instituto Superior de Engenharia do Porto, quero agradecer por toda a colaboração e ajuda nas matérias técnicas em especial sobre "Verificação, Manutenção e Exploração das Instalações Elétricas" e elogiar as suas publicações técnicas e didáticas de grande qualidade que aproveite para recomendar a todos os Profissionais de eletrotecnia.

Quero também agradecer a todos os Colegas, Engenheiros e Técnicos, que se dispuseram na troca de ideias e informações sobre as matérias versadas permitindo melhorar os conteúdos deste trabalho.

Por fim quero agradecer e fazer justiça à paciência que a família e amigos tiveram comigo, deixando-me tempo livre para trabalhar e permitindo assim concluir este trabalho onde me empenhei para concluir com sucesso.

Mário Almeida





*“O que sabemos é uma gota; o que ignoramos é um oceano.”*

Isaac Newton



# Conteúdo

|          |  |           |
|----------|--|-----------|
| <b>1</b> | <b>Introdução</b>  | <b>1</b>  |
| 1.1      | Enquadramento . . . . .  | 1         |
| 1.2      | Motivação . . . . .  | 1         |
| 1.3      | Estrutura da Dissertação . . . . .   | 2         |
| <b>2</b> | <b>Aspetos Gerais</b>  | <b>3</b>  |
| 2.1      | Introdução . . . . .   | 3         |
| 2.2      | Legislação sobre Instalações Elétricas . . . . .                               | 4         |
| 2.2.1    | Introdução . . . . .   | 4         |
| 2.2.2    | Publicações mais importantes . . . . .   | 4         |
| 2.3      | Enquadramento Regulamentar . . . . .   | 4         |
| 2.4      | Regras Técnicas de Segurança . . . . .   | 5         |
| 2.4.1    | Enquadramento . . . . .  | 5         |
| 2.4.2    | Campo de Aplicação . . . . .   | 6         |
| 2.5      | Exploração das instalações elétricas . . . . .                                 | 7         |
| 2.6      | Instalações que carecem de Técnico Responsável . . . . .                       | 8         |
| 2.7      | Instalações que não carecem de Técnico Responsável . . . . .                   | 9         |
| 2.7.1    | Instalações sem Técnico Responsável que necessitam de vistoria anual . . . . . | 9         |
| <b>3</b> | <b>Conceitos Gerais sobre Instalações elétricas</b>                            | <b>11</b> |
| 3.1      | Introdução . . . . .   | 11        |
| 3.2      | Tipos de instalações . . . . .   | 12        |
| 3.3      | Acerca do Projeto . . . . .  | 12        |
| 3.3.1    | Introdução . . . . .   | 12        |
| 3.3.2    | Fases do Projeto . . . . .   | 13        |
| 3.3.3    | Guia prático para um projeto de habitação . . . . .                            | 15        |
| 3.4      | Acerca da Instalação . . . . .   | 19        |
| 3.5      | Acerca da utilização (exploração) . . . . .                                    | 19        |
| 3.5.1    | Uso residencial ou profissional . . . . .                                      | 19        |
| 3.6      | Patologias das instalações elétricas . . . . .                                 | 20        |
| 3.7      | Tecnologias de gestão e automatização das instalações . . . . .                | 25        |
| 3.8      | Instalações fotovoltaicas . . . . .  | 26        |
| 3.8.1    | Introdução . . . . .   | 26        |
| 3.8.2    | Características . . . . .  | 26        |
| 3.8.3    | Segurança . . . . .  | 27        |

|          |   |           |
|----------|---|-----------|
| <b>4</b> | <b>Técnicos Responsáveis. Tipos e Enquadramento da Atividade</b>            | <b>29</b> |
| 4.1      | Introdução . . . . .  | 29        |
| 4.2      | Responsabilidades . . . . .   | 30        |
| 4.3      | Acesso à atividade de execução . . . . .                                    | 31        |
| 4.4      | Técnico responsável pela execução . . . . .                                 | 31        |
| 4.5      | Técnico responsável pelo projeto . . . . .                                  | 32        |
| 4.6      | Técnico responsável pela exploração . . . . .                               | 32        |
| 4.7      | Deontologia profissional . . . . .  | 33        |
| <b>5</b> | <b>Conceitos Gerais sobre Segurança e Riscos elétricos</b>                  | <b>35</b> |
| 5.1      | Introdução . . . . .  | 35        |
| 5.2      | Riscos da eletricidade . . . . .  | 35        |
| 5.3      | Choque elétrico . . . . .   | 36        |
| 5.4      | Efeitos da eletricidade no corpo humano . . . . .                           | 37        |
| 5.4.1    | Impedância do corpo humano . . . . .  | 38        |
| 5.4.2    | Efeitos fisiológicos . . . . .  | 39        |
| 5.4.3    | Fibrilação ventricular . . . . .  | 40        |
| 5.4.4    | Paragem respiratória . . . . .  | 40        |
| 5.4.5    | Tetanização . . . . .   | 41        |
| 5.4.6    | Queimadura eletrotérmica . . . . .  | 41        |
| 5.5      | Acidentes de origem eléctrica . . . . .                                     | 42        |
| 5.5.1    | Introdução . . . . .  | 42        |
| 5.5.2    | Riscos eléctricos . . . . .   | 42        |
| 5.5.3    | Medidas de prevenção . . . . .  | 42        |
| 5.6      | Estudo de acidentes de origem eléctrica . . . . .                           | 43        |
| 5.6.1    | Estatísticas sobre acidentes eléctricos . . . . .                           | 43        |
| 5.6.2    | Informação global . . . . .   | 43        |
| 5.6.3    | Resultados . . . . .  | 45        |
| 5.6.4    | Danos verificados . . . . .   | 48        |
| 5.6.5    | Conclusões do estudo . . . . .  | 49        |
| 5.7      | Medidas em caso de acidente de origem eléctrica . . . . .                   | 50        |
| <b>6</b> | <b>Manutenção e inspeção de instalações eléctricas</b>                      | <b>53</b> |
| 6.1      | Introdução . . . . .  | 53        |
| 6.2      | Enquadramento regulamentar . . . . .  | 54        |
| 6.3      | Conceitos gerais . . . . .  | 54        |
| 6.4      | Acerca da manutenção . . . . .  | 54        |
| 6.5      | Acerca da inspeção periódica . . . . .                                      | 55        |
| 6.6      | Realidade Europeia . . . . .  | 56        |
| 6.7      | Caracterização das instalações no que se refere à sua antiguidade . . . . . | 57        |
| 6.8      | Verificação inicial . . . . .   | 58        |
| 6.8.1    | Generalidades . . . . .   | 58        |
| 6.8.2    | Procedimento de verificação das instalações . . . . .                       | 58        |
| 6.9      | Verificação da instalação eléctrica . . . . .                               | 60        |
| 6.9.1    | Generalidades . . . . .   | 60        |
| 6.9.2    | Procedimento de verificação das instalações . . . . .                       | 60        |
| 6.10     | Ensaio e medições . . . . .   | 61        |
| 6.10.1   | Generalidades . . . . .   | 61        |

|          |  |           |
|----------|--|-----------|
| 6.10.2   | Verificação da continuidade dos condutores de proteção e das ligações equipotenciais . . . . .               | 62        |
| 6.10.3   | Medição da resistência de isolamento da instalação elétrica . . . . .  | 64        |
| 6.10.4   | Ensaio de proteção por separação de circuitos . . . . .  | 70        |
| 6.10.5   | Medição da resistência de isolamento dos elementos dos pavimentos e demais elementos da construção . . . . . | 71        |
| 6.10.6   | Verificação das condições de proteção por corte automático da alimentação . . . . .                          | 74        |
| 6.10.7   | Verificação do funcionamento dos dispositivos diferenciais . . . . .   | 78        |
| 6.11     | Medição da resistência do eletrodo de terra . . . . .  | 80        |
| 6.11.1   | Generalidades . . . . .  | 80        |
| 6.11.2   | Medição com eletrodos de terra auxiliares (método voltamperimétrico . . . . .                                | 81        |
| 6.12     | Medição da resistência dos condutores de proteção . . . . .  | 83        |
| 6.13     | Ensaio de polaridade . . . . .   | 84        |
| 6.14     | Ensaio dielétrico. Procedimento de ensaio . . . . .  | 84        |
| 6.15     | Manutenção e exploração das instalações . . . . .  | 84        |
| 6.15.1   | Manutenção das instalações . . . . .   | 84        |
| 6.15.2   | Exploração das instalações . . . . .   | 85        |
| 6.16     | Resumo . . . . .   | 87        |
| <b>7</b> | <b>Reflexões e Recomendações</b> . . . . .   | <b>89</b> |
| 7.1      | Projeto de instalações elétricas . . . . .   | 89        |
| 7.1.1    | Técnicos responsáveis de projeto . . . . .   | 89        |
| 7.1.2    | Exigência de projeto . . . . .   | 89        |
| 7.1.3    | Análise e certificação de projetos . . . . .   | 90        |
| 7.1.4    | Projetos padronizados de pequena dimensão . . . . .  | 90        |
| 7.2      | Execução de instalações elétricas . . . . .  | 91        |
| 7.2.1    | Técnicos responsáveis pela execução . . . . .  | 91        |
| 7.3      | Exploração de instalações elétricas . . . . .  | 91        |
| 7.3.1    | Técnicos Responsáveis pela Exploração . . . . .  | 91        |
| 7.4      | Acerca dos Técnicos Responsáveis . . . . .   | 92        |
| 7.4.1    | Formação habilitante dos Técnicos Responsáveis . . . . .   | 92        |
| 7.4.2    | Formação atualizante dos Técnicos Responsáveis . . . . .   | 92        |
| 7.4.3    | Regime disciplinar dos Técnicos Responsáveis . . . . .   | 93        |
| 7.5      | Inspeção das instalações elétricas de serviço particular . . . . .   | 93        |
| 7.6      | Inspeção de instalações elétricas de serviço público . . . . .   | 94        |
| 7.7      | Ligação à Rede Pública . . . . .   | 94        |
| 7.8      | Constrangimentos Legais . . . . .  | 95        |
| 7.8.1    | Instalações que carecem de Técnico Responsável . . . . .   | 95        |
| 7.8.2    | Engenheiro eletrotécnico . . . . .   | 96        |
| 7.8.3    | Dispensa de Projeto elétrico . . . . .   | 96        |
| 7.8.4    | Formação de Técnicos Responsáveis . . . . .  | 96        |
| 7.8.5    | Conclusões . . . . .   | 97        |
| 7.9      | Trabalho futuro . . . . .  | 97        |
| 7.9.1    | Patologias das instalações elétricas . . . . .   | 97        |
| 7.9.2    | Revisão da legislação . . . . .  | 98        |
| 7.9.3    | Building Information Modeling (BIM) . . . . .  | 98        |
| 7.9.4    | Redes Neurais Artificiais (RNA) . . . . .  | 99        |



# Lista de Figuras

|      |   |    |
|------|---|----|
| 2.1  | Regras Técnicas das Instalações Elétricas de baixa tensão . . . . .   | 7  |
| 3.1  | Circuito de tomadas . . . . .   | 12 |
| 3.2  | Edifício Habitacional . . . . .   | 18 |
| 3.3  | Tomada queimada por arco elétrico devido a mau contacto elétrico . . . . .  | 20 |
| 3.4  | Tomadas . . . . .   | 21 |
| 3.5  | Quadro elétrico . . . . .   | 21 |
| 3.6  | Painéis Foto Voltaicos . . . . .  | 26 |
| 3.7  | Inversor DC/AC . . . . .  | 26 |
| 3.8  | Esquema geral de uma instalação fotovoltaica . . . . .  | 28 |
| 4.1  | Tecnico Responsável verificando um quadro elétrico . . . . .  | 29 |
| 5.1  | Riscos elétricos . . . . .  | 35 |
| 5.2  | Contacto com a massa ou o solo em três pontos mão e dois pés . . . . .  | 37 |
| 5.3  | Circuito equivalente de Thevenin . . . . .  | 37 |
| 5.4  | Impedancia do corpo humano . . . . .  | 39 |
| 5.5  | Distribuição de ocorrências por região . . . . .  | 44 |
| 5.6  | Distribuição de ocorrências por município . . . . .   | 45 |
| 5.7  | Tabelas de dados dos municípios . . . . .   | 45 |
| 5.8  | Distribuição mensal das ocorrências . . . . .   | 46 |
| 5.9  | Distribuição de ocorrências nas causas elétricas . . . . .  | 47 |
| 5.10 | Ocorrências por tipo de utilização do edifício. . . . .   | 47 |
| 5.11 | Destruição por incêndio . . . . .   | 48 |
| 5.12 | Danos pessoais verificados . . . . .  | 49 |
| 5.13 | Separar a vítima da tensão . . . . .  | 50 |
| 5.14 | Primeiros socorros . . . . .  | 50 |
| 6.1  | Verificação do quadro elétrico . . . . .  | 53 |
| 6.2  | Medições elétricas . . . . .  | 55 |
| 6.3  | Esquema simplificado de realização do ensaio de continuidade – Método 1 . . . . .   | 63 |
| 6.4  | Esquema simplificado de realização do ensaio de continuidade – Método 2 . . . . .   | 64 |
| 6.5  | Esquema simplificado de uma instalação com um defeito de isolamento na fase L1 de uma carga . . . . .   | 65 |
| 6.6  | Valores mínimos da resistência de isolamento e valores da tensão de ensaio em corrente contínua em função da tensão nominal do circuito . . . . . | 66 |
| 6.7  | Esquema simplificado da medição da resistência de isolamento – Método U-I . . . . .   | 67 |
| 6.8  | Combinações de medida da resistência de isolamento entre condutores ativos e o condutor de proteção . . . . .                                     | 68 |

|      |  |     |
|------|--|-----|
| 6.9  | Esquema simplificado do ensaio de medição da resistência de isolamento entre condutores ativos e o condutor de proteção . . . . .                                    | 69  |
| 6.10 | Combinações de medida da resistência de isolamento entre condutores ativos . . .   | 70  |
| 6.11 | Esquema simplificado de realização do ensaio de medição da resistência de isolamento entre condutores ativos . . . . .   | 70  |
| 6.12 | Esquema simplificado de realização do ensaio de medição da resistência de isolamento entre condutores ativos . . . . .   | 71  |
| 6.13 | Eléctrodo de medição do tipo 1 . . . . .   | 72  |
| 6.14 | Eléctrodo de medição do tipo 2 . . . . .   | 73  |
| 6.15 | Ligação do eléctrodo de medição do tipo 2 . . . . .  | 74  |
| 6.16 | Duração máxima da tensão de contacto presumida para $UL=50V_{ac}$ ou $UL=120V_{dc}$  | 76  |
| 6.17 | Duração máxima da tensão de contacto presumida para $UL=25V_{ac}$ ou $UL=60V_{dc}$   | 77  |
| 6.18 | Valores máximos da resistência do eléctrodo de terra em função da corrente diferencial estipulada dos dispositivos diferenciais para $UL = 50 V$ e $UL = 25 V$ . . . | 78  |
| 6.19 | Princípio de funcionamento do método 1 . . . . .   | 79  |
| 6.20 | Valores normalizados dos tempos de funcionamento e tempos de não funcionamento de interruptores e disjuntores diferenciais . . . . .                                 | 80  |
| 6.21 | Medição da resistência de um eléctrodo de terra . . . . .  | 81  |
| 6.22 | Tensões de contacto presumidas, em função do tempo de corte . . . . .  | 83  |
| 7.1  | Manual de Apoio ao projecto de Reabilitação de edifícios Antigos . . . . .   | 98  |
| 7.2  | Carta de emendações da Ordem dos Engenheiros . . . . .   | 98  |
| 7.3  | Simulação com Software BIM . . . . .   | 99  |
| 7.4  | Projeto em BIM . . . . .   | 99  |
| 7.5  | Estrutura das Redes Neurais Artificiais . . . . .  | 100 |



# Lista de Tabelas

|     |  |    |
|-----|--|----|
| 5.1 | Resistência do Corpo humano . . . . .                              | 39 |
| 5.2 | Resistência do corpo humano em função da humidade . . . . .        | 40 |
| 6.1 | Periodicidade das inspeções as instalações de utilização . . . . . | 56 |
| 6.2 | Periodicidade das inspeções as instalações de utilização . . . . . | 57 |



# Abreviaturas e Símbolos

|        |   |
|--------|---|
| DGEGEG | Direção-Geral de Energia e Geologia                                       |
| EDP    | Eletricidade de Portugal  |
| EIIEEL | Entidades Inspetoras de Instalações Elétricas                             |
| ERSE   | Entidade Reguladora dos Serviços Energéticos                              |
| FEUP   | Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto                          |
| FV     | Sistemas Fotovoltaico   |
| IE     | Instalação Elétrica   |
| IEP    | Instituto Eletrotécnico Português   |
| IESP   | Instalação Elétrica de Serviço Particular                                 |
| ISEP   | Instituto Superior de Engenharia do Porto                                 |
| KNX    | KNX Association cvba  |
| OE     | Ordem dos Engenheiros   |
| OET    | Ordem dos Engenheiros Técnicos  |
| RESP   | Rede Elétrica de Serviço Público  |
| RGSHT  | Regulamento Geral de Segurança e Higiene no Trabalho                      |
| RNA    | Redes Neurais Artificiais   |
| RSICEE | Regulamento de Segurança de Instalações Coletivas de Edifícios e Entradas |
| RSIUEE | Regulamento de Segurança de Instalações de Utilização de Energia Elétrica |
| RTIEBT | Regras Técnicas de Instalações Elétricas de Baixa Tensão                  |
| SRIESP | Sistema de Registo de Instalações Elétricas de Serviço Particular         |
| TR     | Técnico Responsável   |



# Capítulo 1

## Introdução

### 1.1 Enquadramento

A eletricidade é cada vez mais a forma final de utilização de todas as energias e um bem essencial de que não se pode prescindir. Quando mal utilizada, a eletricidade torna-se um perigo para as Pessoas, para os animais e para os bens.

A instalação elétrica é uma estrutura fundamental que faz parte integrante de todos os edifícios quer de habitação quer de uso profissional e da qual dependemos para ligar os equipamentos elétricos de que necessitamos todos os dias.

Pela importância que lhes reconhecemos, as instalações elétricas devem estar em perfeitas condições de funcionamento e segurança para evitar riscos de acidentes, sendo a eletrocussão de Pessoas e os incêndios aqueles que devemos a todo o custo evitar pela gravidade em perdas humanas e bens.

Pelas razões atrás expostas entendeu-se que tem de haver uma abordagem mais séria, responsável e empenhada, sobre a manutenção e segurança das instalações elétricas em Portugal, principalmente as dos edifícios mais antigos e degradados, que existem em grande número, com vista a melhorar as suas condições de funcionamento e segurança e que esse trabalho seja feito sob a orientação de um Técnico Responsável com as adequadas competências.

### 1.2 Motivação

Ao longo dos últimos anos assistiu-se em Portugal ao surgimento de um número elevado de leis, afetando os diversos setores de atividade, que vieram impor medidas de higiene e segurança, até então inexistentes e que tiveram, apesar de tudo, o mérito de subir o patamar da qualidade dos bens e serviços dos consumidores Portugueses equiparando-os aos demais cidadãos da Comunidade Europeia.

Já em relação às instalações elétricas de serviço particular não se registou a mesma tendência de exigência em matéria de segurança, pese embora as melhorias já alcançadas nos últimos 35 anos, sendo por isso a principal motivação contribuir com recomendações de mudança na legislação para que haja mais garantias para os Consumidores de energia elétrica e para a promoção do trabalho dos Eletrotécnicos no seu papel fundamental de Responsáveis Técnicos.

### 1.3 Estrutura da Dissertação

A presente dissertação foi estruturada em sete capítulos que incluem o essencial dos assuntos tratados no âmbito das condições de segurança das instalações elétricas de serviço particular, conforme os objetivos traçados e que foram já enunciados. Assim temos no:

**Capítulo 1:** introdução sobre o tema em assunto, enquadramento, motivação e objetivos a atingir;

**Capítulo 2:** É avaliada a situação atual das instalações elétricas de serviço particular, com destaque para a problemática da segurança e da manutenção;

**Capítulo 3:** descreve-se a instalação elétrica começando por explicar como é concebida, executada e utilizada. Também é feita uma caracterização das instalações quanto ao tipo de utilização;

**Capítulo 4:** é feita uma descrição sobre o quadro legal das instalações elétricas para clarificar como se regem perante a Lei, quais as obrigações impostas nas diversas fases da sua construção e ligação à Rede Nacional Pública;

**Capítulo 5:** é focado o tema da segurança para salientar a sua importância no âmbito do uso da energia elétrica pelas Pessoas e pelos Profissionais quando na conceção e construção das instalações elétricas;

**Capítulo 6:** é tratado o assunto relativo à manutenção, conservação e inspeção das instalações elétricas devido à sua importância para a segurança das Pessoas e respeito pelos padrões de qualidade exigíveis para o bom funcionamento da Rede Pública;

**Capítulo 7:** resume-se as conclusões do tema tratado nesta dissertação, extrai-se consequência e faz-se recomendações aos Responsáveis pela legislação para que se implementem medidas para inspeção e manutenção das instalações elétricas e necessidade de haver um Técnico Responsável pela sua exploração.

## Capítulo 2

# Aspetos Gerais

### 2.1 Introdução

Existem em Portugal cerca de 4,5 milhões de instalações elétricas, do Tipo C (antiga categoria 5), que são Instalações Elétricas de Utilização de Serviço Particular, ligadas à rede pública, que se caracterizam por serem muito diversas quanto à sua constituição e quanto ao tipo de utilização.

Devido à falta e dispersão de regulamentação ou disposições técnicas sobre segurança, muitas Instalações Elétricas de Utilização de Serviço Particular, até ao ano de 1974, terão sido concebidas e executadas por simples Montadores Eletricistas e Proprietários, sem a orientação de um Eletrotécnico e ligadas à Rede Pública, passando apenas por um processo administrativo de rotina, sem uma verificação de funcionamento adequada e sem projeto, não reunindo por isso todas as condições de segurança para garantir a proteção das Pessoas.

Acresce dizer que a inexistência de um projeto elétrico é um entrave grave no conhecimento do traçado dos circuitos e conhecimento das demais características técnicas das instalações elétricas, pondo em causa a realização de intervenções de reparação, manutenção e reabilitação quando estas forem necessárias.

Muitas das instalações elétricas antigas, não tendo sido sujeitas nem a projeto nem a vistoria, encontram-se em funcionamento sem qualquer verificação de segurança inicial e provavelmente até à data nunca foram sujeitas a qualquer tipo de intervenção, nomeadamente para trabalhos de manutenção ou conservação estando por isso completamente desatualizadas e sob o ponto de vista dos padrões de segurança exigidos atualmente continuando a sofrer a deterioração constante por envelhecimento dos materiais e demais dispositivos de segurança básicos.

## 2.2 Legislação sobre Instalações Elétricas

### 2.2.1 Introdução

A Segurança de pessoas, animais e bens e o respeito pelos direitos individuais e de grupo, foram desde sempre os principais objetivos da regulamentação das instalações elétricas [1].

Outros aspetos como a qualidade e a continuidade de serviço, a adequação às necessidades dos utilizadores, a eficiência energética, a utilização racional de energia e sustentabilidade e o conforto na utilização, são fatores que devem estar sempre presentes, no momento da realização de um projeto, de uma execução e na exploração das instalações elétricas.

Nesse sentido, existe todo um quadro legal de suporte, ao projeto, à execução e à exploração das instalações elétricas, que se pode agrupar, genericamente, da seguinte forma

- Regulamento de Licenças para Instalações Elétricas
- Regulamentação de Segurança das Instalações Elétricas
- Regulamentação de Qualidade de Serviço Público
- Guias Técnicos e Projetos-tipo da Direção Geral de Energia e Geologia

### 2.2.2 Publicações mais importantes

**Decreto-Lei n.º 26852, de 30 de Julho (de 1936)** - Aprova o Regulamento de Licenças para Instalações Elétricas.

**Decreto-Lei n.º 517/80, de 31 de Outubro** - Estabelece normas a observar na elaboração dos projetos das instalações elétricas de serviço particular. Define responsabilidades e classifica estas instalações. Inclui algumas disposições sobre a atividade dos Técnicos Responsáveis por instalações elétricas de serviço particular.

**Decreto-Lei n.º 272/92, de 3 de Dezembro** - Aprova as normas relativas ao funcionamento das Associações Inspetoras de Instalações Elétricas, que passarão a exercer as competências até então atribuídas aos Distribuidores Públicos, no que se refere à aprovação de projetos e sua fiscalização.

**Decreto-Lei n.º 101/2007, de 2 de Abril** - Simplifica o licenciamento de instalações elétricas, quer de serviço público quer de serviço particular. Realiza uma nova classificação das Instalações de Serviço Particular para efeitos do seu Licenciamento ou aprovação.

## 2.3 Enquadramento Regulamentar

A evolução técnica, tecnológica e conceptual dos equipamentos e das instalações elétricas, assim como a alteração dos hábitos e necessidades de consumo de energia elétrica impuseram que



a regulamentação que enquadra as instalações elétricas fosse evoluindo ao longo do tempo para contemplar novas necessidades e realidades.

As primeiras regras técnicas aplicáveis às instalações elétricas de baixa tensão foram previstas pelos decretos lei, a seguir indicados [2]:

- Decreto 1913;
- Decreto-Lei 29782 de 1939;
- Decreto-Lei 30380 de 1940;
- Decreto-Lei 3782 de 1950;

Estes diplomas continham regras muito básicas e incompletas por isso impunha-se a criação de um Regulamento atualizando e ampliando de modo sensível as disposições de segurança e regras de arte que andavam dispersas pelos diplomas anteriormente referidos.

Foram então publicados os seguintes Regulamentos:

- Regulamento de Segurança de Instalações de Utilização de Energia Elétrica (RSIUEE)
- Regulamento de Segurança de Instalações Coletivas de Edifícios e Entradas (RSICEE)

aprovados pelo Decreto-Lei n.º 740/74, de 26 de Dezembro.

Estes regulamentos, atrás referidos, revelaram-se de grande importância, não só no campo da segurança e da técnica, mas ainda sob o ponto de vista sócio econômico, devido à quantidade e variedade de instalações que contemplou e ao elevado número de pessoas não especializadas que com elas lidou. Esses dois Regulamentos foram estruturantes das instalações elétricas e estiveram em vigor desde 1975 até ao ano 2005. Ao longo desses 30 anos de vigência, muitas foram as alterações, no que respeita à conceção e execução das instalações elétricas e deu-se o aparecimento de novos equipamentos e meios de proteção.

Surge então nova legislação.

A publicação do **Decreto-Lei 226/2005, de 28 de Dezembro** que previu a aprovação das **Regras Técnicas de Instalações Elétricas de Baixa Tensão** e revogou o artigo 1.º do Decreto-Lei N.º 740/74, de 26 de Dezembro, e os regulamentos de segurança anexos, e da **Portaria n.º 949-A/2006, de 11 de Setembro** que aprovou e publicou as **Regras Técnicas de Instalações Elétricas de Baixa Tensão (RTIEBT)**, veio finalmente definir um novo enquadramento legal mais ajustado à realidade e às necessidades das nossas instalações elétricas.

## 2.4 Regras Técnicas de Segurança

### 2.4.1 Enquadramento

O projeto, a execução e a exploração das instalações elétricas de baixa tensão tiveram como primeira base o Regulamento de Segurança de Instalações de Utilização de Energia Elétrica (RSIUEE) e o Regulamento de Segurança de Instalações Coletivas de Edifícios e Entradas (RSICEE) [3].

Estes regulamentos foram publicados pelo Decreto-Lei n.º 740/74, de 26 de Dezembro, tendo este sido objeto de alterações, em alguns aspetos muito específicos, introduzidas pelos Decreto-Lei n.º 303/76, de 26 de Abril, Decreto-Regulamentar n.º 90/84 de 26 de Dezembro e pelo Decreto-Lei n.º 77/90, de 12 de Março.

O famoso Decreto-Lei n.º 740/74 de 26 de Dezembro, que foi uma referência para várias gerações de Eletrotécnicos para a elaboração dos projetos, execução e exploração de instalações elétricas, manteve a sua vigência por mais de três décadas. Ao longo desse tempo houve grande desenvolvimento, quer em termos de conceitos, como de métodos de abordagem, novas tecnologias, e também em termos de requisitos de segurança, funcionalidade, fiabilidade e flexibilidade das instalações, verificando-se a sua natural desatualização face à evolução técnica entretanto ocorrida.

A plena integração de Portugal no espaço europeu obrigou também a maior harmonização das regras técnicas utilizadas pelos países da União Europeia, por forma, não só, a verificar-se uma verdadeira livre circulação dos equipamentos elétricos de baixa tensão, já prevista em diretiva comunitária, como também a proporcionar consensos europeus a nível das regras de instalação e facilitar a circulação de Técnicos, Responsáveis de projeto, execução e exploração de instalações elétricas.

Para dar resposta a esta nova realidade, foram publicadas as Regras Técnicas de Instalações Elétricas de Baixa Tensão, pelo Decreto-Lei n.º 226/2005, de 28 de Dezembro e publicado na Portaria n.º 949-A/2006 de 11 de Setembro [4], o qual revogou toda a anterior regulamentação de segurança criada pelo Decreto-Lei N.º 740/74, de 26 de Dezembro.

A figura 2.1 mostra uma publicação anotada sobre as novas Regras Técnicas de Instalações Elétricas de Baixa Tensão (RTIEBT).

Chegou ao fim a geração do "740/74" para dar lugar a novos desafios e exigências.

## 2.4.2 Campo de Aplicação

As Regras Técnicas de Instalações Elétricas de Baixa Tensão, aplicam-se às novas instalações elétricas, às ampliações ou modificações, bem como a partes de instalações existentes afetadas por essas alterações.

As Regras Técnicas de Instalações Elétricas de Baixa Tensão aplicam-se nomeadamente a:

- Edifícios de habitação;
- Edifícios de usos comerciais;
- Estabelecimentos recebendo público;
- Estabelecimentos industriais;
- Estabelecimentos agropecuários;
- Edifícios pré-fabricados;
- Caravanas, parques de campismo e instalações análogas;



Figura 2.1: Regras Técnicas das Instalações Elétricas de baixa tensão

- Estaleiros, feiras, exposições e outras instalações temporárias;
- Marinas e portos de recreio.

As Regras Técnicas de Instalações Elétricas de Baixa Tensão não se aplicam a:

- Veículos de tração elétrica;
- Instalações elétricas de automóveis;
- Instalações elétricas a bordo de navios;
- Instalações elétricas a bordo de aeronaves;
- Instalações de iluminação pública;
- Instalações em minas;
- Sistemas de redução das perturbações eletromagnéticas, na medida em que estas não comprometam a segurança das instalações;
- Cercas eletrificadas;
- Instalações de pára-raios de edifícios (embora tenham em conta as consequências dos fenómenos atmosféricos nas instalações elétricas, como por exemplo, na seleção de descarregadores de sobretensões); Tendo estas instalações regulamentação específica.

## 2.5 Exploração das instalações elétricas

A existência de um Técnico Responsável pela exploração das instalações elétricas e a realização de verificações periódicas após a entrada em funcionamento das instalações é um fator de

garantia para o bom estado de conservação e a consequente segurança dos utilizadores das instalações elétricas durante a sua vida útil.

O corpo legal aplicável às instalações elétricas de baixa tensão, impõe que um número muito significativo de instalações careçam de Técnico Responsável (TR) [5] pela exploração e outras que, embora não carecendo de Técnico Responsável pela exploração, necessitam da realização de uma vistoria anual. Esta informação encontra-se contida no Decreto-Lei n.º 26852 de 30 de Julho de 1936, com as alterações introduzidas pelo Decreto-Lei n.º 446/76, de 5 de Junho, Portaria n.º 344/89 de 13 de Maio, Decreto-Lei n.º 517/80 de 31 de Outubro, Decreto-Lei n.º 272/92 de 3 de Dezembro e ainda pelo Decreto-Lei n.º 101/2007, de 2 de Abril.

Verifica-se, contudo, a existência de um conjunto muito significativo de instalações não enquadradas no parágrafo anterior e que não carecem de Técnico Responsável pela exploração ou da realização obrigatória de uma vistoria anual.

## 2.6 Instalações que carecem de Técnico Responsável

Segundo o artigo 19 do Decreto-Lei 517/80 [6], no seu anexo V, (Decreto-Lei revogado), as instalações elétricas de serviço particular que carecem de Técnico Responsável pela exploração são:

1. Instalações de 1.<sup>a</sup> categoria, de potência instalada superior a 20 kVA.
2. Instalações de 2.<sup>a</sup> categoria e de 4.<sup>a</sup> categoria alimentadas em alta tensão.
3. Instalações de 4.<sup>a</sup> categoria alimentadas em baixa tensão, de potência instalada superior a 20 kVA.
4. Instalações estabelecidas em locais sujeitos a risco de explosão, de potência instalada superior a 20 kVA.
5. Instalações dos seguintes estabelecimentos recebendo público:
  - (a) Casas de espetáculos em recinto fechado de potência instalada superior a 10 kVA;
  - (b) Casas de espetáculos em recinto vedado de 1.<sup>o</sup> grupo;
  - (c) Estabelecimentos hospitalares e semelhantes do 1.<sup>o</sup> grupo;
  - (d) Estabelecimentos de ensino, cultura, culto e semelhantes do 1.<sup>o</sup> grupo;
  - (e) Estabelecimentos comerciais e semelhantes do 1.<sup>o</sup> grupo.
6. Instalações de estabelecimentos industriais que pertençam à 5.<sup>a</sup> categoria e empreguem mais de duzentas pessoas ou tenham potência superior a 100 kVA.
7. Instalações de estabelecimentos agrícolas e pecuários, de potência instalada superior a 100 kVA.

8. Instalações de balneários públicos e piscinas, de potência instalada superior a 10 kVA.
9. Instalações de parques de campismo e de portos de recreio (marinas).
10. Instalações de estaleiros de obras, de potência instalada superior a 10 kVA.

Comentário do Decreto-lei "Os grupos referidos no n.º 5 são os definidos nos artigos 489.º, 493.º, 503.º e 508.º do Regulamento de Segurança de Instalações de Utilização de Energia Elétrica, aprovado pelo Decreto-Lei 740/74, de 26 de Dezembro[3], (legislação revogada)."

## **2.7 Instalações que não carecem de Técnico Responsável**

As instalações que não carecem de Técnico Responsável pela exploração carecem de verificação periódica após a entrada em funcionamento.

O risco elétrico está presente em todas as instalações elétricas independentemente do tipo de utilização e das suas características.

Não é a potência contratada ou a dimensão física das instalações que potencia o perigo nas instalações elétricas mas fundamentalmente a qualificação dos utilizadores das mesmas e a falta de cuidados de conservação e de verificação das condições de proteção.

Um exemplo desta realidade é a grande quantidade de instalações elétricas residenciais sem eletrodo de terra, ou com valores de terra impróprios, que existem em todo o País com os riscos elétricos [2] que isso representa para os seus utilizadores.

### **Remodelações e alterações das instalações**

Sempre que se verifiquem alterações com impacto nas instalações elétricas é necessário uma verificação realizada pelo Técnico Responsável pela exploração das instalações (caso exista), pelo Técnico Responsável pelo projeto de aditamento (quando houver) e pelo Técnico Responsável pela execução, ou no caso de a instalação não ter Técnico Responsável pela exploração a realização de uma vistoria.

#### **2.7.1 Instalações sem Técnico Responsável que necessitam de vistoria anual**

1. Instalações de 1.<sup>a</sup> categoria e de 4.<sup>a</sup> categoria alimentadas em baixa tensão, de potência instalada compreendida entre 10 kVA e 20 kVA.
2. Instalações estabelecidas em locais sujeitos a riscos de explosão, de potência instalada igual ou inferior a 20 kVA.
3. Instalações dos seguintes estabelecimentos recebendo público:

- (a) Casas de espetáculo em recinto fechado, de potência instalada igual ou inferior a 10 kVA;
  - (b) Casas de espetáculo em recinto vedado do 2.º grupo;
  - (c) Estabelecimentos hospitalares e semelhantes do 2.º grupo;
  - (d) Estabelecimentos de ensino, cultura, culto e semelhantes do 2.º grupo;
  - (e) Estabelecimentos comerciais e semelhantes do 2.º grupo.
4. Instalações de estabelecimentos industriais que pertençam à 5.ª categoria e empreguem mais de 50 pessoas ou tenham potência instalada compreendida entre 20 kVA e 100 kVA.
5. Instalações de estabelecimentos agrícolas e pecuários que pertençam à 5.ª categoria, com potência instalada compreendida entre 20 kVA e 100 kVA.

## Capítulo 3

# Conceitos Gerais sobre Instalações elétricas

### 3.1 Introdução

Em termos de topologia, as instalações elétricas de utilização encontram-se na extremidade final da rede elétrica e são por isso responsáveis pela transferência da energia produzida para o consumidor exigindo-se as melhores condições técnicas e de segurança.

O presente capítulo dedica a sua atenção às instalações elétricas de utilização particular (tipo C, antiga categoria 5), por serem as de maior número e que se encontram em contacto direto com os consumidores de energia elétrica. Por outro lado, são também o tipo de instalações elétricas menos vigiadas devido ao facto de não haver qualquer obrigatoriedade de manutenção e inspeção periódica. Isto traz naturalmente maiores preocupações aos responsáveis Eletrotécnicos e às entidades administrativas do setor.

Estas instalações, principalmente as mais antigas, estão muitas vezes a funcionar em situações deficientes e de grande risco pondo em causa a segurança dos seus utilizadores.

A figura 3.1 representa uma planta típica de uma instalação elétrica de utilização com o traçado dos circuitos de tomadas de uma habitação.

Outra fonte de preocupação são as instalações de microprodução de energia fotovoltaica, para auto consumo, cada vez em maior número, devido à procura crescente de fontes de energia renováveis. Estas instalações são adicionadas às instalações elétricas existentes e devido às suas características específicas são fonte de novas preocupações de segurança das Pessoas. Como se sabe são instalações que envolvem equipamentos um pouco mais sofisticados e com tensões mais elevadas o que justifica ainda mais atenção de vigilância das mesmas.

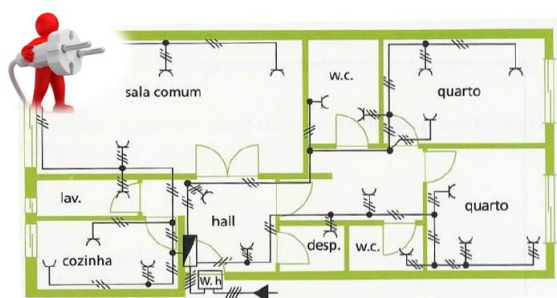


Figura 3.1: Circuito de tomadas

## 3.2 Tipos de instalações

Para efeitos legais, consideram -se instalações elétricas de serviço particular todas as instalações elétricas que não sejam objeto de exploração no âmbito de atividades legalmente consideradas de serviço público, nomeadamente de atividades de transporte e distribuição de energia elétrica. As instalações elétricas de serviço particular devem ser consideradas como sendo [7]:

### De tipo A (antiga 1ª categoria)

Instalações de carácter permanente com produção própria.

### De tipo B (antiga 2ª categoria)

Instalações que sejam alimentadas por uma rede pública em alta tensão.

### De tipo C (antiga 3ª e 5ª categoria)

Instalações de baixa tensão que não pertençam ao tipo A e situadas em recintos públicos ou privados destinados a espetáculos ou outras diversões, incluindo-se especificamente nesta categoria as instalações eléctricas de teatros, cinemas, praças de touros, casinos, circos, clubes, associações recreativas ou desportivas, campos de desporto, casas de jogo, autódromos e outros recintos de diversão e instalações que não pertençam a nenhuma das categorias anteriores e sejam alimentadas, em baixa tensão, por uma rede de distribuição.

## 3.3 Acerca do Projeto

### 3.3.1 Introdução

De um modo geral, entende-se por projeto de instalações elétricas de um edifício o documento que tem por objetivo o traçado e o dimensionamento das redes de canalizações e condutores de energia elétrica, incluindo acessórios e aparelhagem de manobra e proteção, indispensáveis ao funcionamento do equipamento da obra [8].

Para melhor compreensão entende-se por “Edifício”, nomeadamente, todos os estabelecimentos cuja utilização possa ser local de residência ou de uso profissional, estabelecimento recebendo



público, estabelecimento comercial, local de uso coletivo, estabelecimento de uso industrial e uso agrícola.

O projeto de instalações elétricas de serviço particular, tipo C, inclui, nomeadamente, alimentação de energia elétrica, quadros elétricos, iluminação normal e de emergência, sinalização de saída, circuitos de tomadas e de força motriz, terras de proteção, sistemas de proteção contra descargas atmosféricas e também sistemas de vídeo porteiro e sistemas de segurança contra intrusão.

### **3.3.2 Fases do Projeto**

A evolução temporal da conceção do projeto de instalações elétricas compreende várias fases de elaboração, que são função do grau de definição dos objetivos e constituição das instalações e equipamentos.

As fases do projeto podem ser repartidas da seguinte forma:

- Programa preliminar;
- Estudo prévio;
- Anteprojecto ou projeto base;
- Projeto de licenciamento;
- Projeto de execução;
- Assistência técnica.

A aceitação das fases do projeto está normalmente condicionada ao acordo prévio com a entidade promotora que designada “Dono da Obra”.

#### **Programa preliminar**

Constitui um documento no qual são definidos pelo dono da obra os objetivos, características orgânicas e funcionais, condicionalismos financeiros, custos e prazos de execução a observar na conceção de projeto. Este documento pode conter também as seguintes informações especiais:

- Ordem de grandeza das capacidades dos diferentes equipamentos;
- Localização dos equipamentos, edifícios e instalações necessárias ao seu funcionamento.

#### **Estudo prévio**

Constitui um documento elaborado pelo autor do projeto com base no programa preliminar, no qual são definidas de um modo geral, as soluções preconizadas para a realização da obra. O estudo prévio inclui:

- Memória descritiva com a descrição geral das instalações;
- Elementos gráficos elucidativos das soluções propostas;
- Dimensionamento aproximado dos principais equipamentos;

- Localização dos principais equipamentos, por exemplo;
- Postos de transformação, centrais de emergência;
- Pré-avaliação de potências elétricas;
- Estimativa de custo da obra.

### **Anteprojeto ou projeto base**

Constitui o desenvolvimento do estudo prévio, após aprovação pelo dono da obra, apresentando com maior grau de pormenor alguns aspetos da solução ou soluções alternativas. É composto por:

- Peças escritas que descrevam as soluções adotadas;
- Plantas à escala apropriada com a implantação de aparelhagem e equipamentos, nomeadamente aparelhos de iluminação, tomadas, quadros elétricos e equipamentos específicos;
- Eventualmente, estudos técnico-económicos que suportem as soluções apresentadas.

### **Projeto de licenciamento**

Constitui um documento elaborado pelo autor do projeto a partir do estudo prévio ou do anteprojeto aprovado pelo dono da obra, que se destina à obtenção de licença de construção e ligação à rede pública de distribuição de energia, e que será apreciado pelas entidades competentes para verificação do cumprimento das disposições regulamentares, e de toda a legislação aplicável. O projeto de licenciamento, inclui:

- Memória descritiva e justificativa com a descrição geral das instalações e apresentação dos cálculos de dimensionamento dos circuitos de alimentação;
- Plantas à escala apropriada (tipicamente 1/100), com o traçado de circuitos e a implantação de aparelhagem e equipamentos;
- Cortes e alçados à escala 1/20 com implantação de equipamento, (caso de postos de transformação e grupos de emergência);
- Esquemas unifilares de quadros elétricos e diagramas de princípio;
- Fichas Eletrotécnica e de Identificação;
- Termo de responsabilidade.

### **Projeto de execução**

Constitui um documento elaborado pelo autor do projeto a partir do projeto de licenciamento aprovado, que se destina a constituir um processo a apresentar a concurso para adjudicação da empreitada de execução dos trabalhos. Inclui:

- Caderno de encargos;
- Memória descritiva com a descrição geral das instalações;
- Plantas à escala apropriada (tipicamente 1/100), com o traçado de circuitos e a implantação de aparelhagem e equipamentos;
- Cortes e alçados à escala 1/20 com implantação de equipamento, (caso de postos de transformação e grupos de emergência);

- Esquemas unifilares de quadros elétricos e diagramas de princípio;
- Listas de medições e de orçamento.

#### **Assistência técnica**

Corresponde à prestação de serviços complementares, no acompanhamento do processo de concurso e adjudicação, e durante a execução da obra.

##### Durante o processo de concurso:

- Preparação do concurso para adjudicação da empreitada;
- Prestação de esclarecimentos e informações solicitados por candidatos;
- Avaliação das propostas, estudo, comparação de preços e prazos de execução e capacidade técnica dos candidatos à execução da obra.

##### Durante a execução da obra:

- Esclarecimentos de dúvidas de interpretação e prestação de informações complementares relativas a ambiguidades e omissões de projeto;
- Avaliação de documentos técnicos apresentados pelos empreiteiros;
- Assistência ao dono da obra na verificação da qualidade dos materiais e da execução dos trabalhos, fornecimento e montagem dos equipamentos e instalações.

A assistência técnica não abrange normalmente a direção, administração e fiscalização da obra.

### **3.3.3 Guia prático para um projeto de habitação**

A CERTIEL tem vindo ao longo dos anos a fornecer informação técnica aos Profissionais de eletrotecnia no sentido de lhes permitir realizar o seu trabalho o mais correto possível. Nesta sequência a CERTIEL publica diversos documentos orientativos, que estão disponíveis para consulta no seu site.

Uma das publicações disponível, com interesse para o presente capítulo, é o "Guia prático para elaboração de projetos de instalações elétricas do tipo C"[9], que a seguir se descreve resumidamente.

O exemplo descrito é para um projeto de habitação num edifício de propriedade horizontal, cujo índice geral é o seguinte:

- Objetivo;
- Tipos de instalações e características das mesmas;
- Descrição geral das instalações;
- Dimensionamento das canalizações e circuitos;
- Classificação dos locais quanto à influência externa, utilização e construção;
- Normas e regulamentos;
- Normalização de materiais;
- Instalação coletiva e entradas;

- Quadros elétricos;
- Tomadas de corrente;
- Iluminação;
- Sistemas de proteção de pessoas para garantir a segurança;
- Verificação e manutenção das instalações.

**Os tipos de instalações e características devem ser descritos resumidamente como se segue:**

- Instalação coletiva;
- Quadro ou quadros de colunas;
- Coluna montante;
- Serviços comuns;
- Frações autónomas;
- Garagens;
- Lojas;
- Tubagens;
- Quadros elétricos;
- Iluminação;
- Tomadas;
- Cabos;
- Etc.

#### **Descrição geral das instalações**

As instalações devem ser descritas pormenorizadamente tais como, normas, regras, tipos de canalizações, proteções, etc.

#### **Dimensionamento das canalizações e circuitos**

Deverá ser efetuado o correto dimensionamento das canalizações e circuitos considerados no edifício a projetar, nomeadamente, quando de propriedade horizontal, o dimensionamento adequado da instalação coletiva e dos serviços comuns. É fundamental o respeito integral das RTI-EBT que fornecem todos os detalhes sobre as regras e normas a considerar para se obter a máxima segurança.

#### **Classificação dos locais quanto à influência externa, utilização e construção**

A classificação dos locais quanto à influência externa, utilização e construção são os definidos nas RTIEBT [4].

#### **Normalização dos materiais**

Por forma a satisfazer padrões de qualidade de uma instalação, deve-se definir as características gerais dos materiais a utilizar como condutores, tubos, quadros e aparelhos de proteção.

Associado aos materiais têm-se as normas dos mesmos, a marcação CE e a referência à classe de isolamento dos equipamentos, quando aplicável.

No caso de ser necessário deve-se fazer referências a:

- Características de construção;
- Eletrificação dos quadros;
- Aos barramentos;
- Que condutores ou cabos utilizar;
- Referência à marcação indelével dos circuitos;
- Aparelhagens a utilizar;
- Disjuntores e poder de corte;
- Diferenciais;
- Etc.

Todos os equipamentos devem ser referenciados em projeto de modo a clarificar devidamente quem os vai ler.

#### **Instalação coletiva e entradas**

Na instalação coletiva e nas entradas devem ser considerados os elementos da instalação que a seguir se mencionam:

- Troço Comum;
- Quadro de Colunas;
- Coluna;
- Caixas de Coluna;
- Entradas.

De modo a perceber cada um destes elementos devem ser consultadas as RTIEBT. O tipo de equipamento associado a cada elemento, bem como características dos mesmos, deve vir indicado, assim como normas, soluções adotadas, proteções, etc.

A figura 3.2 representa o diagrama de uma instalação coletiva de um edifício de habitação.

#### **Quadros elétricos**

Cada instalação elétrica deve ser dotada de um quadro de entrada de forma idêntica à descrição da instalação coletiva e entrada. O tipo de equipamento associado a cada elemento, bem como características dos mesmos, deve vir indicado.

#### **Tomadas de corrente**

As tomadas a utilizar nos locais de habitação, quando forem de corrente estipulada não superior a 16 A, devem possuir obturadores.

Quando forem de corrente estipulada superior a 16 A, devem ser dotadas de tampa e limitadas às estritamente necessárias às utilizações previstas.

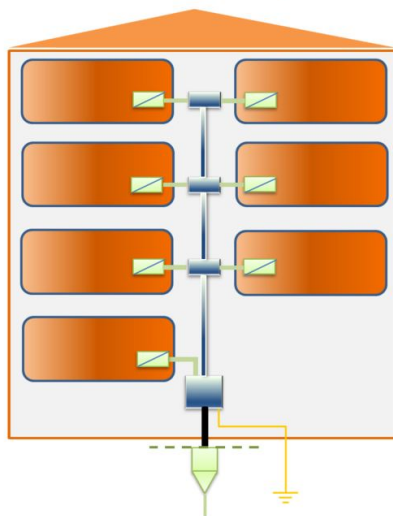


Figura 3.2: Edifício Habitacional

As referências à eletrificação, acessórios e características das tomadas, também são relevantes e devem vir definidas.

### **Iluminação**

Tratando-se de um local recebendo público recomenda-se a consulta das RTIEBT que define que devem existir dois circuitos de fases diferentes protegidos individualmente contra os contactos indiretos para que na falta de um circuito não deixe integralmente sem iluminação normal qualquer um desses locais. Todos os órgãos de comando devem ser referenciados, nomeadamente a iluminação normal, iluminação nas casas de banho, iluminação exterior, iluminação em arrecadações e iluminação de socorro. As referências à eletrificação, acessórios e tipos de luminárias, também são relevantes e devem ser definidas.

### **Sistemas de proteção para garantir a segurança**

Os sistemas de proteção destinam-se a garantir a segurança das pessoas, dos animais e dos bens contra os perigos e os danos que possam resultar da utilização das instalações elétricas nas condições que possam ser razoavelmente previstas. Assim deve ser tido em conta a proteção contra os choques elétricos e assim deverá ser previsto sistemas de:

- Proteção contra contactos diretos;
- Proteção contra contactos indiretos;
- Proteção contra os efeitos térmicos;
- Proteção contra sobreintensidades;
- Proteção contra sobretensões.

## 3.4 Acerca da Instalação

As instalações elétricas são executadas com base num projeto elétrico quando este existe ou na sua falta segundo as boas práticas (ou más práticas) de quem as executa.

A realidade do nosso País mostra que há muitas falhas na conceção das instalações elétricas e isso é mais notório quando são executadas sem um projeto.

Outra realidade muito frequentemente é a pressão feita por empresas comerciais para a inclusão nas instalações elétricas particulares de tecnologias e materiais por vezes pouco funcionais e com preço elevado, sem um critério fundamentado que traduza vantagens objetivas para os seus utilizadores ou de racionalização de energia.

## 3.5 Acerca da utilização (exploração)

### 3.5.1 Uso residencial ou profissional

As instalações elétricas de uso residencial e profissional são as instalações mais numerosas e aquelas com que lidamos assiduamente. Por esse motivo devemos mante-las nas melhores condições de funcionamento e segurança possível porque são essenciais para o nosso dia a dia em casa e no trabalho.

Embora saibamos que uma instalação elétrica é uma estrutura fiável, isso não é razão para nos despreocuparmos com a sua manutenção.

A tecnologia das instalações elétricas desenvolveu-se bastante nos últimos anos devido aos sistemas de comunicação e processamento digital que nos deu acesso a um conjunto imenso de facilidades que outrora não havia. Podemos fazer quase tudo o que quisermos através de componentes parametrizáveis com software especial.

As tecnologias atuais proporcionam mais conforto de utilização e controlam melhor o funcionamento da instalação elétrica.

Alguns exemplos de tecnologia utilizada atualmente nas instalações elétricas suportados em tecnologia KNX [10]:

- motorização elétrica de estores;
- controlo de luminosidade por regulação de fluxo;
- comando automático de iluminação com detetor de movimento;
- comando centralizado e remoto de circuitos
- sistema de video e comunicação de voz

Os sistemas de gestão descentralizada baseados em redes de 2 condutores e protocolo padronizado KNX [10], programável por computador é uma realidade desde 1999 e tem vindo a desenvolver-se e a implantar-se como um standard que não se pode ignorar.

Outra realidade que importa realçar nas instalações elétricas de uso particular tem a ver com a falta de conhecimento técnico dos seus utilizadores no que respeita ao funcionamento dos equipamentos constituintes e no que respeita aos perigos mais comuns por deficiências e mau estado de conservação.

Pelo facto das instalações elétricas residenciais serem privadas não é possível conhecer e acompanhar o estado de funcionamento destas sem um regular acesso para uma verificação periódica por parte de profissionais competentes. Isto aplica-se naturalmente ao conjunto de instalações de uso comum e coletivo existente nos edifícios de propriedade horizontal disseminados por todo o lado.

Algumas situações mais comuns e perigosas nas instalações elétricas de uso residencial poderiam ser resolvidas pelos próprios utilizadores caso tivessem minimamente habilitados com alguns conhecimentos práticos em situações simples como por exemplo:



Figura 3.3: Tomada queimada por arco elétrico devido a mau contacto elétrico

- Tomadas danificadas, com folga nos alvéolos, provocando aquecimento excessivo queimando as partes isolantes;
- Condutores elétricos mal apertados e torçadas nas caixas de aparelhagem com ligação deficiente provocando falhas de conexão e dando lugar a aquecimento.

A figura 3.3 mostra uma tomada com o plástico queimado devido a sobreaquecimento.

### 3.6 Patologias das instalações elétricas

Para além do trabalho meritório feito pela CERTIEL a quem se deve a divulgação de publicações de diversos Autores não há muita literatura disponível e acessível que trate o assunto das patologias das instalações elétricas de forma analítica e sistematizada.

A propósito desta lacuna pretende-se chamar a atenção nesta dissertação para a importância deste assunto e nesse sentido salienta-se um trabalho muito interessante do Senhor Engenheiro José Neves dos Santos, Professor na Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto (FEUP) [11], onde este faz uma enumeração detalhada dos principais problemas que surgem nas instalações elétricas de utilização apresentando uma listagem das patologias para mais tarde virem a ser



objeto de desenvolvimento futuro quer nas suas causas quer nas soluções a implementar para cada caso.

A figura 3.4 mostra um exemplo típico de uma tomada elétrica com sobrecarga.

A figura 3.5 mostra um quadro elétrico antigo com fusíveis.



Figura 3.4: Tomadas



Figura 3.5: Quadro elétrico

A listagem que se segue é o articulado completo de um documento que pretende reunir as patologias mais importantes que ocorrem nas instalações elétricas de edifícios de habitação e uso profissional [11]:

## **"Patologias, disfunções e ineficiências em habitações antigas**

### **1. Patologias, disfunções e ineficiências em habitações antigas**

#### 1.1 Nota introdutória

#### 1.2 **Acidentes de origem elétrica: generalidades**

##### 1.2.1 Caracterização das causas gerais (fatores de risco)

##### 1.2.2 Principais consequências (riscos) para pessoas e bens

##### 1.2.3 Princípios gerais de mitigação do risco (pessoas)

##### 1.2.4 Situação em Portugal: factos e números

#### 1.3 **Caracterização das patologias e disfunções**

##### 1.3.1 Instalação (original) sub-dimensionada (face às necessidades atuais)

###### 1.3.1.1 Ausência de quadros parciais

###### 1.3.1.2 Reduzido número de circuitos

###### 1.3.1.3 Insuficiência de pontos de luz

###### 1.3.1.4 Insuficiência de tomadas

### 1.3.2 Instalação (original) concebida segundo critérios desatualizados

1.3.2.1 Regulamentação elétrica de segurança (bt) em Portugal: breve síntese histórica

1.3.2.2 Dispositivo de corte geral (ace do distribuidor) dificilmente acessível

1.3.2.3 Dispositivo diferencial (na origem da instalação) inexistente ou de sensibilidade não adequada às condições de ligação à terra

1.3.2.4 Ausência de ligação à terra (inexistência de eletrodo de terra) / ligação à terra através de canalizações metálicas de outras instalações

1.3.2.5 Ligação equipotencial principal não existente ou não abrangendo todas as massas da instalação ou mal concebida

1.3.2.6 Ausência de ligações equipotenciais suplementares (quartos de banho)

1.3.2.7 Utilização de tubagens de diâmetro reduzido (canalizações embebidas)

1.3.2.8 Canalizações sem condutor de proteção distribuído

1.3.2.9 Canalizações de secção insuficiente (baixa)

1.3.2.10 Condutor neutro único (à saída do qe) ou comum a vários circuitos

1.3.2.11 Materiais e equipamentos elétricos instalados em volumes de proteção interditos pelos critérios atuais (quartos de banho)

1.3.2.12 Utilização de tomadas sem alvéolos protegidos

1.3.2.13 Utilização de tomadas sem contacto de terra

1.3.2.14 Utilização de materiais e equipamentos proscritos

1.3.2.15 Soluções de montagem interditas (face aos critérios atuais)

1.3.2.16 Anexos de instalações de habitações (prédios coletivos) alimentadas a partir da instalação coletiva

1.3.2.17 Equipamentos de utilização das partes comuns (prédios coletivos) alimentados a partir de habitações

1.3.2.18 Equipamentos de utilização das partes comuns (nomeadamente ascensores) não alimentados diretamente do quadro de colunas

1.3.3 Instalação ampliada / intervencionada sem as devidas precauções

1.3.3.1 Dispositivo diferencial (na origem da instalação) de sensibilidade não adequada às condições de ligação à terra

1.3.3.2 (troços de) canalizações ampliadas com quebra de continuidade do condutor de proteção

1.3.3.3 Ligação equipotencial principal não abrangendo os elementos condutores de instalação posterior

1.3.3.4 Ligações equipotenciais suplementares (quartos de banho) não abrangendo os elementos condutores de instalação superior

1.3.3.5 Ligação à terra seccionada (caso de instalações independentes de instalações intervencionadas, mas partilhando o eletrodo de terra)

1.3.3.6 Número exagerado de tomadas por circuito (extensão de circuitos de tomadas – realizada a partir de uma tomada pré-existente)

1.3.3.7 Realização de derivações de circuitos de tomadas para estabelecimento de troços de circuitos de iluminação

1.3.3.8 Realização de derivações de circuitos de iluminação para estabelecimento de troços de circuitos de tomadas

1.3.3.9 Utilização (em canalizações) de cores não autorizadas (condutores neutro e de proteção)

1.3.3.10 Utilização indevida da coloração do condutor neutro no condutor de retorno (aparelhagem de comando da iluminação)

1.3.3.11 Condutor neutro comum a vários circuitos (alimentação convertida de trifásico para monofásico)

1.3.3.12 Aparelhagem de comando (da iluminação) unipolar, ligada ao lado do condutor neutro

1.3.3.13 Invólucros de equipamentos (canalizações / utilização / aparelhagem) não adequados às influências externas

1.3.4 Deficiências associadas ao envelhecimento e desgaste dos materiais e/ou má utilização dos mesmos

1.3.4.1 Dispositivos de proteção avariados

1.3.4.2 Cabos ou condutores com isolamento fissurado

1.3.4.3 Ligações elétricas resistentes (corrosão) em circuitos de proteção / de terra

1.3.4.4 Aparelhagem terminal partida (invólucro) ou com fixação deficiente às caixas de aparelhagem

1.3.4.5 Tomadas com risco elevado de contacto direto por deposição de camadas de gordura / sujidade / humidade (cozinhas)

1.3.4.6 Excesso de fios pelo chão

1.3.4.7 Demasiados aparelhos ligados à mesma tomada

#### 1.4 Caracterização das ineficiências

1.4.1 Canalizações com apreciáveis perdas de energia (carga elevada e/ou elevados comprimentos e/ou baixas secções)

1.4.2 Ineficiência da instalação (de utilização) de iluminação (lâmpadas e/ou balastros obsoletos)

1.4.3 Consumos desnecessários da instalação de iluminação (ausência de variadores de luz e/ou detetores de movimento e/ou de zonas de comando independentes)

1.4.4 Circulação de energia reativa em excesso (circuitos de iluminação fluorescente com balastros magnéticos)

1.4.5 Potência contratada superior à (de facto) utilizada / instalação (desnecessariamente) trifásica

1.4.6 Potência contratada superior à (de facto) utilizada / instalação e/ou equipamentos ineficiente (s) e/ou má gestão do diagrama de cargas

## **2. Tipificação das intervenções para a melhoria do desempenho das instalações**

2.1 Coluna montante de secção mais generosa

2.1.1 O conceito de secção económica

2.1.2 Exemplo de aplicação: caracterização

2.1.3 Solução proposta: caracterização, vantagens

2.2 Circuitos de tomadas em maior número

2.2.1 Exemplo de aplicação: caracterização

2.2.2 Solução proposta: caracterização, vantagens

2.3 Instalação de (utilização de) iluminação mais eficiente

2.3.1 Exemplo de aplicação: caracterização

2.3.2 Solução proposta: caracterização, vantagens

2.4 Instalação de (circuitos de) iluminação mais eficiente

2.4.1 Perdas num condutor elétrico em função do fator de potência

2.4.2 Exemplo de aplicação: caracterização

2.4.3 Solução proposta: caracterização, vantagens

2.5 Comando da iluminação para uma utilização mais racional

2.5.1 Dispositivos para comando automático da iluminação

2.5.2 Exemplo de aplicação: caracterização

2.5.3 Solução proposta: caracterização, vantagens

2.6 Potência contratada (de facto) adaptada ao consumo

2.6.1 Instalação alimentada em corrente trifásica

2.6.1.1 Riscos associados a um corte extemporâneo do condutor neutro

2.6.1.2 Exemplo de aplicação: caracterização

2.6.1.3 Solução proposta: caracterização, vantagens

2.6.2 Instalação alimentada em corrente monofásica

2.6.2.1 Exemplo de aplicação: caracterização

2.6.2.2 Solução proposta: caracterização, vantagens"

### **3.7 Tecnologias de gestão e automatização das instalações**

As instalações elétricas habitualmente são projetadas seguindo os requisitos do Arquiteto da obra (quando existe) e do Proprietário o qual, normalmente, só demonstra as suas preferências nos modelos do material que fica visível e nas tecnologias da atualidade.

Com o desenvolvimento das tecnologias de automatização e gestão técnica dos últimos anos, há uma pressão comercial muito grande no mercado da construção, junto de Projetistas, Construtores e Proprietários de Obra no sentido de aderirem a soluções tecnológicas de instalações elétricas muitas vezes pouco testadas e dispersas sem grande valor acrescido para a qualidade e eficiência.

É justo referir, no entanto, que os sistemas de gestão técnica evoluíram de forma extraordinária ao longo dos últimos anos e são de grande importância para as instalações de média e grande dimensão. Nessas instalações de grande dimensão estes sistemas de gestão técnica são, aliás, prática obrigatória sem o que não seria possível gerir os seus circuitos elétricos com a notável eficiência de funcionamento, fiabilidade e segurança.

O sistema KNX é atualmente o que tem maior referência por ser o mais compatível e adotado no espaço europeu e partilhado pela maioria das marcas de materiais.

O sistema KNX foi criado em Maio de 1999 [10], com a fusão das associações:

- EIBA (European Installation Bus Association)
- EHSA (European Home Systems Association)
- BCI (BatiBUS Club International)

Foi assim fundada uma nova associação designada “KNX Association cvba”, responsável pela normalização, desenvolvimento e gestão do software cujo protocolo de comunicação é partilhado pelos diversos Associados nos seus materiais constituindo um grande sucesso de normalização e um padrão no "home automation and building control". O sistema KNX permite responder a todo o tipo de exigências de automatização e comando em instalações elétricas e será seguramente uma tecnologia de futuro, apesar do elevado custo dos materiais, pois retorna mais eficiência, fiabilidade e melhor e gestão energética.

## 3.8 Instalações fotovoltaicas

### 3.8.1 Introdução

A instalação de unidades de microprodução fotovoltaicas tem aumentado muito rapidamente em moradias e edifícios devido a uma maior procura de fontes de energia renovável quer por razões económicas, quer por haver maior consciência da preservação do ambiente. Este aumento, por sua vez, conduziu a um incremento acentuado do número de entidades instaladoras que, muitas vezes por falta de formação ou de cuidado, não cumprem todas as medidas de segurança.



Figura 3.6: Painéis Foto Voltaicos



Figura 3.7: Inversor DC/AC

A figura 3.6 mostra um exemplo de uma instalação de painéis fotovoltaicos instalados na cobertura do edifício.

A figura 3.7 mostra um inversor instalado na parede no interior de uma habitação.

### 3.8.2 Características

As unidades de microprodução fotovoltaicas (FV) têm certas características que não podem ser esquecidas durante as fases do projeto e da execução sob pena de conduzir a riscos de segurança.

#### Módulos FV

Os módulos FV deverão estar conforme a NP EN 61730, que garante nomeadamente, o cumprimento do duplo isolamento elétrico classe II.

#### Inversores

Os Inversores têm como funções converter a corrente contínua em corrente alternada em fase com a rede de distribuição, permitir o funcionamento dos módulos FV no máximo da sua potência para qualquer que seja a incidência solar e temperatura e garantir que se desconecta em caso de problemas na rede, tais como variações anormais de tensão, frequência ou falta de tensão na rede. A esta função chama-se “proteção de desacoplagem”;

### **Proteção contra as sobreintensidades do lado AC**

#### ***Na proteção contra sobrecarga:***

O valor de  $I_n$  do aparelho de proteção do lado AC é definido pelas condições de ligação à rede - Secção 563.3 das R.T.I.E.B.T [4]

#### ***Na proteção contra curto-circuitos:***

Regra geral, um poder de corte de 3 KA será suficiente para o dispositivo de proteção, devendo no entanto ser consultado o Operador da Rede de Distribuição (ORD). A utilização de disjuntor é obrigatória, não sendo permitida a proteção através de fusíveis.

### **Proteção contra as sobreintensidades do lado DC**

Os cabos de string dispensam aparelhos de proteção contra sobreintensidades caso a sua corrente máxima admissível ( $I_z$ ) seja igual ou superior a  $1,25 \times I_{cc\ STC}$  dessa mesma string.

O cabo principal deverá ser dimensionado para que seja dispensada a proteção contra sobreintensidades, devendo ser garantido que a sua corrente máxima admissível ( $I_z$ ) seja igual ou superior a  $1,25 \times I_{cc\ STC}$  da unidade de microprodução.

Das características específicas de um sistema FV, destacam-se os seguintes possíveis problemas:

1. Os módulos FV enquanto expostos à radiação solar produzem energia, logo é necessário evitar que terminais em carga estejam acessíveis;
2. Os módulos FV são dispositivos limitadores de corrente e a corrente de curto-circuito é ligeiramente superior à corrente de funcionamento, o que leva a que fusíveis sejam ineficientes para a proteção contra curtos-circuitos;
3. Uma instalação FV inclui cablagem DC, com a qual nem todos os instaladores estão familiarizados, o que pode resultar em maus contactos elétricos e consequentemente em arcos elétricos;
4. Finalmente, os riscos de choque elétrico devido às elevadas tensões nos inversores DC/AC.

### **3.8.3 Segurança**

As instalações FV por serem uma realidade recente e pelas suas características próprias requerem uma maior atenção por parte de todos os Profissionais Responsáveis no que respeita à sua execução com o objetivo de evitar riscos para as Pessoas e animais, nomeadamente em relação às partes de corrente contínua onde se destaca o tipo de ligações e proteções que devem ser usadas, ligações à terra, proteções contra choques elétricos, contra sobreintensidades e contra sobreensões.

Acompanhado das medidas de segurança, deverá ser feita uma verificação ao correto funcionamento e seleção dos diversos componentes a instalar, nomeadamente:

- Cabos monocondutores com isolamento de classe II;
- Módulos FV com inclinação igual à latitude do local;
- Inversores adequados à potência total do gerador e à configuração da instalação;
- Meios de seccionamento e de sinalética de fácil interpretação e boa visibilidade.

A figura 3.8 mostra um diagrama de uma instalação elétrica fotovoltaica exemplo.

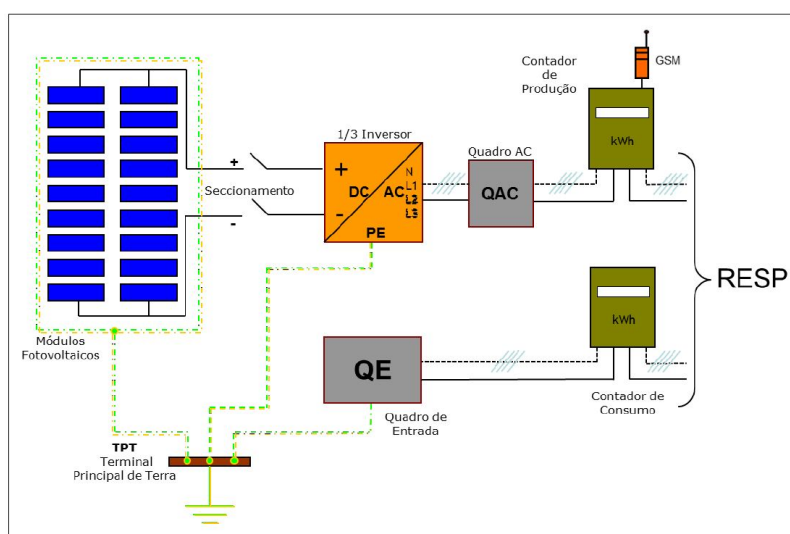


Figura 3.8: Esquema geral de uma instalação fotovoltaica



## Capítulo 4

# Técnicos Responsáveis. Tipos e Enquadramento da Atividade

### 4.1 Introdução

O Estatuto do Técnico Responsável por Instalações Eléctricas de Serviço Particular vertido no Decreto regulamentar n.º 31/83 de 18 de Abril [5] e alterado pelo Decreto-Lei n.º 229/2006 [12] define as condições legais para o acesso a função.

O Estatuto do Técnico Responsável por Instalações Eléctricas de Serviço Particular, aprovado pelo Decreto Regulamentar 31/83, de 18 de Abril [5], estabelecia que, consoante os requisitos nele fixados, podiam ser Técnicos Responsáveis os engenheiros eletrotécnicos, os engenheiros técnicos da especialidade de eletrotecnia, bem como os eletricistas, desde que, todos eles, estivessem inscritos na Direcção-Geral de Energia e Geologia [13].



Figura 4.1: Técnico Responsável verificando um quadro elétrico

O referido Estatuto mantém-se em vigor, tendo merecido uma única alteração, relativa à entidade da administração pública central à qual passou a competir a inscrição dos referidos técnicos. Com efeito, o Decreto-Lei 5/2004, de 6 de Janeiro, que aprovou a lei orgânica das direções regionais da economia, estabelece como atribuição destes serviços desconcentrados a inscrição dos Técnicos Responsáveis pelo projeto, execução e exploração de instalações elétricas.

Esta exigência de inscrição em serviços da Administração Pública, no que respeita aos Técnicos Responsáveis que sejam engenheiros eletrotécnicos e engenheiros técnicos da especialidade de eletrotecnia, corresponde a uma formalidade desnecessária, já que, atualmente, os mesmos devem estar obrigatoriamente inscritos na respetiva Ordem e na associação profissional, de acordo com os seus Estatutos.

Com efeito, por força do artigo 3.º dos Estatutos da Ordem dos Engenheiros (OE) [14] [15], aprovados pelo Decreto-Lei 119/92, de 30 de Junho, a atribuição do título, o seu uso e o exercício da profissão de engenheiro dependem da inscrição como membro efetivo daquela Ordem.

Por sua vez, o artigo 4.º dos Estatutos da Associação Nacional dos Engenheiros Técnicos, aprovados pelo Decreto-Lei 349/99, de 2 de Setembro, estabelece que a atribuição do título, o seu uso e o exercício da profissão de engenheiro técnico dependem de inscrição como membro desta Associação.

Já no que respeita aos Técnicos Responsáveis por instalações elétricas de serviço particular que sejam eletricitas, como não há nenhuma obrigação de inscrição em qualquer associação profissional, justifica-se, neste caso, manter a necessidade de inscrição em serviço da Administração Pública.

## **4.2 Responsabilidades**

As responsabilidades, atribuições e obrigações dos Técnicos Responsáveis pela exploração de instalações elétricas deve ser suportada numa forte componente prática com recurso a dispositivos de medição adequados como analisadores de rede, multímetros, pinças amperimétricas e câmara termográfica.

Os Técnicos responsáveis deverão ser capazes de:

- Avaliar as características da instalação e definir o nível de acompanhamento necessário para a exploração da instalação;
- Definir o plano de ensaios, medições e verificações aplicável;
- Realizar ensaios, medições e verificações utilizando os equipamentos e ferramentas adequadas em cumprimentos dos requisitos de segurança;
- Elaborar relatórios de inspeções utilizando modelo nº 937;
- Identificar as necessidades de manutenção das instalações elétricas em função dos resultados obtidos.

### 4.3 Acesso à atividade de execução

Nos termos do artigo 4º da Lei n.º 14/2015 de 16 de Fevereiro [16] podem exercer a atividade de execução de instalações elétricas de serviço particular as entidades instaladoras, pessoas coletivas ou empresários em nome individual, e estas devem dispor de Técnicos Responsáveis pela execução das instalações elétricas, conforme a classe de obra e a subcategoria de obra ou trabalho em causa, nos termos do regime jurídico aplicável ao exercício da atividade da construção e respetivos profissionais.

### 4.4 Técnico responsável pela execução

#### Disposições legais

De acordo com o artigo 5 da Lei n.º 14/2015 de 16 de Fevereiro [16] para o acesso e exercício da atividade de Técnico Responsável pela execução de instalações elétricas de serviço particular, nos termos do regime jurídico da atividade da construção, é necessário possuir:

- a) Título de engenheiro da especialidade de engenharia eletrotécnica;
- b) Título de engenheiro técnico da especialidade de engenharia de energia e de sistemas de potência;
- c) Qualificação de dupla certificação, obtida por via das modalidades de educação e formação do Sistema Nacional de Qualificações, que integrem unidades de formação de curta duração na área das instalações elétricas e respeitem os conteúdos definidos no Catálogo Nacional de Qualificações; ou
- d) Conclusão, com aproveitamento, das unidades de formação de curta duração na área das instalações elétricas, integradas no Catálogo Nacional de Qualificações.

O Técnico Responsável pela execução de instalações elétricas de serviço particular que não seja engenheiro da especialidade de engenharia eletrotécnica ou engenheiro técnico da especialidade de engenharia de energia e de sistemas de potência só pode assumir a responsabilidade pela execução de redes de distribuição, postos de transformação e instalações de produção caso possua uma qualificação de dupla certificação do sistema nacional de qualificações da área das instalações elétricas de nível 4, ou superior, do Quadro Nacional de Qualificações. O técnico antes referido que exerça a sua atividade no âmbito de uma EI só pode executar instalações elétricas de serviço particular de tensão até 30 kV e potência até 0 kVA.

## 4.5 Técnico responsável pelo projeto

### Disposições legais

Segundo o Artigo 19 da Lei n.º 14/2015 o Técnico Responsável pelo projeto de instalações elétricas de serviço particular deve ser engenheiro da especialidade de engenharia eletrotécnica ou engenheiro técnico da especialidade de engenharia de energia e sistemas de potência, nos termos do regime jurídico aplicável ao exercício da atividade dos profissionais da construção, estando sujeito ao cumprimento das regras legais e demais requisitos de exercícios aplicáveis à atividade de conceção das instalações elétricas de serviço particular.

## 4.6 Técnico responsável pela exploração

### Disposições legais

Segundo o Artigo 20 da Lei n.º 14/2015 o Técnico Responsável pela exploração de instalações elétricas de serviço particular, cuja presença seja exigida nos termos do respetivo regime legal, nomeadamente para as instalações de serviço particular que apresentam maior risco para a proteção de pessoas e bens e maior complexidade, deve possuir:

- a) Título de engenheiro da especialidade de engenharia eletrotécnica;
- b) Título de engenheiro técnico da especialidade de engenharia de energia e de sistemas de potência;
- c) Qualificação de dupla certificação de, pelo menos, nível 4 do Quadro Nacional de Qualificações, obtida por via das modalidades de educação e formação do Sistema Nacional de Qualificações, que integrem unidades de formação de curta duração na área das instalações elétricas e respeitem os conteúdos definidos no Catálogo Nacional de Qualificações; ou
- d) No mínimo, o 12.º ano de escolaridade e conclusão, com aproveitamento, das unidades de formação de curta duração na área das instalações elétricas, integradas no Catálogo Nacional de Qualificações.

Para os efeitos do referido, os técnicos de exploração que não sejam engenheiros da especialidade de engenharia eletrotécnica ou engenheiros técnicos da especialidade de engenharia de energia e de sistemas de potência só podem assumir a responsabilidade pela exploração de instalações elétricas de tensão até 30 kV e potência até 250 kVA.

O Técnico Responsável pela exploração de instalações elétricas de serviço particular deve possuir um seguro de responsabilidade civil válido para cobrir quaisquer danos corporais e materiais sofridos por terceiros, no decurso e em resultado do exercício da sua atividade no valor de 50 000 euros.

O seguro referido no número anterior pode ser substituído por seguro, garantia financeira ou instrumento equivalente, que cubra, nos termos previstos nos números anteriores, as respetivas atividades a exercer em território nacional, nos termos do artigo 13.º do Decreto –Lei n.º 92/2010, de 26 de julho.

O Técnico Responsável pela exploração de instalações elétricas de serviço particular pode desempenhar atividade de Técnico Responsável pela execução de instalações elétricas de serviço particular.

Antes do início da atividade, os Técnicos Responsáveis pelo projeto, pela execução e pela exploração, e as entidades instaladoras devem registar -se no Sistema de Registo de Instalações Elétricas de Serviço Particular (SRIESP), a aprovar por decreto-lei, devendo apresentar os seguintes documentos:

- a) No caso dos engenheiros ou engenheiros técnicos, cópia do documento emitido pelas respetivas ordens profissionais;
- b) No caso dos Técnicos Responsáveis pela execução ou pela exploração que não se incluam na alínea anterior, o cartão emitido pela DGEG; e
- c) No caso das entidades instaladoras, cópia do documento que ateste a atribuição de permissão pelo Instituto da Construção e do Imobiliário, I. P., bem como cópia simples do seguro obrigatório previsto para estas atividades na presente lei.

#### **Comentário**

Ainda não foi criado o Sistema de Registo de Instalações Elétricas de Serviço Particular (SRIESP) o que esta a trazer constrangimentos a todos os Técnicos Responsáveis que já exercem a sua atividade profissional.

## **4.7 Deontologia profissional**

Os Profissionais Eletrotécnicos devem possuir atributos que os caracterize pela sua competência e atitudes. Devem, portanto, ter uma conduta irrepreensível, digna, com elevação e que prestigie a sua profissão.

As suas decisões e responsabilidades devem pautar-se pela sustentabilidade das soluções adotadas de engenharia que oferece aos seus Clientes e a sociedade, sem esquecer o compromisso com a segurança, o ambiente, os recursos naturais, a economia, a qualidade e a objetividade.

Nas suas atitudes profissionais deve ter um relacionamento ético e de boa-fé, lealdade, isenção, cooperação, diligência, sobriedade e discrição.



## Capítulo 5

# Conceitos Gerais sobre Segurança e Riscos elétricos

### 5.1 Introdução

A segurança de Pessoas e bens, no âmbito da utilização das instalações elétricas, depende da forma como estas são projetadas, executadas, exploradas e conservadas. Para o efeito foram estabelecidas regras de segurança e normas para os materiais e equipamentos empregues na realização das instalações elétricas. A verificação do cumprimento dessas regras e normas, que permitem as necessárias condições de segurança dos utilizadores da energia elétrica, são atualmente executadas por Entidades Certificadoras, por delegação da Administração Pública.



Figura 5.1: Riscos elétricos

### 5.2 Riscos da eletricidade

A eletricidade é potencialmente perigosa pelos seus efeitos mortais e ainda mais porque não é possível detetar a sua presença em objetos senão por instrumentação adequada pois como se sabe ela é invisível e inodora. Esta é uma razão importante para se aprofundar as medidas de segurança no uso da eletricidade pois só dessa forma se podem evitar acidentes graves de consequências

imprevisíveis tais como a morte por eletrocussão e incêndios cuja tragédia é bem conhecida.

Sabe-se que muitos acidentes com a eletricidade têm origem em atitudes incorretas das Pessoas, como por exemplo:

- A utilização de equipamentos elétricos danificados ou em tarefas inadequadas;
- Tocar equipamentos que se pensa estarem desligados mas que não estão;
- Usar equipamentos sem o devido conhecimento do seu funcionamento.

Um dos mecanismos críticos que se relacionam com a segurança das Pessoas é a ligação das terras devido às situações do aumento do potencial elétrico de estruturas aterradas que durante uma falha podem colocar as Pessoas sob tensões perigosas.

### 5.3 Choque elétrico

O choque elétrico é uma reação fisiológica danosa causada pela passagem de uma corrente elétrica através do corpo humano e ocorre após o contacto do corpo com uma fonte de energia elétrica capaz de provocar uma corrente forte através da pele, músculos, ou o cabelo. As correntes muito pequenas são imperceptíveis.

Uma corrente maior que passe através do corpo humano pode tornar impossível para vítima largar o objeto energizado. As correntes de maior magnitude podem causar fibrilação do coração e danos nos tecidos.

Eletrocussão: é quando o corpo humano fica sujeito ao choque elétrico com origem numa instalação elétrica da rede, podendo levar à morte.

Fulguração: é quando o corpo humano é vítima de uma descarga atmosférica, podendo levar à morte.

Eletrização: é quando se refere a situações em que o contacto do corpo humano com a eletricidade não provoca morte.

A eletrocução ocorre quando o corpo humano se encontra entre dois condutores com uma grande diferença de potencial ou entre um condutor carregado e uma massa ligada á terra.

O caminho seguido pela corrente elétrica no corpo humano é aquele que oferece a resistência mais baixa, podendo diferir de caso para caso consoante a condutibilidade dos tecidos orgânicos que o constituem.

São frequentes acidentes elétricos mortais em pessoas quando tomam banho ou, ainda, quando tendo o corpo húmido, tocam em equipamentos elétricos mal isolados. A humidade, ao diminuir significativamente a resistência do corpo humano, constitui um fator importante no efeito de eletrocução.



Por esta razão, existem normas de segurança rigorosas sobre equipamentos e instalações elétricas em locais húmidos, tais como casas de banho, balneários, etc.

O choque elétrico pode ocorrer quando um indivíduo:

- Durante uma falha, toca uma estrutura ligada à terra (toque de tensão);
- Durante uma falha, se move nas proximidades de um sistema de instalações ligadas à terra (tensão de passo);
- Durante uma falha, toca em duas estruturas, ambas ligadas à terra e separadas (de metal com metal toque tensão).

A figura 5.2 mostra o modelo de contacto do corpo em três pontos e a figura 5.3 mostra o modelo Thevenin correspondente.

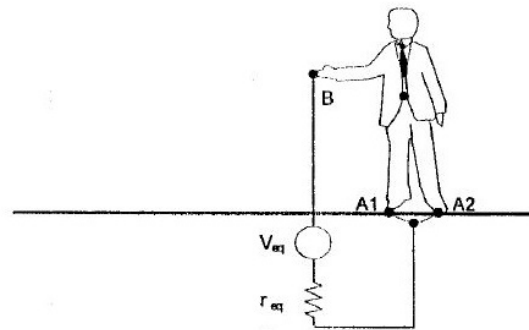
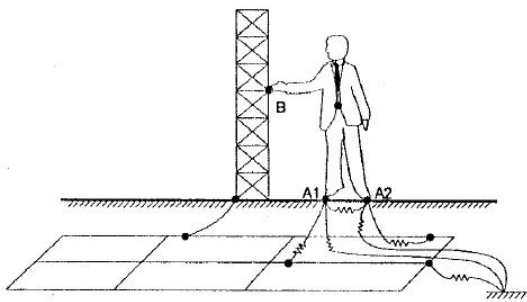


Figura 5.2: Contacto com a massa ou o solo em três pontos mão e dois pés

Figura 5.3: Circuito equivalente de Thevenin

## 5.4 Efeitos da eletricidade no corpo humano

Uma corrente elétrica de 50 Hz que atravesse o corpo humano como resultado de um contacto acidental de tensão deve ter uma magnitude e duração abaixo dos valores que causam a fibrilação ventricular.

Os efeitos da corrente elétrica sobre o corpo humano dependem por isso da intensidade e variação brusca da corrente [A], da sua frequência [Hz], da duração do efeito [t], do percurso da corrente e da Resistência [ $\Omega$ ] oferecida no percurso.

Ao longo dos anos e após muita investigação sobre os efeitos da corrente elétrica em seres humanos, obtiveram-se valores limite de segurança que ficaram estabelecidos em normas tais como os valores máximos admissíveis das correntes elétricas no corpo humano que evitam a morte por eletrocussão.

Existem dois padrões de critérios de segurança amplamente aceites. O primeiro corresponde à norma IEC 479-1 (publicada em 1984), e o segundo à norma IEEE Std

80 (com três edições: 1961, 1976, 1986 e atualmente em revisão).

As duas normas diferem na sua essência na definição de corrente admissível e na resistência elétrica do corpo humano. Outra diferença é que a IEC 479-1 não proporciona orientação sobre os pés a que corresponde uma impedância de contacto humano com o solo.

Nas situações suscetíveis de provocar a morte, os choques elétricos podem provocar:

- Sensação de contração muscular;
- Contrações musculares dolorosas, podendo afetar o coração;
- Perda do conhecimento;
- Paralisia do cérebro;
- Paralisia de diferentes órgãos;
- Perda de capacidade total ou parcial;
- Decomposição do sangue;
- Aumento da temperatura do corpo;
- Queimadura nos pontos de contacto;
- Cremação;
- Morte.

#### 5.4.1 Impedância do corpo humano

Uma das características do corpo humano é a sua impedância, vista aqui apenas como a resistência elétrica, a qual varia com a tensão aplicada e, para uma dada tensão, esta depende de numerosos parâmetros, tais como a natureza da pele e os contactos de entrada (mãos, etc.) e saída da corrente elétrica (sapatos, etc.).

Sabe-se que a resistência elétrica do corpo humano não tem um valor constante mas pelo contrário é variável de Pessoa para Pessoa e com as circunstâncias em que ocorra uma passagem de corrente elétrica.

A pele com uma espessura considerável de calosidade, como acontece em trabalhadores manuais de grande atividade, pode atingir resistência de 100 K $\Omega$ , podendo diminuir para 1 K $\Omega$  quando a pele está molhada e sem calosidade.

A palma das mãos de um trabalhador de espessa calosidade pode atingir 1 a 2 M $\Omega$  de resistência.

De acordo com estudos médicos foi possível estabelecer estatisticamente valores aceites internacionalmente da resistência do corpo humano, como os indicados na tabela 5.1. A figura 5.4 mostra os valores da resistência elétrica ao longo do corpo humano.

Sabe-se que os valores da resistência do corpo humano dependem das condições ambientais e do próprio corpo. Assim os novos valores da resistência, em função da humidade da pele, são os indicados na tabela 5.2.

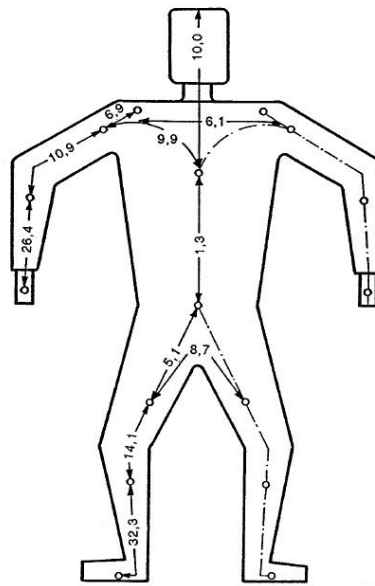


Figura 5.4: Impedancia do corpo humano

### 5.4.2 Efeitos fisiológicos

A intensidade do choque elétrico depende da corrente que atravessa o corpo humano o qual se comporta como uma resistência elétrica. A resistência depende do valor da tensão aplicada ao corpo diminuindo o seu valor com o aumento da tensão de contacto do corpo humano.

Os efeitos fisiológicos provocados pela corrente elétrica classificam-se em dois grupos:

1. Os efeitos que não provocam a morte;
2. Os efeitos que podem provocar a morte.

Como critério de segurança, parte-se do princípio que qualquer choque elétrico pode provocar a morte, no entanto, o risco classifica-se com base nos seguintes fatores:

- Tensão de contacto;

Tabela 5.1: Resistência do Corpo humano

| Resistência do Corpo humano          |                               |
|--------------------------------------|-------------------------------|
| Tensão de contacto previsível<br>(V) | Resistência do corpo<br>(Ohm) |
| 25                                   | 2500                          |
| 50                                   | 2000                          |
| 250                                  | 1000                          |
| valores superiores                   | 650                           |

Tabela 5.2: Resistência do corpo humano em função da humidade

| Tensão de contacto previsível (V) | Pele sem suor | Pele humida | Pele molhada | Pele imersa em água |
|-----------------------------------|---------------|-------------|--------------|---------------------|
| 25                                | 5000          | 2500        | 1000         | 500                 |
| 50                                | 4000          | 2000        | 875          | 440                 |
| 240                               | 1500          | 1000        | 650          | 325                 |
| superior a 250                    | 1000          | 650         | 400          | 200                 |

- Resistência do corpo humano;
- Trajeto da corrente elétrica no corpo humano;
- Tempo de duração da corrente elétrica no corpo;
- Frequência da corrente elétrica (Hz);
- Tipo de ambiente no local (húmido, molhado, seco).

### 5.4.3 Fibrilação ventricular

A fibrilação ventricular consiste na contração das fibras musculares cardíacas.

O nóculo sinusal gera a corrente elétrica necessária ao normal batimento cardíaco. O eletrocardiograma é obtido através da relação entre impulsos elétricos característicos do ciclo cardíaco e a sua difusão nas fibras musculares.

A corrente elétrica normal, gerada pelo nóculo sinusal, associada a uma corrente elétrica de origem externa muito superior, poderá, obviamente, ocasionar um desequilíbrio elétrico do corpo humano, mais propriamente a nível dos ventrículos. Desta forma, gera-se uma situação perturbadora à normal atividade do ritmo cardíaco.

A fibrilação ventricular constitui a principal causa de morte pela ação da corrente elétrica.

### 5.4.4 Paragem respiratória

Quando ultrapassamos os valores de correntes definidos anteriormente, a situação de não largar pode provocar nas vítimas dificuldades respiratórias e sinais de asfixia. A passagem da corrente provoca uma contração dos músculos respiratórios, levando à paralisia dos centros nervosos que controlam esta função. No caso do tempo se prolongar, aumenta rapidamente o risco de morte por asfixia da vítima, pelo que a intervenção de socorro não deverá ocorrer num período de tempo superior a quatro minutos.

Poderá, assim, ser necessário realizar, no mais curto espaço de tempo possível, respiração artificial, a fim de evitar a asfixia ou lesões cerebrais irreversíveis.

### 5.4.5 Tetanização

A tetanização acontece quando os músculos ficam em contração prolongada e só voltam ao seu estado normal quando cessa a passagem da corrente elétrica.

A corrente alternada, contrariamente à corrente contínua, não causa efeitos eletrolíticos no corpo humano, dado que a rápida alteração do sentido da corrente não permite a dissociação iónica.

Na corrente alternada, a tetanização faz com que a vítima continue agarrada ao ponto de contacto, prolongando por mais tempo a ação nociva da passagem de corrente pelo corpo, podendo causar a morte caso esta não seja interrompida a tempo. Assim, o limiar do não largar consiste no valor máximo da corrente (alternada ou contínua) que uma pessoa será capaz de largar o objeto em tensão com que estabeleceu em contacto. O valor da corrente varia de indivíduo para indivíduo, sendo maior nos homens e menor nas mulheres e crianças, bem como em todas as pessoas com uma textura de pele fina.

### 5.4.6 Queimadura eletrotérmica

São queimaduras que têm origem na passagem da corrente elétrica pelo corpo humano e tipicamente constituída por uma parte central negra, circundada por um halo claro. O espectro das queimaduras produzidas pela eletricidade é muito semelhante ao produzido pela aplicação local de calor de um ferro em brasa. Representa o tipo de lesão mais comum dos acidentes associados ao contacto do corpo humano com a corrente elétrica. A quantidade de calor libertada pelo organismo pode ser determinada pela expressão da lei de Joule:

$$E = U \times I \times t \quad (5.1)$$

E – Energia [J]

U – Tensão [V]

R – Resistência elétrica [ $\Omega$ ]

I – Intensidade de corrente [A]

t – Tempo [s]

Esta expressão permite-nos enunciar a lei de Joule que nos diz o seguinte:

A energia térmica desenvolvida por um corpo é diretamente proporcional à resistência do corpo e ao quadrado da intensidade de corrente que o atravessa e ao tempo de passagem da corrente.

De tudo isto, podemos concluir que a quantidade de calor emitida pela corrente ao atravessar o corpo humano é proporcional à tensão, à corrente e ao tempo de contacto. Assim, as queimaduras são tanto mais graves quanto maior for a tensão, a corrente e o tempo que esta perdura o contacto.

## 5.5 Acidentes de origem eléctrica

### 5.5.1 Introdução

A utilização da energia eléctrica implica perigo para as Pessoas sempre que estas tenham um comportamento inadequado ou quando as instalações e equipamentos sejam mal concebidos ou se encontrem com deficiências técnicas ou mau estado de conservação.

Em Portugal, segundo informação do Instituto Eletrotécnico Português, os acidentes de origem eléctrica representam:

- 0,3% dos acidentes com baixa médica;
- 1% dos acidentes com incapacidade permanente;
- 4% dos acidentes de trabalho mortais.

### 5.5.2 Riscos eléctricos

Os riscos eléctricos assumem uma enorme importância nos locais profissionais e de habitação já que de todas as formas de energia utilizadas a eletricidade é com toda a certeza aquela que tem maior número de aplicações. Sendo uma forma de energia indispensável a qualquer empresa (iluminação, alimentação de máquinas e equipamentos, etc.) e sendo também indispensável nas habitações constitui um risco para os trabalhadores e para as Pessoas em geral, para os equipamentos e também para as instalações. As consequências dos acidentes de origem eléctrica podem ser muito graves, quer ao nível material (incêndios, explosões) como ao nível pessoal, podendo mesmo resultar na morte do indivíduo por eletrocussão.

### 5.5.3 Medidas de prevenção

As medidas de prevenção a adotar estão estabelecidas no RTIEBT, devendo ser consideradas duas áreas de atuação para proteção das pessoas contra os riscos eléctricos e os perigos que as instalações eléctricas podem apresentar.

#### **Proteção contra Contactos Diretos**

Muito frequentemente ocorrem contactos entre uma parte ativa sob tensão (por exemplo, um fio condutor) e um elemento condutor ligado à terra ou entre uma parte ativa sob tensão e uma outra parte ativa (por exemplo, outro fio condutor) sob tensão diferente. A proteção contra contactos diretos poderá, em regra, considerar-se realizada desde que sejam observadas as prescrições no RTIEBT.

#### **Proteção contra Contactos Indirectos**

Com relativa frequência ocorre o contacto entre uma massa acidentalmente sob tensão como, por exemplo, a massa metálica de um equipamento eléctrico e um elemento condutor ligado à terra

e muito raramente acontece o contacto entre duas massas que acidentalmente estão sob tensão e essa tensão é diferente.

A protecção contra contactos indirectos deve ser realizada por um dos seguintes sistemas por forma a prevenir riscos eléctricos:

1. **Ligação directa das massas à terra e emprego de um aparelho de protecção, de corte automático, associado (neste caso, todas as massas da instalação devem estar ligadas à terra por meio de condutores de protecção – directamente ou através do condutor geral);**
2. **Ligação directa das massas ao neutro e emprego de um aparelho de protecção de corte automático associado;**
3. **Emprego de um aparelho de protecção, de corte automático, sensível à tensão de defeito.**

## **5.6 Estudo de acidentes de origem eléctrica**

### **5.6.1 Estatísticas sobre acidentes eléctricos**

A Associação Certificadora de Instalações Eléctricas (CERTIEL) produz desde 2011, todos os anos, um relatório com o resultado do registo dos acidentes e incidentes potencialmente de origem eléctrica que foram noticiados pela imprensa e nos serviços online a nível nacional.

O estudo a seguir apresentado refere-se ao primeiro semestre de 2015.

Os dados referem-se apenas aos acidentes cuja notícia indica como causa um fenómeno relacionado com electricidade, nomeadamente:

- Curto-circuito;
- Sobrecarga;
- Avaria de equipamentos;
- Utilização incorreta dos aparelhos,

ou os incêndios cujas causas sejam dadas como desconhecidas pela fonte noticiosa, mas que, pelas características do local ou da utilização dada, poderão ter tido a sua origem no uso da energia eléctrica.

### **5.6.2 Informação global**

Da informação recolhida no 1º Semestre de 2015, resultaram 43 registos de acidentes relacionados com a utilização de energia eléctrica, um valor que comparado com o 1.º semestre de anos anteriores representa uma quebra acima dos 30 %, sendo que neste período avaliado se verifica

que a totalidade das ocorrências foi causadora de incêndio ou, pelo menos, terá levado à chamada do corpo de bombeiros. Por sua vez, os incêndios noticiados em igual período sem que tenham sido definidas as suas origens totalizam 119 ocorrências, sendo este um valor em linha com os mesmos períodos dos anos transatos.

A maioria das ocorrências que são notícia verifica-se nas regiões Norte e Centro, com maior incidência na região Norte.

O gráfico da figura 5.5 mostra a distribuição de ocorrências distribuída por regiões.

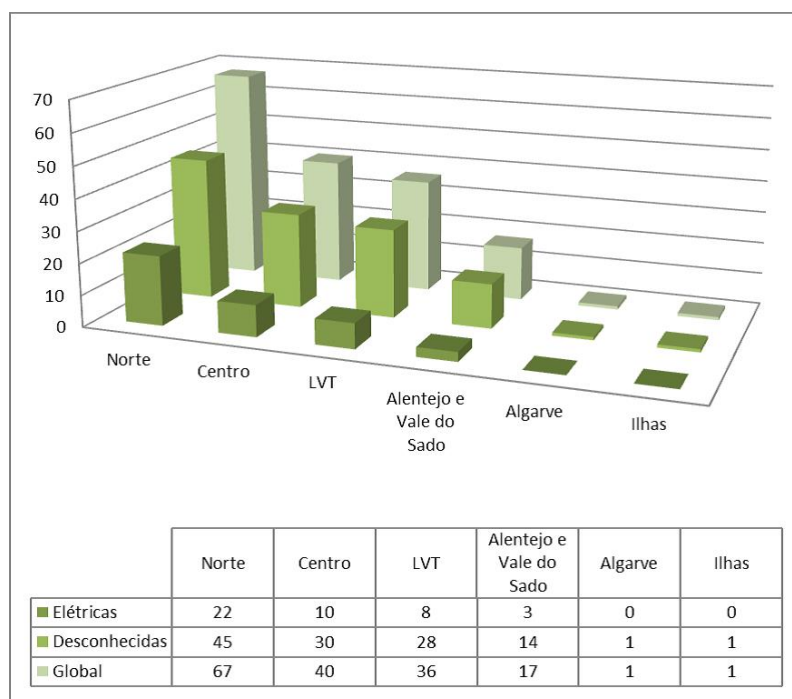


Figura 5.5: Distribuição de ocorrências por região

A distribuição das ocorrências pelo território nacional tem particular interesse quando estas são avaliadas por município.

O gráfico e tabela seguintes permitem visualizar as situações descritas.

Os 16 municípios indicados são os mais relevantes, sendo que nestes temos mais de 65% (29) das incidências noticiadas como tendo origem elétrica, 45% (52) no caso das de origem desconhecida e mais de metade (90 em 162) para a globalidade dos eventos registados.

Dos 16 municípios que compunham esta tabela no primeiro semestre de 2014, mantêm-se 9 neste conjunto que, sem surpresa, são de maior densidade populacional.

A figura 5.6 mostra o gráfico da distribuição de ocorrências por município. A figura 5.7 mostra a tabela de dados correspondente às ocorrências nos municípios.



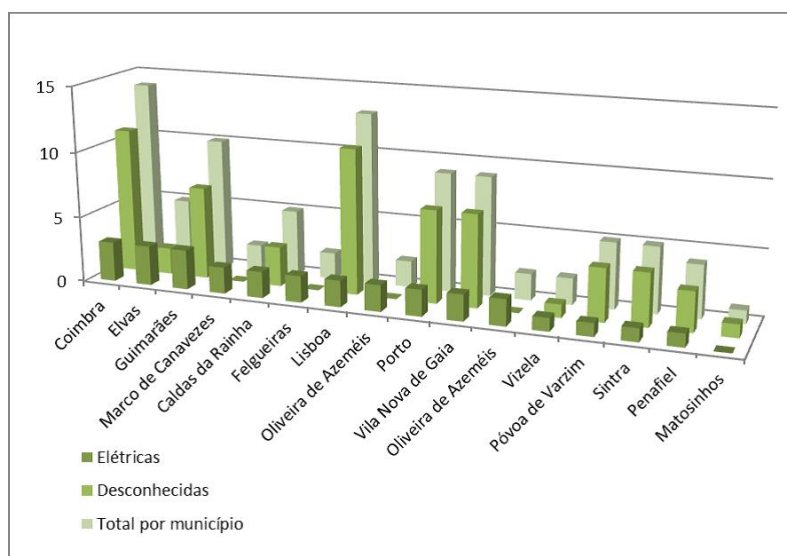


Figura 5.6: Distribuição de ocorrências por município

| Município           | Elétricas | Desc. | Global | Município           | Elétricas | Desc. | Global |
|---------------------|-----------|-------|--------|---------------------|-----------|-------|--------|
| Coimbra             | 3         | 11    | 14     | Porto               | 2         | 7     | 9      |
| Elvas               | 3         | 2     | 5      | Vila Nova de Gaia   | 2         | 7     | 9      |
| Guimarães           | 3         | 7     | 10     | Oliveira de Azeméis | 2         | 0     | 2      |
| Marco de Canavezes  | 2         | 0     | 2      | Vizela              | 1         | 1     | 2      |
| Caldas da Rainha    | 2         | 3     | 5      | Póvoa de Varzim     | 1         | 4     | 5      |
| Felgueiras          | 2         | 0     | 2      | Sintra              | 1         | 4     | 5      |
| Lisboa              | 2         | 11    | 13     | Penafiel            | 1         | 3     | 4      |
| Oliveira de Azeméis | 2         | 0     | 2      | Matosinhos          | 0         | 1     | 1      |

Figura 5.7: Tabelas de dados dos municípios

### 5.6.3 Resultados

Apresentam-se, neste capítulo, alguns gráficos representativos que nos permitem tirar algumas conclusões acerca do fenómeno em estudo. Na verdade, a quantidade de ocorrências registadas não representa (nem poderia representar) a realidade dos números, tendo em conta que estes resultados são obtidos com recurso a informação online, conforme descrito na introdução.

Veja-se, por exemplo, a quantidade de ocorrências registadas no concelho de Coimbra: 3 para causas elétricas e 11 para causas desconhecidas que, não sendo quantidades exorbitantes, estão algo acima do registado em 2014, ou seja, 2 e 3 incidências para causas elétricas e desconhecidas, respetivamente. Este “salto” quantitativo resulta apenas do facto de ser tido acesso a uma notícia online, relativa a estes assuntos e para uma faixa temporal neste período em estudo, na qual se dava conta de informação com fonte na autoridade com responsabilidade em matéria de incêndios urbanos.

### 5.6.3.1 Distribuição no tempo

Constata-se, pelos dados recolhidos, que a incidência dos acidentes é maior durante os meses de maior frio, o que aparentemente poderá estar relacionado com a utilização dos equipamentos de aquecimento elétrico, sendo estes os principais responsáveis pelo acréscimo do consumo de energia elétrica nas habitações, com reflexo na sobrecarga dos circuitos.

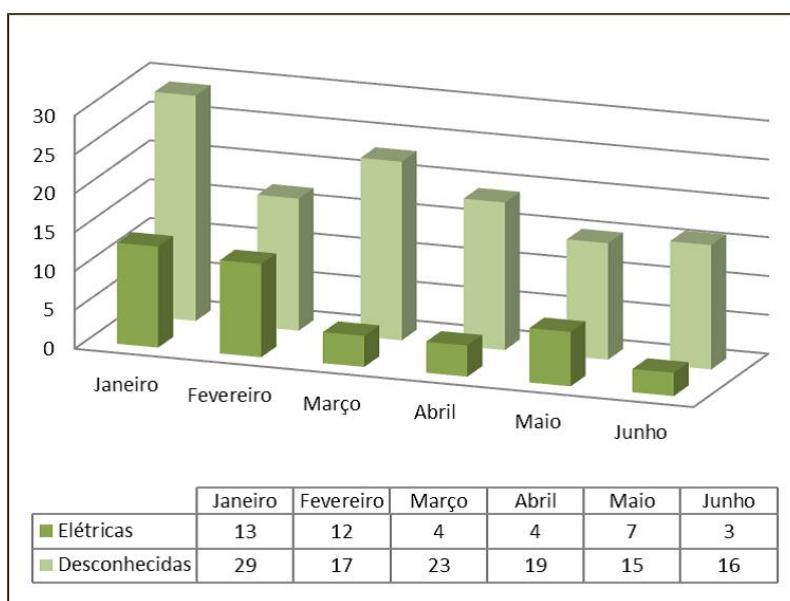


Figura 5.8: Distribuição mensal das ocorrências

A figura 5.8 mostra o gráfico da distribuição mensal das ocorrências.

Constata-se que, na distribuição mensal das ocorrências, a similaridade entre as causas elétricas e desconhecidas na distribuição de valores é notória. O padrão aparenta ser o mesmo para ambas, com maior incidência nos meses mais frios, situação que se tem vindo a verificar em todos os estudos já efetuados desde o ano de 2012.

### 5.6.3.2 Tipo de ocorrência

A figura 5.9 mostra o gráfico da distribuição de acidente ou ocorrência noticiado apenas para causas elétricas, sendo que estas nem sempre são explícitas. Assim, as causas agora definidas são resultado da informação obtida direta ou indiretamente, conjugada com a experiência profissional e face ao relatado ou noticiado.

A grande maioria dos registos é reportada como curto-circuito, mas o Contacto Direto (CD) ou a utilização incorreta têm consequências geralmente mais gravosas para as pessoas, pese embora, neste período, não se tenha verificado qualquer notícia relativa a contactos diretos com a corrente elétrica.

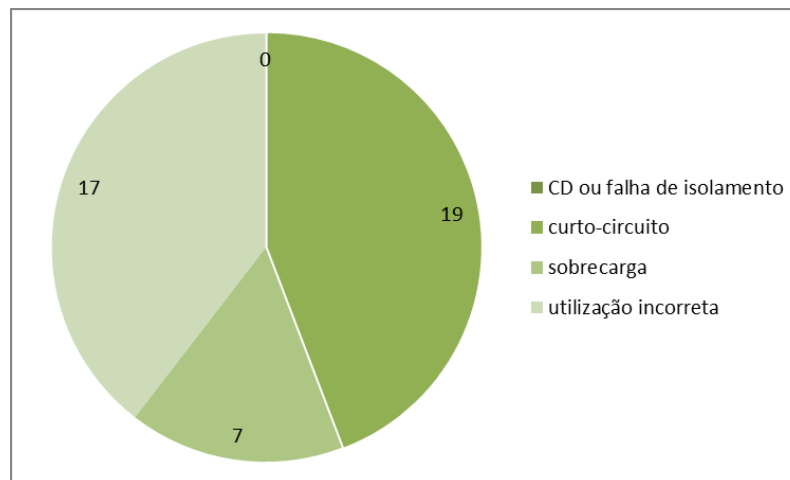


Figura 5.9: Distribuição de ocorrências nas causas eléctricas

### 5.6.3.3 Acidente por tipo de utilização

Constata-se que a grande maioria dos acidentes está relacionada com edifícios de habitação.

As incidências verificadas neste tipo de utilização é de cerca de 2/3, tanto nas tidas como sendo de causas eléctricas como nas de causas desconhecidas. Esta relação de ocorrências em habitação tem sido uma constante ao longo de todos os estudos já efetuados.

A figura 5.10 mostra o gráfico por tipo de utilização de edifício.

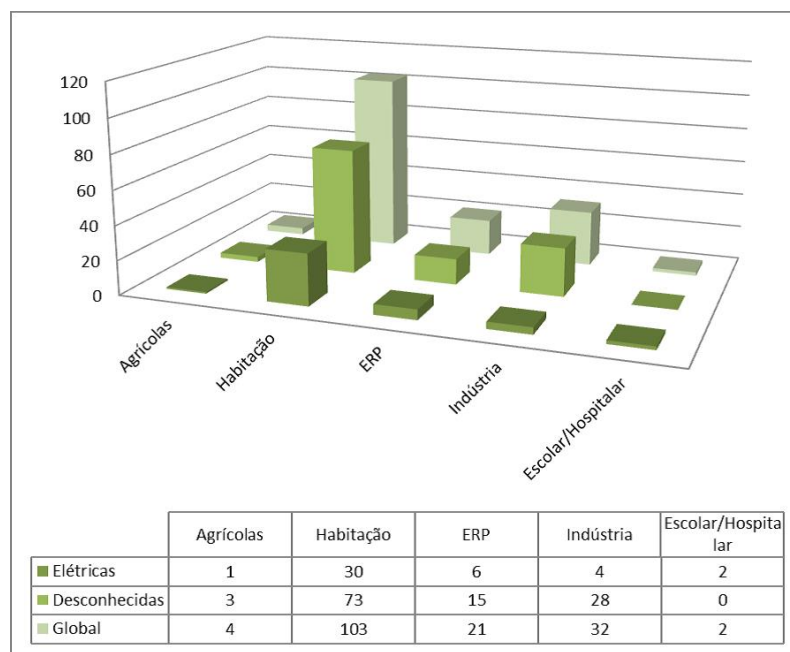


Figura 5.10: Ocorrências por tipo de utilização do edifício.

As ocorrências nas utilizações em Estabelecimentos Recebendo Público (ERP) representam

cerca de 13% em termos globais, verificando-se, no período em estudo, um grande volume de ocorrências em estabelecimentos de uso industrial, ou seja, 20% em termos globais.

Independentemente de se especificar com maior ou menos detalhe, o resultado do estudo da CERTIEL mostra que perto de 80% dos incidentes (elétricos ou desconhecidos) continuam a ocorrer em edifícios de acesso e utilização não profissional, ou seja, os seus utilizadores não são dotados de instrução para este tipo de situação.

## 5.6.4 Danos verificados

### 5.6.4.1 Danos no edificado e estabelecido

Com base em 127 registos de ocorrências com incêndio e danos relatados (38 de causas elétricas e 89 de causas desconhecidas), foram definidas 3 categorias de danos causados para dois tipos de instalações (habitação e não habitação), registos esses que permitem definir:

- Habitação com destruição total (HDT);
- Habitação com destruição parcial (HDP);
- Habitação com destruição localizada (HDL);
- Não Habitação com destruição total (NHDT);
- Não Habitação com destruição parcial (NHDP);
- Não Habitação com destruição localizada (NHDL).

A figura 5.11 mostra o gráfico do tipo de destruição ocorrida.

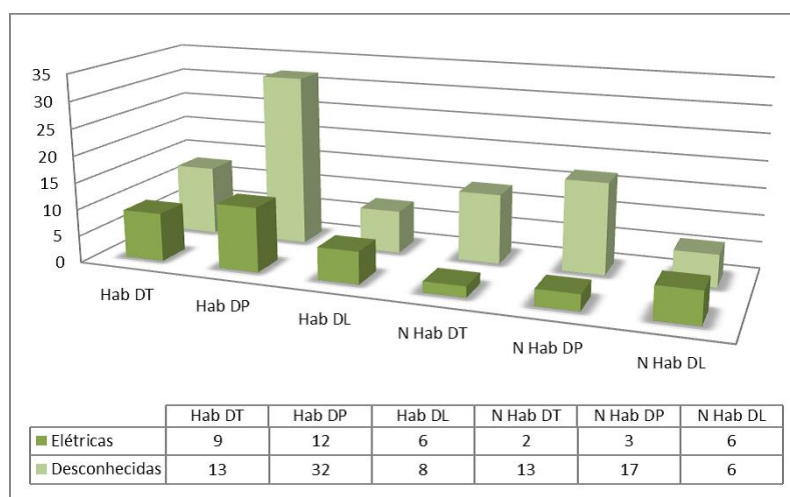


Figura 5.11: Destruição por incêndio

A destruição localizada reporta-se à destruição de apenas o local de origem do incêndio, permitindo após reparação (maior ou menor) a continuidade de utilização do local.

### 5.6.4.2 Danos em pessoas e animais

Sendo os danos nas Pessoas e animais a maior preocupação e razão do estudo, é com muita apreensão que constatamos a morte de 22 pessoas, ou seja, mais 10 que primeiro semestre de 2014. Foram registados 114 feridos, dos quais 33 apresentaram queimaduras graves (2.º e 3.º grau), sendo os restantes resultado de quedas e intoxicações, na sua grande maioria.

No total das ocorrências verificadas, 162 pessoas ficaram privadas da sua habitação, sendo este o único indicador que baixou dos 4 aqui analisados. Acresce ainda a morte de animais em número considerável face às ocorrências registadas em instalações agrícolas e semelhantes, como por exemplo os aviários, vacarias e suiniculturas, com todos os prejuízos que também daí resultam.

A figura 5.12 mostra o gráfico dos danos pessoais verificados.

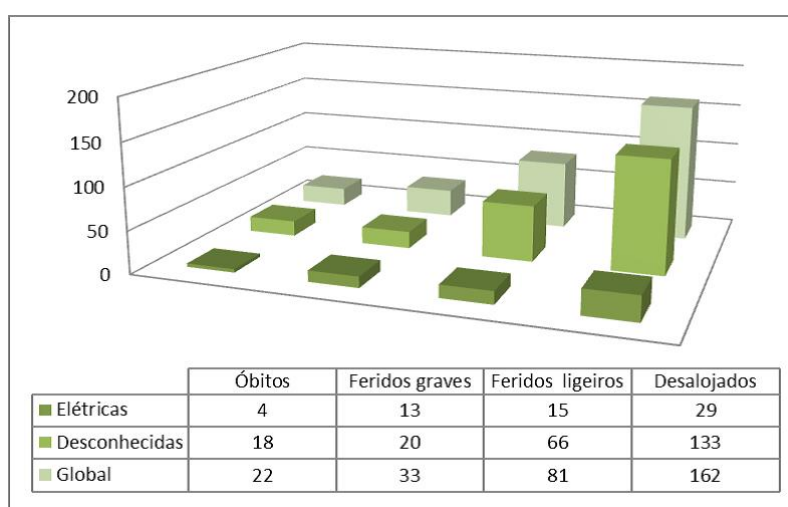


Figura 5.12: Danos pessoais verificados

Para além das vítimas registadas deve ter-se em conta o número de pessoas que, face às ocorrências, perderam os seus empregos ou ficaram desalojados.

### 5.6.5 Conclusões do estudo

1. Num semestre, com base apenas em casos que são notícia, totalizamos 114 feridos (não inclui desalojados), isto é, 19 pessoas feridas, em média, por mês;
2. O número de indivíduos que perderam a vida é de 22 (uma média de 3,6 por mês), dos quais, 4 em ocorrências de origem garantidamente eléctrica;
3. Do total de 43 ocorrências registadas com o uso de energia eléctrica, 16 são responsáveis por mortos ou feridos;
4. Tendo em conta o número de meios humanos que foram noticiados como estando envolvidos no combate aos incêndios, temos uma média de 18 bombeiros por ocorrência, o que dá um total de 2925 bombeiros para as 162 ocorrências;

5. A relação das ocorrências com causas desconhecidas e causas elétricas é inequívoca; Pela observação dos gráficos verificamos um padrão equivalente em todas as vertentes estudadas.

## 5.7 Medidas em caso de acidente de origem elétrica

Em acidentes pessoais produzidos por correntes elétricas deve-se:

No caso de baixa tensão:

1. Cortar imediatamente a corrente. Se for demorado o corte da corrente, afastar imediatamente a vítima dos condutores, tomando as precauções seguintes;
2. Isolar-se da Terra, antes de tocar na vítima, colocando-se sobre uma superfície isolante, constituída por panos ou peças de vestuário secas, tapete de borracha, ou por qualquer outro meio equivalente (tábuas, barrotes ou caixas de madeira secas);
3. Afastar a vítima dos condutores, isolando as mãos por meio de luvas de borracha, panos ou peças de vestuário secos ou utilizando varas compridas de madeira bem seca, cordas bem secas, etc.

A figura 5.13 mostra o procedimento genérico de separação da vítima do objeto em tensão. A figura 5.14 mostra o procedimento de primeiros socorros para salvamento da vítima de eletrocussão.



Figura 5.13: Separar a vítima da tensão



Figura 5.14: Primeiros socorros

Socorros a prestar até à chegada do médico:

1. Arejar bem o local em que se encontra a vítima.
2. Desapertar todas as peças de vestuário que comprimam o seu corpo;
3. Retirar da boca qualquer corpo estranho (por exemplo, placa de dentes artificiais) e limpar a boca e as narinas de sujidades;

4. Aplicar, sem demora, a respiração artificial, que deverá ser mantida até que a natural se restabeleça regularmente, devendo, porém, ainda depois disso, a vítima continuar vigiada até à chegada do médico.





## Capítulo 6

# Manutenção e inspeção de instalações elétricas

### 6.1 Introdução

Tal como acontece em outras áreas de atividade onde está em causa a segurança das Pessoas e dos bens e dado o elevado número de instalações elétricas de baixa tensão, deveria haver uma inspeção de verificação das Regras de Segurança mais elementares.

Por outro lado seria desejável uma maior presença dos Eletrotécnicos com adequada formação nas atividades inspetivas e de manutenção como forma de assegurar uma maior qualidade de serviço aos consumidores e utilizadores de energia elétrica.



Figura 6.1: Verificação do quadro elétrico

Neste capítulo exploramos a informação fornecida na bibliografia referida na publicação da CERTIEL, “Instalações Elétricas de Baixa Tensão, Verificação, Manutenção e Exploração das

Instalações”, enquadrada nas novas Regras Técnicas de Segurança, da autoria de António Augusto Araújo Gomes (Engenheiro eletrotécnico e Professor do ISEP).

A figura 6.1 mostra uma verificação técnica de um quadro elétrico muito simples.

## 6.2 Enquadramento regulamentar

As instalações elétricas anteriores a 1974 e de 1974 até 1992 estavam sujeitas apenas a um procedimento administrativo e elementar que as autorizava a serem ligadas a Rede Elétrica de Serviço Público. Só a partir de 1992, com a exigência das inspeções realizadas pela CERTIEL esse cenário mudou.

A entrada em vigor do Decreto-Lei n.º 272/92 veio obrigar a implementação de medidas de manutenção e inspeções sistemáticas das instalações elétricas.

De acordo com o preambulo do referido Decreto-Lei as medidas devem ser realizadas por entidades e Profissionais com adequada competência sob tutela da Administração Pública, logo podemos concluir da importância dos Eletrotécnicos na execução das ações necessárias para garantir uma maior qualidade de serviço, racionalidade e apoio aos utilizadores. A manutenção elétrica surge aqui como uma necessidade para garantir que as instalações elétricas cumpram os seus objetivos de utilização e quando sujeitas a uma inspeção possam cumprir os requisitos regulamentares para poderem assegurar o bom funcionamento dos equipamentos e circuitos e daí mais segurança para as Pessoas.

## 6.3 Conceitos gerais

Verificação da instalação: é o conjunto das medidas através das quais é comprovada a conformidade com as Regras Técnicas de uma instalação elétrica concluída. A verificação inclui a inspeção visual e os ensaios.

Inspeção visual da instalação: a inspeção visual de uma instalação elétrica compreende a observação da instalação, com vista a comprovar que as condições em que foi realizada foram corretas.

Ensaio da instalação: realização de medições numa instalação elétrica por meio de aparelhos apropriados, através dos quais se comprova a eficácia dessa instalação

A figura 6.2 mostra um Técnico Responsável a realizar uma análise de energia elétrica através de um equipamento apropriado.

## 6.4 Acerca da manutenção

Todos os defeitos ou anomalias detetados nos equipamentos elétricos ou no seu funcionamento devem ser comunicados ao Técnico Responsável pela Exploração, nomeadamente os casos de



Figura 6.2: Medições elétricas

funcionamento, sem causa conhecida, dos dispositivos de proteção contra as sobreintensidades ou dos dispositivos de proteção contra os choques elétricos.

Devem ainda ser particularmente vigiados:

- Os dispositivos que coloquem as partes ativas fora do alcance das pessoas;
- As ligações e o estado dos condutores de proteção;
- O estado dos cabos flexíveis que alimentem aparelhos móveis, bem como os seus dispositivos de ligação;
- A regulação correta dos dispositivos de proteção.

Todas as instalações ou partes das instalações que apresentem perigos devem ser, imediatamente, colocadas sem tensão e apenas devem ser ligadas após terem sido feitas as necessárias reparações.

## 6.5 Acerca da inspeção periódica

As instalações de utilização deverão ser convenientemente conservadas e mantidas em conformidade com as prescrições das Regras de Segurança e por isso devem ser, sujeitas a inspeções periódicas. As inspeções tem por objetivo verificar se as instalações se mantem em conformidade com as disposições de segurança exigidas e devem ser feitas por pessoal qualificado.

As inspeções devem incidir também sobre:

- O estado de isolamento dos condutores isolados ou cabos, e da bainha exterior destes, em especial dos cabos flexíveis;
- O estado dos aparelhos de corte ou de comando;
- O estado dos aparelhos de utilização, em especial dos móveis e portáteis;
- As condições de arranque imediato das fontes de alimentação de instalações de emergência;

- A medição da resistência de isolamento em relação à terra e entre condutores mas só no caso de pesquisa de defeito destes.

A periodicidade da manutenção das instalações deve atender às características de cada tipo de instalação e equipamentos bem como ao uso e meio ambiente onde se encontram. A periodicidade de manutenção das instalações elétricas deve ser enquadrada, também, segundo:

- O tipo de utilização e o fim a que se destinam;
- A Intensidade de utilização solicitada;
- As condições ambientais de temperatura, humidade e qualidade do ar a que estão sujeitas.

Na tabela 6.1 indica-se a periodicidade a quem sujeitar-se as instalações elétricas.

Tabela 6.1: Periodicidade das inspeções as instalações de utilização

| Instalação  | Periodo |
|---|---------|
| Casas de espetáculo e diversão em recinto fechado | 1 ano   |
| Locais com risco de incendio                      | 1 ano   |
| Risco de explosão de                              | 1 ano   |
| Estabelecimentos industriais                      | 1 ano   |
| Instalações provisórias                           | 1 ano   |
| Estabelecimentos recebendo publico                | 5 anos  |
| habitações e outros locais                        | 10 anos |
| Instalações coletivas e entradas                  | 10 anos |

## 6.6 Realidade Europeia

### França

De acordo com os artigos R.4226-14, R.4226-16 R.4226-21 do Código do Trabalho e do Decreto de 26 de Dezembro de 2011, as instalações elétricas devem ser verificados todos os anos.

Segundo o artigo EL 19 do Decreto de 24 de Setembro de 2009, as instalações elétricas devem ser verificadas cada ano.

Segundo o artigo GH4 do Decreto de 30 de Dezembro de 2011, as instalações elétricas e de iluminação das partes comuns devem ser verificadas cada ano.

### Suíça

Desde 1 de Janeiro de 2002 que a lei sobre instalações eletricas de baixa tensão (ITTO) obriga a inspeção periódico da das instalações.

### Reino Unido

De acordo com as exigências em Inglaterra, as instalações elétricas devem ser inspeccionadas e testados conforme indicado na tabela 6.2.

Tabela 6.2: Periodicidade das inspeções as instalações de utilização

| Instalação                                   | Periodo |
|--|---------|
| Casa ocupado pelo mesmo morador proprietário | 10 anos |
| Casa alugada                                 | 5 anos  |
| Piscinas                                     | 1 ano   |
| Quando houver mudança de morador             | sempre  |

## 6.7 Caracterização das instalações no que se refere à sua antiguidade

Verifica-se cada vez mais a existência de edifícios de habitação antigos (moradias) que são usados para atividades profissionais muito diversas. Algumas das atividades mais frequentes são as residências para Idosos, infantários, hospedagens, escritórios, restaurantes, ginásios, as quais nem sempre se preocupam em realizar a devida adaptação das infraestruturas elétricas. Sem prejuízo da sua reabilitação, as instalações elétricas destes edifícios deveriam ser verificadas em particular sobre os circuitos de maior potencia (climatização), órgãos de comando corte, proteção, quadros e principalmente o sistema de proteção de Pessoas contra contacto diretos e indiretos cuja importância é vital.

Com respeito as instalações elétricas, podemos dividir o parque edificado em três grupos principais:

### Grupo 1:

Conjunto de edifícios cujas Instalações elétricas são anteriores a 1974, antigas ou muito antigas, construídas sem as normas a cujos padrões de segurança estamos habituados. Essas instalações são constituídas regra geral por único quadro central com fusíveis ou disjuntores obsoletos, caracterizadas por terem uma repartição muito reduzida de circuitos, geralmente um de iluminação e um de outros usos. Estas instalações pelos riscos que comportam deverão ser objeto de reabilitação em moldes técnicos e económicos adequados a cada situação avaliada por um Técnico Responsável.

### Grupo 2:

Instalações elétricas de habitações que foram construídas depois de 1974 onde, uma parte delas foram executadas obedecendo a um projeto que respeitou o antigo Regulamento de Segurança de Instalações de Utilização de Energia Elétrica (Decreto-Lei n.º 740/74, de 26/12) e por isso seguindo um padrão de estrutura e sistemas de segurança e ainda outra parte que apesar de terem um padrão semelhante às anteriores foram executadas com base em livre arbítrio de regras e qualidade de materiais por não estarem sujeitas às obrigações de um projeto e de vistoria.

### Grupo 3:

Instalações elétricas que foram construídas depois de 2006 onde se assume que tenham sido executadas segundo as novas Regras Técnicas Instalações Elétricas de baixa Tensão - RTIEBT, (Portaria 949-A/2006 de 11/09/2006), e por isso cumpriram os requisitos de segurança atualmente exigidos. A realidade, no entanto, mostra que uma grande parte das instalações não foi obrigada a ter um projeto elétrico para execução e outras nem sequer tiveram inspeção devido ao sorteio previsto na Lei mas obtiveram autorização para serem ligadas à pública.

## 6.8 Verificação inicial

### 6.8.1 Generalidades

A verificação das instalações elétricas após a sua execução e antes da sua entrada em funcionamento é uma garantia de segurança para os utilizadores das instalações do cumprimento, durante a sua execução, do estipulado no projeto de instalações elétricas (caso o mesmo exista) e da observância e cumprimento de todos os aspetos regulamentares e da boa arte na sua execução. Neste sentido, todas as instalações elétricas deverão ser objeto de verificação durante a sua execução, na medida do que for possível e, após a sua conclusão, antes da sua entrada em funcionamento. Assim o determina as Regras Técnicas das Instalações Elétricas de Baixa Tensão, referindo que as instalações elétricas durante a sua execução ou após a sua conclusão, mas antes da sua entrada em serviço, assim como por ocasião de modificações importantes, devam ser verificadas (por meio de inspeções visuais, de ensaios e medições), com vista a comprovar, na medida do possível, que as regras técnicas foram cumpridas[1].

### 6.8.2 Procedimento de verificação das instalações

A verificação inicial das instalações elétricas deverá contemplar duas etapas distintas e complementares:

- Inspeção visual;
- Ensaios e medições.

Para a eficaz realização da verificação inicial das instalações é fundamental que os técnicos responsáveis estejam na posse da documentação completa e atualizada da instalação (telas finais) e dos equipamentos adequados às medições a realizar. Durante a realização destes procedimentos, devem ser tomadas precauções que garantam a segurança dos técnicos e evitem danos às instalações e equipamentos instalados nas mesmas.

#### 6.8.2.1 Inspeção visual

A inspeção visual é o primeiro procedimento de verificação das instalações elétricas. Consiste na observação da instalação elétrica, com vista a comprovar que as condições em que foi realizada foram as corretas.

##### **A inspeção visual tem por objetivo comprovar que:**

- Todos os componentes que constituem a instalação elétrica estão de acordo com as normas que lhe são aplicáveis e que possuem certificação de conformidade passada pelas entidades competentes;
- Todos os componentes instalados permanentemente estão em conformidade com as prescrições do projeto da instalação elétrica;

- O material e a instalação em geral não apresentam nenhum dano visível que possa afetar a segurança;
- Foram implementadas as medidas de proteção e segurança, além de outras ações, que fazem com que a instalação elétrica esteja construída de forma segura e com o nível de qualidade previsto;

**Com este procedimento pretende-se ainda verificar:**

- O dimensionamento e a seleção dos condutores de acordo com as suas correntes admissíveis e com a queda de tensão;
- A seleção e regulação dos dispositivos de proteção e vigilância;
- A seleção dos equipamentos e das medidas de proteção apropriadas de acordo com as condições de influências externas;
- A identificação inequívoca dos condutores de fase, de neutro e dos condutores de proteção;
- A forma como foram executadas as ligações dos condutores;
- A eventualidade dos isolamentos dos condutores terem sofrido danos por tração, por exemplo, resultando daí diminuição da sua espessura útil ou apresentando golpes ou outros defeitos, implicando redução do nível de segurança.

A inspeção visual deve, por razões de segurança, ser realizada antes da realização de qualquer ensaio ou medição e feita com toda a instalação previamente sem tensão.

### **6.8.2.2 Ensaios e medições**

A realização da verificação das instalações elétricas através da realização de ensaios e medições deve, por razões de segurança, ser realizada após a inspeção visual.

Esta etapa da verificação das instalações elétricas consiste na realização de ensaios e medições, por meio de aparelhos apropriados, através dos quais se comprovam a qualidade e eficácia das mesmas.

Para a realização dos ensaios e medições de verificação das instalações elétricas, deverão ser utilizados equipamentos que cumpram os requisitos especificados pela norma EN 61557, que define os requisitos a cumprir pelos dispositivos de controlo, de medição ou de monitorização de medidas de proteção, destinados à verificação dos requisitos de segurança elétrica em redes de distribuição de baixa tensão até 1000 V em corrente alternada (c.a.) e 1500 V em corrente contínua (c.c.).

A verificação por meio de ensaios e medições deve incluir, quando aplicáveis, pelo menos, os ensaios e medições a seguir referidos, os quais devem ser realizados preferencialmente pela ordem indicada:

- a) Verificação da continuidade dos condutores de proteção e das ligações equipotenciais principais e suplementares;
- b) medição da resistência de isolamento da instalação elétrica;

- c) proteção por meio da separação dos circuitos, relativa à:
  - tensão reduzida de segurança ou tensão reduzida de proteção;
  - separação elétrica;
- d) medição da resistência de isolamento dos elementos da construção (tetos, paredes, pisos, etc.);
- e) verificação das condições por corte automático da alimentação;
- f) ensaio de polaridade;
- g) ensaio dielétrico;
- h) ensaios funcionais;
- i) proteção contra os efeitos térmicos;
- j) quedas de tensão.

Se um dos referidos ensaios e medições conduzir a um resultado não aceitável, esse ensaio ou medição, bem como os que o precederam e cujos resultados possam ter sido influenciados pelo ensaio ou medição em causa, deve ser repetido após ter sido eliminado o defeito.

## **6.9 Verificação da instalação elétrica**

### **6.9.1 Generalidades**

Existe um número muito significativo de instalações elétricas que não carecem de técnico responsável pela exploração ou da realização obrigatória de uma vistoria. Por outro lado, sabemos que para segurança dos utilizadores e das próprias instalações elétricas é fundamental a realização de uma verificação inicial, após a execução das instalações e antes da sua entrada em funcionamento. Durante a utilização dos edifícios e com respeito a sua funcionalidade, conforto, segurança, eficiência energética existe muitas vezes a necessidade de proceder a alterações nas suas instalações elétricas. Por outra parte, com o passar do tempo é natural o envelhecimento e degradação das características dos materiais e dos equipamentos elétricos. Por isso, além da verificação inicial referida é fundamental que as instalações sejam objeto de verificações periódicas que possam garantir que as mesmas mantêm as condições de qualidade, funcionalidade e, fundamentalmente, de segurança durante todo o tempo de vida útil das mesmas.

### **6.9.2 Procedimento de verificação das instalações**

O procedimento de verificação das instalações elétricas após a entrada em funcionamento e durante a sua exploração encontra-se definido nas Regras Técnicas das Instalações Elétricas de Baixa Tensão é, em regra, mais simples que o procedimento indicado de verificação das instalações elétricas após a sua conclusão e antes da sua entrada em funcionamento devendo, no mínimo, incluir:

- Inspeção visual
- Ensaio e medições



### 6.9.2.1 Inspeção visual

Da inspeção visual salienta-se a particular atenção para:

- a) O controlo dos dispositivos de proteção contra as sobreintensidades;

Os dispositivos de proteção contra as sobreintensidades podem ser disjuntores e/ou fusíveis.

Salienta-se no entanto que em alguns tipos de instalações (habitações e análogos, estabelecimentos agrícolas ou pecuários, etc.) não podem ser aplicados fusíveis na proteção de circuitos contra as sobreintensidades exceto na alimentação de quadros ou de equipamentos de elevada potência e na proteção de equipamentos de sinalização e de medição.

No caso de instalações em serviço e que não tenham sido objeto de modificações, basta verificar que as correntes estipuladas dos disjuntores e dos fusíveis não foram modificadas.

- b) o controlo dos dispositivos de conexão dos condutores;
- c) a inspeção das peças afetadas por arcos elétricos.

### 6.9.2.2 Ensaio e medições

Dos ensaios e medições salienta-se a particular atenção para, entre outros, realizar:

- a) a medição da resistência do isolamento;
- b) a verificação da eficácia das medidas de proteção contra os contactos indiretos por corte automático da alimentação

Nas instalações com o esquema de ligação à terra TN e IT, caso não tenham sido efetuadas modificações na instalação suscetíveis de fazer variar o valor da impedância da malha de defeito, não é exigida a realização dessa medição. Nessas verificações, é suficiente comprovar que a resistência entre qualquer massa e o ponto mais próximo da ligação equipotencial principal não varia de modo significativo em relação a medições anteriores.

## 6.10 Ensaio e medições

### 6.10.1 Generalidades

Neste parágrafo serão descritos os principais ensaios e medições realizados aquando da verificação das instalações elétricas de baixa tensão:

- Verificação da continuidade dos condutores de proteção e das ligações equipotenciais;
- Medição da resistência de isolamento da instalação elétrica;
- Ensaio de proteção por separação de circuitos;
- Medição da resistência de isolamento dos elementos dos pavimentos e demais elementos da construção;
- Verificação das condições de proteção por corte automático da alimentação;
- Verificação do funcionamento dos dispositivos diferenciais;
- Medição da resistência do eletrodo de terra;

- Medição da impedância da malha de defeito;
- Medição da resistência dos condutores de proteção;
- Ensaio de polaridade;
- Ensaio dielétrico;
- Ensaio funcionais.

## **6.10.2 Verificação da continuidade dos condutores de proteção e das ligações equipotenciais**

### **6.10.2.1 Generalidades**

O ensaio de verificação da continuidade dos condutores de proteção e das ligações equipotenciais não tem por objetivo medir valores de resistência, mas tão-somente verificar a continuidade elétrica entre os vários pontos do circuito de proteção, desde o eletrodo de terra até às massas dos equipamentos ou massas estranhas à instalação. O ensaio consiste na verificação de continuidade dos condutores de proteção e das ligações equipotenciais principais e suplementares e visa certificar que:

- Os condutores se encontram corretamente conectados e existe continuidade ao longo de todo o seu percurso;
- Todos os equipamentos e acessórios se encontram corretamente ligados aos condutores de proteção;
- Todas as ligações garantem bom contacto.

A realização deste ensaio é importante, pois a garantia de continuidade dos condutores de proteção e das ligações equipotenciais principais e suplementares é uma parte importante do sistema de proteção, garantindo que não possam ser verificadas no circuito tensões de contato perigosas, quer do ponto de vista da duração, quer do ponto de vista do valor absoluto.

### **6.10.2.2 Procedimento prático de ensaio**

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. O ensaio deverá ser realizado com a instalação sem alimentação, com um equipamento que cumpra os requisitos dispostos na norma EN 61557-4, nomeadamente que o equipamento tenha uma fonte de alimentação que em vazio forneça uma tensão de 4 V em corrente alternada ou 24 V em corrente contínua e possa disponibilizar uma corrente não inferior a 0,2 A. Dependendo das características físicas da instalação este ensaio pode na prática ser realizado de duas formas distintas, cada uma das quais com as suas vantagens e limitações.

#### Método 1

Este método de ensaio é útil fundamentalmente para a verificação de continuidade dos condutores de proteção em instalações de médias e grandes dimensões.

A realização do ensaio consiste na execução do seguinte procedimento:

1º Execução de uma ligação temporária (shunt) entre o barramento de fase e o barramento de terra no quadro de entrada da instalação.

2º Verificação da resistência óhmica entre a fase e o condutor de proteção em cada circuito a ensaiar

3º Análise dos resultados de medição obtidos:

- um valor baixo indica que o ensaio teve um resultado positivo;
- um valor elevado indica que o ensaio teve um resultado negativo e a instalação não se encontra em conformidade.

4º Colocar a instalação na situação inicial, retirando a ligação temporária (shunt) estabelecida no início do procedimento de ensaio.

A figura 6.3 mostra um esquema simplificado ilustrativo da realização do referido ensaio de verificação da continuidade dos condutores de proteção e das ligações equipotenciais.

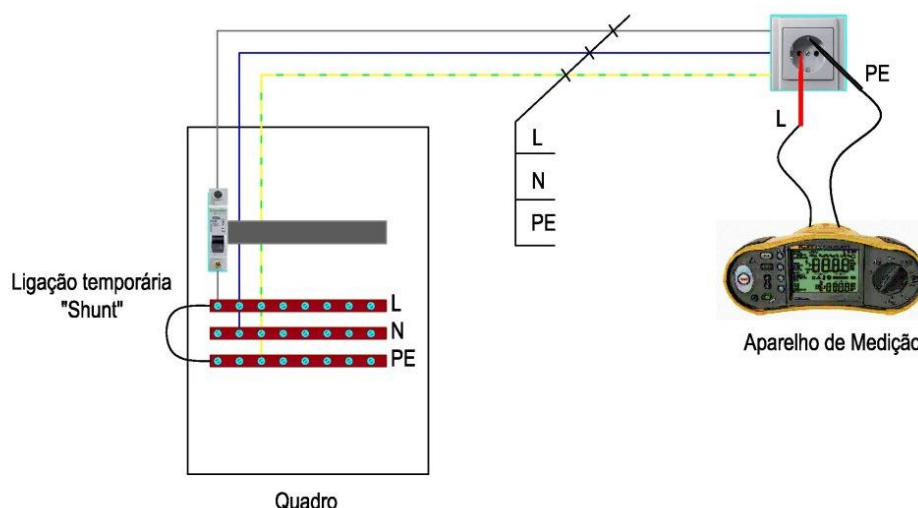


Figura 6.3: Esquema simplificado de realização do ensaio de continuidade – Método 1

#### Método 2

Este método tem uma aplicabilidade reduzida, sendo apenas exequível em instalações de pequenas dimensões, devido exigir a ligação entre o aparelho de medida e o barramento de terra do quadro elétrico de início do circuito, o que para a maioria das instalações, dadas as distâncias a considerar, torna-se impraticável. Dado que o ensaio de continuidade mede resistências muito baixas, a resistência dos cabos de ensaio deve ser compensada.

Este método de ensaio pode também ser utilizado na verificação dos condutores de proteção e ligações suplementares.

A realização do ensaio consiste na execução do seguinte procedimento:

1º Um terminal do aparelho de medida (em escala óhmica reduzida) deve estar ligado através de uma ligação auxiliar ao barramento de terra da instalação.

2º O outro terminal de contacto do aparelho de medida estará ligado às partes da instalação em que se desejam verificar os valores de continuidade.

3º Análise dos resultados de medição obtidos:

- um valor baixo indica que o ensaio teve um resultado positivo;
- um valor elevado indica que o ensaio teve um resultado negativo e a instalação não se encontra em conformidade.

A figura 6.4 mostra um esquema simplificado ilustrativo da realização do referido ensaio de verificação da continuidade dos condutores de proteção e das ligações equipotenciais

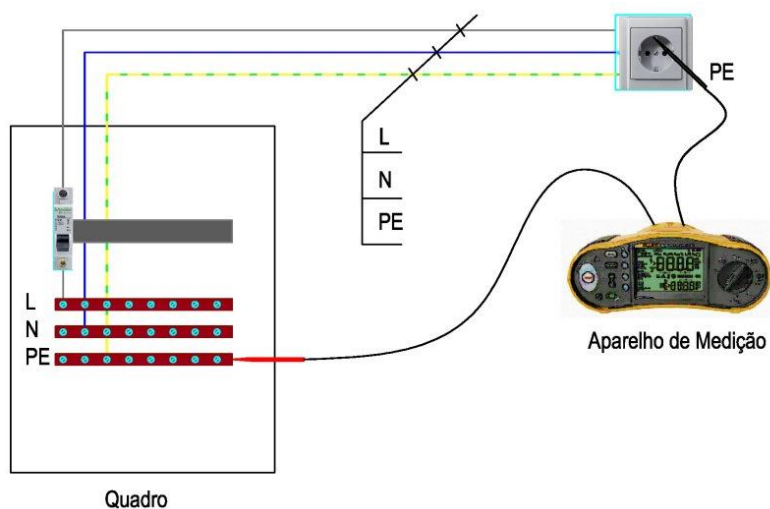


Figura 6.4: Esquema simplificado de realização do ensaio de continuidade – Método 2

### 6.10.3 Medição da resistência de isolamento da instalação elétrica

#### 6.10.3.1 Generalidades

O ensaio de medição da resistência de isolamento da instalação elétrica deve seguir-se à realização do ensaio de continuidade dos condutores de proteção e das ligações equipotenciais.

A realização do ensaio de medição da resistência de isolamento da instalação elétrica visa certificar que o isolamento da instalação elétrica se encontra em níveis satisfatórios, pois este é um requisito fundamental para proteção das pessoas contra contactos diretos e indiretos.

Uma instalação elétrica com um baixo nível de isolamento representa:

- um risco potencial de choque elétrico;
- um risco potencial para as instalações e materiais.

Este ensaio permite verificar que nas instalações elétricas não existem quaisquer curtos-circuitos e que os valores mínimos regulamentares de resistência de isolamento são cumpridos.

A figura 6.5 mostra um exemplo simplificado de uma instalação na qual se verifica um defeito de isolamento na fase L1 de uma carga, dando origem à passagem de uma corrente de defeito a ser conduzida pelo condutor de proteção e pelo eletrodo de terra das massas para a terra.

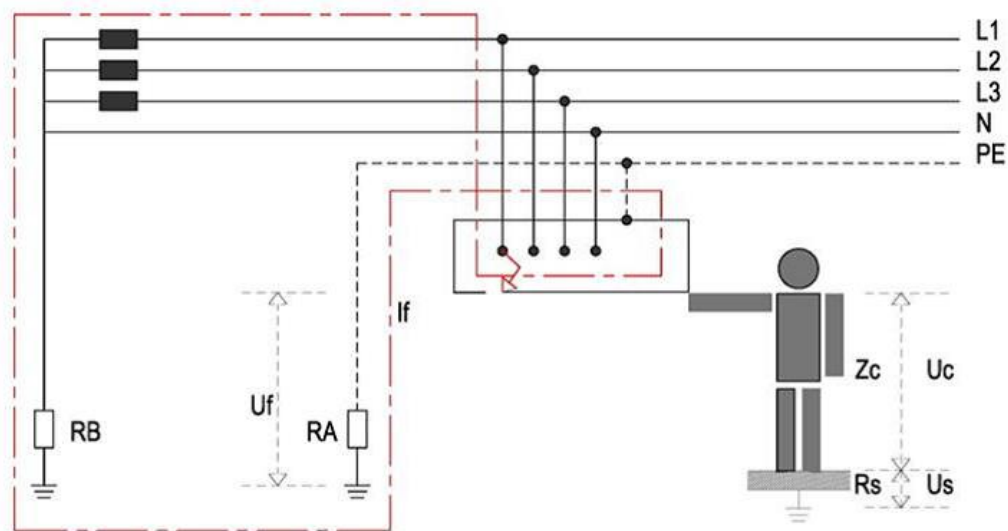


Figura 6.5: Esquema simplificado de uma instalação com um defeito de isolamento na fase L1 de uma carga

Nesta situação uma pessoa ao entrar em contacto com a parte metálica da carga fica sujeita a uma tensão de defeito que é dada pela seguinte expressão:

$$U_f = U_c + U_s = I_f \times R_A \quad (6.1)$$

$U_f$  - Tensão de defeito, em volts;

$U_c$  - Tensão de contacto, em volts;

$U_s$  - Queda de tensão devido à resistência do chão e do calçado, em volts;

$I_f$  - Corrente de defeito, em ampéres;

$R_A$  - Resistência do eletrodo de terra, em ohms.

A tensão de defeito, dependendo do valor das grandezas em jogo, poderá atingir valores suscetíveis de originar risco elétrico e consequentes danos para as pessoas.

Assim, para garantir que os níveis de isolamentos da instalação elétrica se encontram dentro dos níveis exigidos regulamentarmente, é necessário realizar o ensaio de medição da resistência de isolamento da instalação elétrica devendo ser medida entre cada condutor ativo (fases e neutro)

ou grupo completo deles e a terra. Deverá também ser realizado, sempre que possível, entre os condutores ativos.

As medições devem ser feitas em corrente contínua, devendo o aparelho utilizado no ensaio cumprir os requisitos dispostos na norma EN 61557-2, nomeadamente ser capaz de fornecer uma tensão de ensaio de 250, 500 ou 1000V, a selecionar de acordo com a tensão nominal do circuito em ensaio, e uma corrente de 1 mA.

Considera-se satisfatório o resultado obtido no ensaio se o valor da resistência de isolamento medido não for inferior ao valor indicado na tabela 1, isto é, os valores de resistência deverão ser superiores a 1 mega Ohm para a tensão de ensaio de 1000 V, 0,5 mega Ohm para 500 V e 0,25 mega Ohm para 250 V.

A tabela da figura 6.6 mostra os valores mínimos da resistência de isolamento e valores da tensão de ensaio em corrente contínua em função da tensão nominal do circuito.

| Tensão nominal<br>do circuito<br>(V) | Tensão de ensaio<br>em corrente contínua<br>(V) | Resistência<br>de isolamento<br>(M Ω) |
|--------------------------------------|---|---------------------------------------|
| TRS e TRP                            | 250   | ≥ 0,25                                |
| $U \leq 500 \text{ V}^{(1)}$         | 500   | ≥ 0,5                                 |
| $U > 500 \text{ V}$                  | 1 000   | ≥ 1,0                                 |

<sup>(1)</sup> Exceto para os casos referidos na linha anterior (TRS e TRP)

Figura 6.6: Valores mínimos da resistência de isolamento e valores da tensão de ensaio em corrente contínua em função da tensão nominal do circuito

As medições devem ser efetuadas com a instalação sem tensão, ou seja, com o aparelho de corte geral na posição de desligado e, em regra, com os aparelhos recetores desligados. Todos os fusíveis devem ser mantidos nos seus lugares, os disjuntores devem estar fechados e os interruptores do circuito final também devem estar fechados.

No esquema de ligação à terra TN-C, o condutor PEN é considerado como fazendo parte da terra.

Durante as medições da resistência de isolamento, os condutores de fase e o condutor neutro podem estar ligados entre si. O valor da resistência de isolamento pode ser obtido através do método volt-amperimétrico.

A figura 6.7 mostra um esquema simplificado do princípio de realização do referido ensaio de medição da resistência de isolamento.

A resistência de isolamento será obtida pela expressão:

$$R_i = \frac{U_t}{I} \quad (6.2)$$

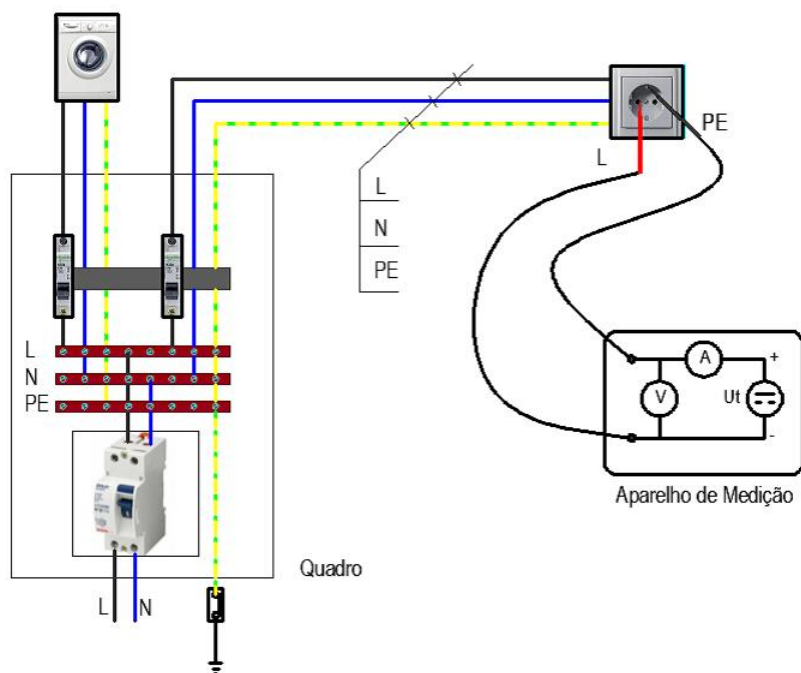


Figura 6.7: Esquema simplificado da medição da resistência de isolamento – Método U-I

Ut- Tensão de ensaio, em volts;

I- Corrente de ensaio, em ampéres;

Ri- Resistência de isolamento, em ohms.

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 1, 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 1, deve ser medida a resistência de cada um dos circuitos desse grupo para identificar o(s) circuito(s) responsável(eis) 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 contactores), as resistências de isolamento desses circuitos (ou dessas partes de circuitos) devem ser medidas separadamente, de forma a garantir-se que todos os troços do circuito são medidos.

Para os cabos de aquecimento embebidos nos elementos da construção, os valores obtidos após a sua colocação no betão não devem ser inferiores a 1 000 Ohm /V de tensão estipulada e por elemento de aquecimento, com o mínimo de 250 000 Ohm. Se os cabos de aquecimento com isolamento mineral não apresentarem, na verificação inicial, valores de resistência de isolamento superiores aos indicados, esses valores devem ser acompanhados, em termos de evolução, e deve ser garantido que o valor mínimo prescrito é obtido até à primeira utilização do sistema de

aquecimento.

### 6.10.3.2 Procedimento prático de ensaio

Antes de iniciar o ensaio de medição da resistência de isolamento deve-se garantir que: - A instalação está desligada da alimentação; - Não existem ligações entre neutro e terra, isto é, todos os equipamentos que tenham risco de avaria com a tensão de ensaio devem ser desligados dos circuitos, tais como equipamentos eletrônicos, luminárias de descarga, etc;

- Todos os fusíveis devem estar colocados e todos os disjuntores fechados.

- Ensaio entre condutores ativos e o condutor de proteção

As combinações possíveis de realização do ensaio de medida da resistência de isolamento entre condutores ativos e o condutor de proteção são as indicadas na tabela 6.8.

| Tipo de Instalação | Combinações de Medida |
|--------------------|-----------------------|
| Monofásica         | L e PE                |
|                    | N e PE                |
| Trifásica          | L <sub>1</sub> e PE   |
|                    | L <sub>2</sub> e PE   |
|                    | L <sub>3</sub> e PE   |
|                    | N e PE                |

Figura 6.8: Combinações de medida da resistência de isolamento entre condutores ativos e o condutor de proteção

Para minimizar o tempo de realização do ensaio, os condutores de fase e neutro deverão estar interligados através dos barramentos.

A figura 6.9 mostra um esquema simplificado de realização do ensaio de medição da resistência de isolamento entre condutores ativos e o condutor de proteção.

Através do aparelho de medição de resistência de isolamento ajustado para uma tensão de ensaio, selecionada de acordo com a tensão nominal do circuito, conforme indicada na tabela da figura 6.6, a resistência de isolamento será medida entre condutores ativos (fase/neutro) e o terminal principal de terra.

O valor mínimo da resistência de isolamento deverá ser igual ou superior ao indicado na tabela da figura 6.6; caso contrário, verifica-se uma falha no isolamento da instalação que será necessária identificar e resolver, repetindo-se posteriormente a medição.



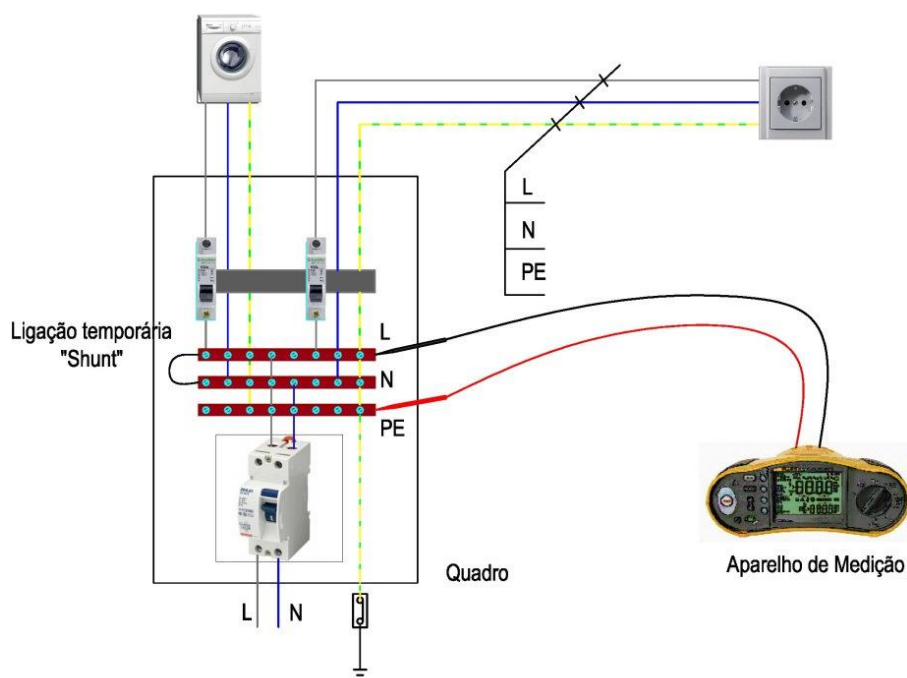


Figura 6.9: Esquema simplificado do ensaio de medição da resistência de isolamento entre condutores ativos e o condutor de proteção

- Ensaio entre condutores ativos

Tendo tomado as precauções já descritas anteriormente e usando o aparelho de ensaio de resistência de isolamento ajustado para uma tensão de ensaio, selecionada de acordo com a tensão nominal do circuito, conforme indicada na figura 6.6, a resistência de isolamento dada é a medida entre cada condutor ativo e os restantes.

A tabela da figura 6.10 indica as diversas combinações possíveis de medida da resistência de isolamento entre condutores ativos.

Na figura 6.9 está representado um esquema simplificado de realização do ensaio de medição da resistência de isolamento entre condutores ativos.

Através do aparelho de teste de resistência de isolamento ajustado para uma tensão de ensaio conforme indicada na tabela da figura 6.6 a resistência de isolamento será medida entre condutores ativos (fase(s)/neutro).

O valor mínimo da resistência de isolamento deverá ser igual ou superior ao indicado na tabela da figura 6.6; caso contrário, verifica-se uma falha no isolamento da instalação que será necessária identificar e resolver, repetindo-se posteriormente a medição descrita.

| Tipo de Instalação | Combinações de Medida           |
|--------------------|---------------------------------|
| Monofásica         | L e N                           |
| Trifásica          | L <sub>1</sub> e L <sub>2</sub> |
|                    | L <sub>1</sub> e L <sub>3</sub> |
|                    | L <sub>2</sub> e L <sub>3</sub> |
|                    | L <sub>1</sub> e N              |
|                    | L <sub>2</sub> e N              |
|                    | L <sub>3</sub> e N              |

Figura 6.10: Combinações de medida da resistência de isolamento entre condutores ativos

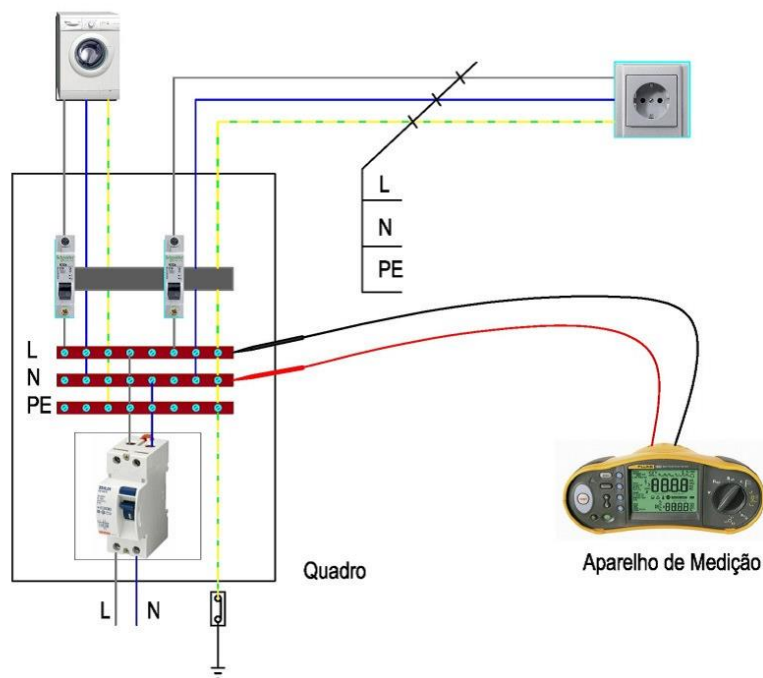


Figura 6.11: Esquema simplificado de realização do ensaio de medição da resistência de isolamento entre condutores ativos

## 6.10.4 Ensaio de proteção por separação de circuitos

### 6.10.4.1 Generalidades

A separação dos circuitos deve ser verificada para as seguintes situações:

- proteção por tensão reduzida de segurança;
- proteção por tensão reduzida de proteção;

- separação elétrica.

#### 6.10.4.2 Procedimento de ensaio

A separação entre as partes ativas dos circuitos de tensões reduzidas de segurança, tensão reduzida de proteção e com separação elétrica, e as partes ativas de outros circuitos e da terra deve ser verificada por meio da medição da resistência de isolamento, devendo os resultados obtidos obedecer ao indicado na tabela da figura 6.12.

| Tensão nominal do circuito (V) | Tensão de ensaio em corrente contínua (V) | Resistência de isolamento (M $\Omega$ ) |
|--------------------------------|---|---|
| TRS e TRP                      | 250                                       | $\geq 0,25$                             |

Figura 6.12: Esquema simplificado de realização do ensaio de medição da resistência de isolamento entre condutores ativos

### 6.10.5 Medição da resistência de isolamento dos elementos dos pavimentos e demais elementos da construção

#### 6.10.5.1 Generalidades

Quando for necessário cumprir as condições de proteção por recurso a locais não condutores, devem ser efetuadas, num mesmo local, no mínimo, três medições da resistência de isolamento dos elementos dos pavimentos e demais elementos da construção.

São exemplos de elementos da construção: paredes, tetos, pavimentos.

Uma dessas medições deve ser feita a cerca de um metro de um elemento condutor acessível, situado nesse local, devendo as outras duas medições ser feitas a distâncias superiores a um metro. Estas medições devem ser repetidas para cada uma das superfícies importantes desse local.

#### 6.10.5.2 Procedimento prático de ensaio

A título exemplificativo é descrito um método de medição da resistência de isolamento dos pavimentos e demais elementos da construção.

Recomenda-se que a medição da resistência seja feita antes de serem aplicados os eventuais tratamentos das superfícies a medir (verniz, tinta e produtos similares).

Tal como descrito para o ensaio de medição da resistência de isolamento, as medições da resistência de isolamento dos elementos da construção devem ser feitas em corrente contínua, devendo o aparelho utilizado no ensaio cumprir os requisitos dispostos na norma EN 61557-2, nomeadamente ser capaz de fornecer uma tensão de ensaio de 250, 500 ou 1000V, de acordo com a tensão nominal do circuito e uma corrente de 1 mA.

A tensão de ensaio deverá ser a indicada na tabela 1, em função da tensão nominal do circuito a verificar. A resistência deve ser medida entre um eletrodo de medição e um condutor de proteção

da instalação. Como elétrodos de medição podem ser usados os seguintes:

### Elétrodo de medição do tipo 1

Refere-se a um elétrodo de medição constituído por um tripé metálico, cujas partes em contacto com a superfície a ensaiar estão dispostas segundo um triângulo equilátero. Cada uma das referidas partes é munida de um apoio flexível que garante, quando carregada, a existência de um contacto direto e franco com a superfície a ensaiar, exercido sobre uma área com cerca de  $900 \text{ mm}^2$ , devendo a resistência de cada uma dessas partes ser inferior a  $5000 \Omega$ .

Antes de se efetuarem as medições, a zona a ensaiar deve ser molhada ou coberta por um tecido humedecido.

Durante a realização das medições, deve ser aplicada ao tripé uma força de valor igual a:

- 750 N (@ 75 kg) – ensaio de pavimentos;
- 250 N (@ 25 kg) – ensaio de outros elementos da construção (paredes, tetos, etc.).

A figura 6.13 mostra o elétrodo de medição 1 utilizado num ensaio de medição da resistência de isolamento dos pavimentos e demais elementos da construção.

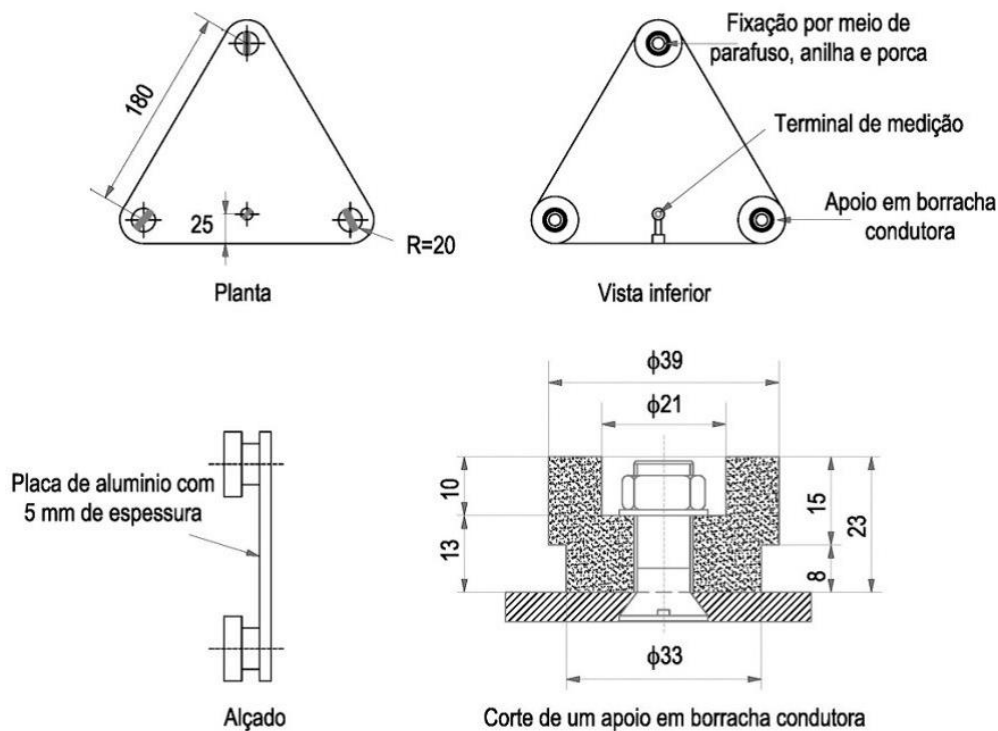


Figura 6.13: Elétrodo de medição do tipo 1

Em caso de contestação dos valores obtidos, deve ser usado o elétrodo de medição 1, como elétrodo de referência.

### Eléttrodo de medição do tipo 2

Trata-se de um eléttrodo de medição constituído por uma placa metálica quadrada, com 250 mm de lado, conforme figura 6.14.

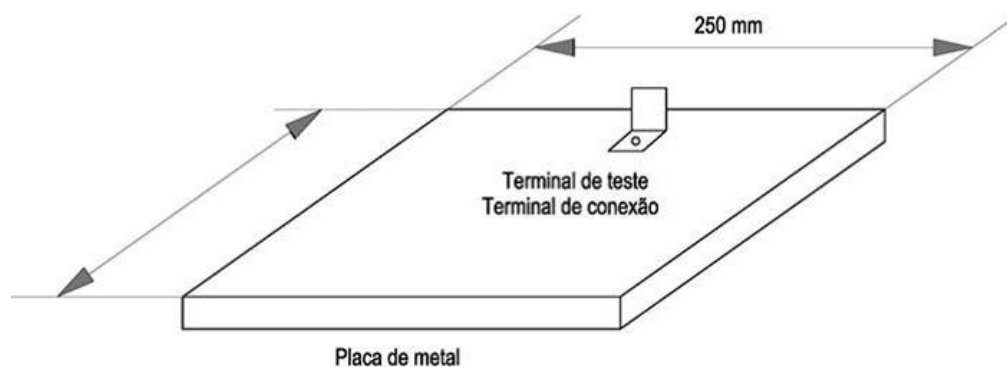


Figura 6.14: Eléttrodo de medição do tipo 2

Para garantir um melhor contacto, deverá ainda ser colocado um papel ou uma tela hidrófila, quadrada, com 270 mm de lado, que deve ser molhada e, seguidamente, enxuta e colocada entre a placa e a superfície a ensaiar.

Durante a realização das medições, deve ser aplicada ao eléttrodo uma força de valor igual a:

- 750 N (@ 75 kg) – Ensaio de pavimentos,
- 250 N (@ 25 kg) – Ensaio de outros elementos da construção (paredes, tetos, etc.).

A figura 6.15 mostra a ligação do eléttrodo de medição do tipo 2 num ensaio de medição da resistência de isolamento dos pavimentos e demais elementos da construção.

A resistência de isolamento dos pavimentos e demais elementos da construção será dada pela expressão:

$$Z_x = \frac{U_x}{I} \quad (6.3)$$

$Z_x$ -Impedância de isolamento dos pavimentos e demais elementos de construção, em ohms;

$U_x$ -Tensão no eléttrodo, em volts;

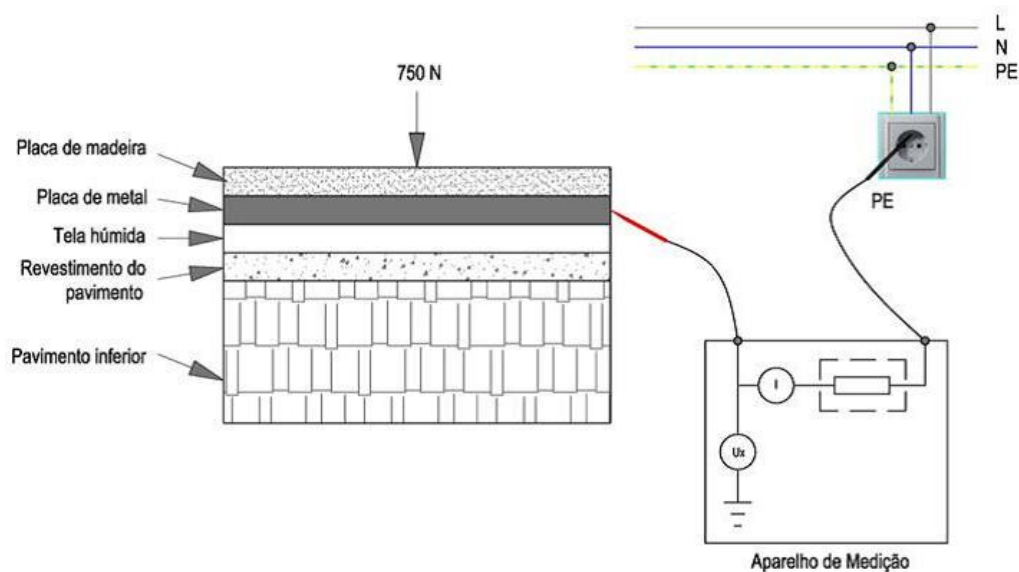


Figura 6.15: Ligação do eletrodo de medição do tipo 2

(medida com recurso a um voltímetro com resistência interna de pelo menos  $1\text{ M}\Omega$  para PE)

I-Corrente injetada no eletrodo de teste, a partir de uma fonte de tensão exterior ou a partir de uma fase da instalação.

Os valores obtidos no ensaio deverão ser superiores a:

- $50\text{ K}\Omega$  para instalações com tensões nominais até  $500\text{ V}$ ;
- $100\text{ k}\Omega$  para instalações com tensões nominais superiores a  $500\text{ V}$ .

Se em algum ponto a resistência for inferior aos valores indicados, as paredes e pisos devem ser considerados, do ponto de vista da proteção contra choques elétricos, como elementos condutores.

## 6.10.6 Verificação das condições de proteção por corte automático da alimentação

### 6.10.6.1 Generalidades

Qualquer defeito que surja num equipamento elétrico origina a circulação de uma corrente que deve ser interrompida num tempo compatível com a segurança das pessoas. A medida de proteção por corte automático da alimentação baseia-se na associação das condições seguintes:

a) a realização ou a existência de um circuito (designado por malha de defeito) que permita a circulação da corrente de defeito, dependendo a constituição desta malha do esquema das ligações à terra (TN, TT ou IT);

b) o corte da corrente de defeito seja efetuado por um dispositivo de proteção apropriado, num tempo que depende de parâmetros como a tensão de contacto e a probabilidade de defeitos e de contactos com as partes afetadas, sendo esse tempo determinado a partir do conhecimento dos efeitos da corrente elétrica no corpo humano.

A condição indicada na alínea a) implica a utilização de condutores de proteção que interliguem as massas de todos os equipamentos elétricos alimentados pela instalação, de modo a constituir uma malha de defeito, para os diferentes esquemas das ligações à terra (TN, TT ou IT). A condição indicada na alínea b) implica a existência de um dispositivo de corte automático de características definidas para os diferentes esquemas das ligações à terra (TN, TT ou IT).

Para assegurar o corte da alimentação deve existir um dispositivo de proteção que separe automaticamente da alimentação o circuito ou o equipamento quando surgir um defeito entre uma parte ativa e uma massa.

Esta medida de proteção contra os contactos indiretos destina-se a impedir que, entre partes condutoras simultaneamente acessíveis, possam manter-se, durante um tempo suficiente para criar riscos de efeitos fisiopatológicos perigosos para as pessoas, tensões de contacto presumidas superiores às tensões limites convencionais de contacto.

Os valores das tensões limites convencionais de contacto, para instalações com condições gerais de humidade, são os seguintes:

- a) 50 V em corrente alternada (valor eficaz);
- b) 120 V em corrente contínua lisa

Para tempos de corte não superiores a 5 s, podem-se admitir, em certas circunstâncias dependentes do esquema das ligações à terra, outros valores para a tensão de contacto.

Com base nos estudos realizados sobre os efeitos da corrente elétrica no corpo humano (Norma IEC 60479-1), foi determinado o tempo máximo durante o qual uma pessoa pode suportar uma dada corrente sem risco de ocorrerem efeitos fisiopatológicos perigosos.

Tendo em conta a impedância do corpo humano, esta relação tempo/corrente permite determinar a relação entre o tempo de corte e a tensão de contacto presumida à qual a pessoa pode ficar submetida, conforme indicado na tabela da figura 6.16

Os valores indicados neste quadro são válidos nas condições seguintes:

- a) locais secos ou húmidos;
- b) corrente percorrendo o corpo humano entre as duas mãos e os dois pés;
- c) corrente limitada pela presença de calçado ou pela resistência do solo.

Os valores indicados na coluna (a) aplicam-se à corrente alternada, de frequência compreendida entre 15 Hz e 1 000 Hz e à corrente contínua não lisa. Os valores indicados na coluna (b)

| Tensão de contacto presumida<br>$U_c$ (V) | Tempo de corte máximo do dispositivo de proteção<br>t (s) |                       |
|---|---|-----------------------|
|   | Corrente alternada [a]                                    | Corrente contínua [b] |
| ≤50                                       | 5   | 5                     |
| 75  | 0,60  | 5                     |
| 90  | 0,45  | 5                     |
| 120                                       | 0,34  | 5                     |
| 150                                       | 0,27  | 1                     |
| 220                                       | 0,17  | 0,40                  |
| 280                                       | 0,12  | 0,30                  |
| 350                                       | 0,08  | 0,20                  |
| 500                                       | 0,04  | 0,10                  |

Figura 6.16: Duração máxima da tensão de contacto presumida para  $U_L=50V_{ac}$  ou  $U_L=120V_{dc}$

aplicam-se à corrente contínua lisa.

Os valores das tensões limites convencionais de contacto (UL), para instalações com condições de contacto ou humidade mais severas, são os seguintes:

- a) 25 V em corrente alternada (valor eficaz);
- b) 60 V em corrente contínua lisa.

Tendo em conta a impedância do corpo humano, esta relação tempo/corrente permite determinar a relação entre o tempo de corte e a tensão de contacto presumida à qual a pessoa pode ficar submetida, conforme indicado na tabela 6.17.

A eficácia das medidas de proteção contra os contactos indiretos por corte automático da alimentação deve ser verificada, consoante o esquema das ligações à terra, por meio de um dos processos indicados nas secções seguintes.

### 6.10.6.2 Esquema TT – Neutro à terra

#### 1. Generalidades

A verificação da eficácia das medidas de proteção no esquema de ligação à terra TT deve prever:

- a medição da resistência do eléctrodo de terra das massas da instalação;
- a verificação das características do dispositivo de corte associado a esta medida de proteção, isto é:
  - a inspeção visual da corrente e o ensaio, quando esse dispositivo for diferencial;



| Tensão de contacto<br>presumida<br>$U_c$ (V) | Tempo de corte máximo do dispositivo de proteção<br>t (s) |                       |
|--|---|-----------------------|
|  | Corrente alternada [a]                                    | Corrente contínua [a] |
| 25   | 5   | 5                     |
| 50   | 0,48  | 5                     |
| 75   | 0,30  | 2                     |
| 90   | 0,25  | 0,80                  |
| 110  | 0,18  | 0,50                  |
| 150  | 0,12  | 0,25                  |
| 230  | 0,05  | 0,06                  |
| 280  | 0,02  | 0,02                  |

Os valores indicados neste quadro são válidos nas condições seguintes:

- loais molhados;
- corrente percorrendo o corpo humano entre as duas mãos e os dois pés;
- corrente não limitada por qualquer resistência exterior.

Os valores indicados na coluna (a) aplicam-se à corrente alternada, de frequência compreendida entre 15 Hz e 1 000 Hz e à corrente contínua não lisa. Os valores indicados na coluna (b) aplicam-se à corrente contínua lisa.

Figura 6.17: Duração máxima da tensão de contacto presumida para  $U_L=25\text{Vac}$  ou  $U_L=60\text{Vdc}$

- a inspeção visual da corrente estipulada dos disjuntores e dos fusíveis, quando esse dispositivo for o da proteção contra as sobreintensidades;
- a verificação da continuidade dos condutores de proteção.

## 2. Valores máximos da resistência de terra das massas

Os valores máximos da resistência de terra das massas, que condicionam a seleção dos dispositivos diferenciais a prever para as instalações elétricas, são impostos pelo requisito de garantia de que as tensões limites convencionais de contacto, 50 V ou 25 V, definidas em função da classificação dos locais das instalações quanto às influências externas, não são excedidas.

A tabela da figura 6.18 indica os valores máximos da resistência de terra, função da tensão limite convencional de contacto e da corrente residual do dispositivo de proteção diferencial.

Os esquemas "TN – Terra pelo neutro" e "IT - Neutro isolado ou impedante", apesar de importantes não são aqui descritos por serem menos usuais nas instalações elétricas de serviço particular.

| Corrente diferencial estipulada máxima do dispositivo diferencial ( $I_{\Delta N}$ ) |        | Valor máximo da resistência de terra ( $\Omega$ ) |           |
|--|--------|---|-----------|
|  |        | $U_L=50V$   | $U_L=25V$ |
| Baixa sensibilidade  | 20 A   | 2,5   | 1,25      |
|  | 10 A   | 5   | 2,5       |
|  | 5 A    | 10  | 5         |
|  | 3 A    | 16,5  | 8,25      |
|  | 1 A    | 50  | 25        |
| Média sensibilidade  | 500 mA | 100   | 50        |
|  | 300 mA | 166   | 83        |
|  | 100 mA | 500   | 250       |
| Alta sensibilidade   | 30 mA  | 1 665   | 832       |
|  | 12 mA  | 4 165   | 2 082     |
|  | 6 mA   | 8 330   | 4 165     |

Figura 6.18: Valores máximos da resistência do elétrodo de terra em função da corrente diferencial estipulada dos dispositivos diferenciais para  $U_L = 50 V$  e  $U_L = 25 V$

## 6.10.7 Verificação do funcionamento dos dispositivos diferenciais

### 6.10.7.1 Generalidades

Com o ensaio de verificação do funcionamento dos dispositivos diferenciais pretende-se garantir que os mesmos se encontram em devidas condições de funcionamento.

### 6.10.7.2 Procedimento prático de ensaio

A verificação do funcionamento dos dispositivos diferenciais pode ser realizada com recurso a diversos métodos, sendo seguidamente, a título exemplificativo, apresentado um desses métodos.

Na figura 6.19 está esquematizado o princípio em que se baseia este método, sendo a resistência variável ( $R_p$ ) ligada entre um condutor de fase (situado a jusante do dispositivo em ensaio) e as massas.

No início do ensaio, a resistência variável ( $R_p$ ) deve estar no seu valor máximo e a corrente deve ser aumentada por redução da mesma.

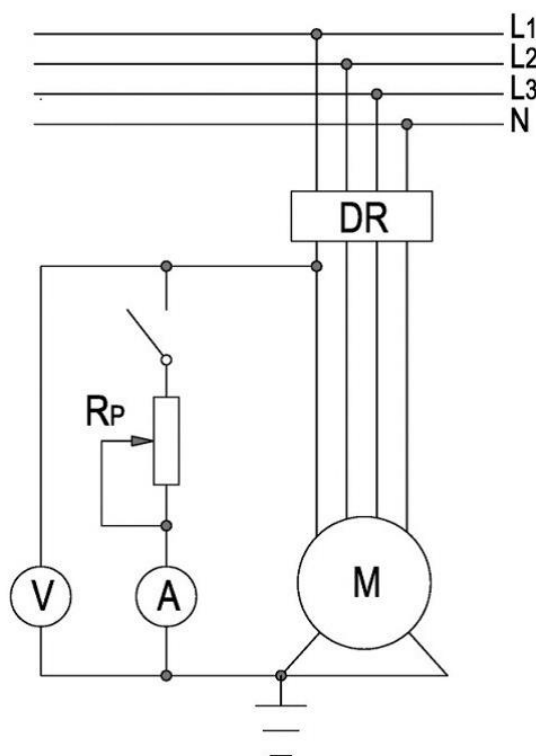


Figura 6.19: Princípio de funcionamento do método 1

O valor da corrente que provoca o funcionamento do dispositivo diferencial ( $I_D$ ) não deve ser superior ao valor da corrente diferencial estipulada ( $I_{\Delta n}$ ).

### 6.10.7.3 Tempo e corrente diferencial estipulada dos dispositivos diferenciais

#### Tempo de funcionamento

Os tempos de funcionamento dos dispositivos de proteção sensíveis à corrente diferencial-residual (interruptores e disjuntores), medidos durante a realização do ensaio de funcionamento dos mesmos, deverão ser comparados com os limites impostos pelas normas de fabrico dos mesmos, nomeadamente as normas IEC 60755, EN 61008 e EN 61009.

A tabela da figura 6.20 faz um resumo dos valores normalizados dos tempos de funcionamento e tempos de não funcionamento de interruptores e disjuntores diferenciais.

#### Corrente diferencial estipulada

A corrente diferencial estipulada dos interruptores e disjuntores diferenciais, medidas durante a realização do ensaio, deverão ser comparadas com os limites impostos pelas normas de fabrico dos mesmos.

| Tipo  | $I_n$<br>(A)   | $I_{\Delta n}$<br>(A) | Valores normalizados dos tempos de funcionamento e dos tempos de não funcionamento para uma corrente residual |                 |                 |                                   |                 |                 |
|-------|----------------|-----------------------|---|-----------------|-----------------|-----------------------------------|-----------------|-----------------|
|       |                |                       | $I_{\Delta n}$ igual a:   |                 |                 |                                   |                 |                 |
|       |                |                       | Tempo máximo de funcionamento   |                 |                 | Tempo mínimo de não funcionamento |                 |                 |
|       |                |                       | $I_{\Delta n}$  | $2I_{\Delta n}$ | $5I_{\Delta n}$ | $I_{\Delta n}$                    | $2I_{\Delta n}$ | $5I_{\Delta n}$ |
| Geral | Qualquer valor | Qualquer valor        | 0,3   | 0,15            | 0,04            | -                                 | -               | -               |
| S     | $\geq 25$      | $> 0,03$              | 0,5   | 0,2             | 0,15            | 0,13                              | 0,06            | 0,05            |

Figura 6.20: Valores normalizados dos tempos de funcionamento e tempos de não funcionamento de interruptores e disjuntores diferenciais

As referidas normas, indicadas no parágrafo anterior, definem que o funcionamento dos dispositivos diferenciais devem ocorrer na seguinte faixa de corrente:

$$0,5 \times (I_{\Delta n}) \text{ até } 1 \times (I_{\Delta n})$$

$I_{\Delta n}$  - Corrente diferencial estipulada, em amperes.

## 6.11 Medição da resistência do eléctrodo de terra

### 6.11.1 Generalidades

Pela importância que o valor da resistência de terra tem, do ponto de vista do cumprimento das condições de proteção numa instalação elétrica, esta é uma medição extremamente importante que deve ser realizada periodicamente e na época em que o terreno se possa encontrar mais seco, pois será a condição que conduzirá a valores de resistência de terra superiores.

A resistência de terra de um eléctrodo de terra é constituída, praticamente, pela sua resistência de contacto e pela resistência das camadas de terreno que ficam na vizinhança do eléctrodo e nas quais a existência de uma densidade de corrente elevada provoca quedas de tensão apreciáveis.

Antes de se proceder ao ensaio, o cabo de ligação à terra deve ser desligado do Terminal Principal de Terra (TPT) da instalação. Este procedimento exige que a instalação seja completamente desligada, pois deixará de ter terra das massas.

Neste procedimento, o valor da resistência de terra deve ser medido tomando em consideração os seguintes aspetos:

1. garantia de afastamento suficiente dos eléctrodos auxiliares ao eléctrodo de terra;
2. garantia de afastamento suficiente entre eléctrodos auxiliares;

3. inexistência de canalizações de água, vedações metálicas, tubagens enterradas, reservatórios enterrados, ou outras condições que influenciem a condutividade do solo ou a homogeneidade deste;
4. garantia de suficiente contacto de terra dos eletrodos auxiliares.

Para efetuar o ensaio de medição da resistência de terra existem diversas metodologias, sendo a mais correta, se tomados alguns cuidados, a medição com eletrodos de terra auxiliares (método volt-amperimétrico), sendo preferencialmente este o ensaio a realizar aquando da verificação das instalações.

### 6.11.2 Medição com eletrodos de terra auxiliares (método voltamperimétrico)

O princípio de funcionamento deste método, que utiliza dois eletrodos de terra auxiliares, está esquematizado na figura 6.21.

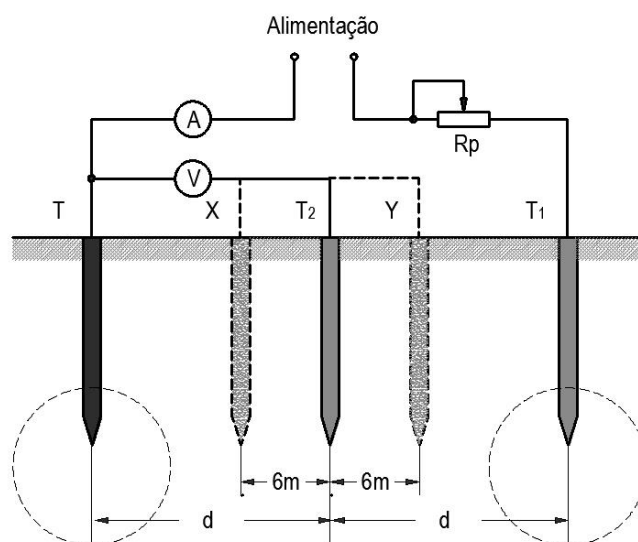


Figura 6.21: Medição da resistência de um eletrodo de terra

Zonas de influência dos eletrodos de terra (sem interseção)

- A - Amperímetro
- V - Voltímetro
- Rp - Resistência variável
- T - Eletrodo de terra a medir, desligado de quaisquer fontes de alimentação
- T1 e T2 - Eletrodos de terra auxiliares
- X - Posição inicial de T2 para a medição de controlo
- Y - Posições de T2 para as medições de confirmação
- d - Distância entre eletrodos de terra

Consiste em fazer circular uma corrente alternada de intensidade constante entre o eletrodo de terra a medir (T) e um outro eletrodo de terra auxiliar de corrente (T1), colocado a uma distância tal que as superfícies de influência dos dois eletrodos não se intercelem.

O eletrodo de terra auxiliar de tensão (T2), que pode ser feito a partir de uma vareta metálica espetada no solo, deve ser colocado a meio caminho entre o eletrodo de terra a medir (T) e o eletrodo de terra auxiliar de corrente (T1), medindo-se a queda de tensão entre T e T2.

Desde que exista garantia de que não há influência entre os três eletrodos de terra, o quociente entre a corrente aplicada entre T e T1 e a queda de tensão medida entre T e T2 é igual à resistência de terra do eletrodo T.

Para que não exista influência entre os eletrodos de terra, os eletrodos de terra auxiliares de tensão (T2) e de corrente (T1) devem ser colocados o mais afastados possível do eletrodo de terra a medir (T), bem como serem afastados de elementos estranhos condutores. Considera-se uma distância aceitável quando ao afastar o eletrodo de terra auxiliar de tensão (T2) do eletrodo de terra a medir (T) não provocar variações significativas no valor medido.

Em regra pode ser considerada uma distância de 10 m para o eletrodo de terra auxiliar mais próximo, o de tensão (T2), e 20 m para o eletrodo de terra auxiliar mais afastado, o de corrente (T1).

A fim de confirmar que o valor assim obtido é correto, devem ser feitas duas outras medições, deslocando o eletrodo de terra auxiliar de tensão (T2) 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 o eletrodo de terra a medir (T) e o eletrodo de terra auxiliar mais afastado, o de corrente (T1) deve ser aumentada e os três ensaios devem ser repetidos. Quando a corrente utilizada para a medição for à frequência industrial, o voltímetro a usar deve ter uma resistência interna elevada.

A resistência interna deverá ser no mínimo, 200  $\Omega/V$ .

Deve haver uma separação galvânica entre a fonte de corrente utilizada na medição e a rede de distribuição, por exemplo, por meio de um transformador com dois enrolamentos separados.

## 6.12 Medição da resistência dos condutores de proteção

Este procedimento de verificação consiste em medir o valor da resistência entre cada uma das massas da instalação e o ponto mais próximo da ligação equipotencial principal.

O valor obtido deve satisfazer à condição indicada na expressão seguinte:

$$R \leq \frac{U_c}{I_t} \quad (6.4)$$

R - Resistência entre cada uma das massas da instalação e o ponto mais próximo da ligação equipotencial principal, em  $\Omega$  ;

UC - Tensão de contacto presumida (tensão de contacto mais elevada suscetível de aparecer numa instalação elétrica em caso de um defeito de impedância desprezável) em função do tempo de corte definido, em Volt;

It - Corrente que garante o funcionamento automático do dispositivo de proteção no tempo definido, em Ampere;

Recomenda-se que essa medição seja feita a uma tensão que, em vazio, esteja compreendida entre 4 V e 24 V (em corrente alternada ou em corrente contínua) e com uma corrente não inferior a 0,2 A.

A tabela da figura 6.22 mostra as tensões de contacto presumidas em função do tempo de corte.

| <b>Tempo de corte<br/>(s)</b> | <b>Tensão de contacto presumida<br/>(V)</b> |
|-------------------------------|---|
| 0,1                           | 350   |
| 0,2                           | 210   |
| 0,4                           | 105   |
| 0,8                           | 68  |
| 5,0                           | 50  |

Os valores da tensão de contacto presumida foram determinados a partir das condições enunciadas na Norma IEC 60479-1.

Figura 6.22: Tensões de contacto presumidas, em função do tempo de corte

## 6.13 Ensaio de polaridade

Quando não for permitida a instalação de dispositivos de corte unipolar no condutor de neutro, deve ser realizado um ensaio de polaridade, com vista a verificar que esses dispositivos estão apenas instalados nos condutores de fase.

## 6.14 Ensaio dielétrico. Procedimento de ensaio

Este ensaio deve ser realizado nos equipamentos construídos e montados no local. Para os conjuntos montados no local, e na falta de ensaio dielétrico, a verificação deve ser feita por meio de uma inspeção visual.

A Norma EN 61439 define os métodos deste ensaio e fixa os valores para as tensões de ensaio para os conjuntos montados em fábrica.

Enquanto as Regras Técnicas das Instalações Elétricas de Baixa Tensão não especificarem o tipo de ensaio a realizar para os equipamentos construídos no local, (que não satisfaçam a uma Norma própria), o ensaio dielétrico pode ser realizado pelo método a seguir descrito.

A rigidez dielétrica das instalações elétricas deve ser tal que, com os equipamentos de utilização desligados, a instalação resista, durante 1 minuto, a uma tensão de ensaio, expressa em volts, tendo como mínimo 1500 V, em 50 Hz, dada pela expressão:

$$2 \times U_m + 1000 \quad (6.5)$$

$U_m$  - Tensão mais elevada da instalação, em volts.

Este ensaio realizar-se-á para cada um dos condutores, em relação à terra e entre condutores.

## 6.15 Manutenção e exploração das instalações

### 6.15.1 Manutenção das instalações

#### 6.15.1.1 Generalidades

As instalações elétricas devem ser mantidas, em permanência, em bom estado de conservação, através da realização de um eficaz plano de manutenção.

A manutenção das instalações apenas deve ser confiada a técnicos devidamente habilitados para o efeito, devendo na realização das ações de manutenção, ser usadas as medidas de segurança adequadas ao tipo de operações a realizar.



#### Manutenção (conceito)

Combinação de todas as ações técnicas e administrativas, incluindo ações de fiscalização, destinadas a garantir a conservação de uma instalação, equipamento ou material, para que o mesmo possa realizar as funções que lhe são requeridas.

As operações de substituição de equipamentos elétricos só devem ser feitas após o seccionamento do circuito que os alimenta. Para certos equipamentos, deve ser comprovada a ausência de tensão aos seus terminais de alimentação, nomeadamente, quando for de recear a possibilidade de realimentação por meio de um outro circuito.

Todos os defeitos ou anomalias detetados nas instalações e ou nos equipamentos elétricos ou no seu funcionamento, nas instalações que careçam de técnico responsável pela exploração devem ser comunicados ao técnico responsável pela exploração das instalações e, nas que não tenham técnico responsável pela exploração, ao dono da obra.

No decorrer das ações de manutenção, todas as instalações ou partes das instalações, que representem perigo potencial para a segurança das pessoas e das próprias instalações devem ser, imediatamente, colocadas sem tensão e apenas devem ser ligadas após terem sido feitas as necessárias reparações.

Durante a manutenção das instalações deverá ser dedicada uma atenção especial aos seguintes aspetos:

- a) dispositivos que coloquem as partes ativas fora do alcance das pessoas;
- b) as ligações e o estado dos condutores de proteção;
- c) o estado dos cabos flexíveis que alimentem aparelhos móveis, bem como os seus dispositivos de ligação;
- d) a regulação correta dos dispositivos de proteção.

## **6.15.2 Exploração das instalações**

### **6.15.2.1 Generalidades**

A exploração das instalações elétricas deve ser feita de acordo com os princípios gerais indicados na Norma EN 50110.

Na utilização das instalações não deve tocar-se, sem necessidade, em quaisquer condutores elétricos, peças ou equipamentos desprotegidos, nem manejar, sem tomar os devidos cuidados, objetos que possam provocar contactos com elementos em tensão.

A mudança dos elementos de substituição dos fusíveis só pode ser executada por pessoas instruídas ou qualificadas e empregando dispositivos de segurança adequados.

### 6.15.2.2 Execução de trabalhos

#### 1. Execução de trabalhos fora de tensão

Os trabalhos nas instalações devem ser realizados, em regra, fora de tensão e por pessoas qualificadas ou instruídas, depois de o responsável pela condução desses trabalhos ter procedido ao corte da corrente ou ter recebido comunicação de pessoa idónea que garanta ter sido realizado esse corte.

Devem ser tomadas as medidas adequadas para evitar que possam ser religados de forma inadvertida os dispositivos de corte ou de proteção acessíveis e por meio dos quais foi eliminada a tensão, como por exemplo o bloqueio, por meio de cadeados ou de fechaduras, dos dispositivos de corte ou de proteção e a colocação de placas ou de letreiros de aviso com a indicação “NÃO LIGAR - TRABALHOS”, os quais devem ser mantidos até ao final dos trabalhos.

O restabelecimento da tensão às instalações onde decorreram os trabalhos só deve ser feito depois de avisadas as pessoas que os realizaram e de ter sido garantido que a instalação está em condições de ser alimentada. Não é admissível restabelecer a tensão por prévia combinação de hora, uma vez que este procedimento pode dar lugar a acidentes devidos ao desacerto dos relógios, ao engano nas horas ou a uma demora na realização dos trabalhos para além do previsto.

#### 2. Execução de trabalhos em tensão

Os trabalhos nas instalações podem ser realizados em tensão quando, por motivos de serviço, não for conveniente cortar a tensão.

Como os trabalhos em tensão promovem um risco potencial de choque elétrico, quando estes forem realizados devem ser verificadas, simultaneamente, as condições seguintes:

- a) rigoroso cumprimento das regras e das condições próprias para este tipo de trabalhos, as quais devem ter sido elaboradas de forma a prevenir os riscos daí resultantes para a segurança das pessoas e dos bens (incluindo a própria instalação);
- b) realização dos trabalhos apenas por pessoas qualificadas para este tipo de trabalhos;
- c) utilização de equipamentos e de ferramentas apropriados a cada trabalho, os quais devem ser verificados antes da sua utilização e controlados periodicamente, de acordo com as regras relativas aos trabalhos em tensão.

#### 3. Equipamentos de reserva e acessórios para a exploração

Para garantir a continuidade de serviço, as instalações elétricas, cuja importância o justifique, devem ser dotadas com os equipamentos de reserva e com os acessórios suscetíveis de virem a ser necessários durante a exploração.

#### **4. Instruções de primeiros socorros**

Nos locais afetos a serviços elétricos devem ser afixados, em locais apropriados, as instruções aprovadas oficialmente, para os primeiros socorros a prestar em caso de acidentes pessoais produzidos pela corrente elétrica

#### **5. Acordo com outras entidades**

Quando a realização de quaisquer trabalhos puder pôr em risco a segurança das pessoas que os executam devido à proximidade de outras instalações, elétricas ou não, ou pôr em perigo ou causar perturbações a essas mesmas instalações, as entidades interessadas devem tomar, de comum acordo as precauções convenientes.

## **6.16 Resumo**

Sabendo que a idade das habitações está diretamente relacionada com o estado de conservação das suas instalações e com a causa dos acidentes, mais uma vez há a convicção geral de que a verificação das instalações antes da sua entrada em exploração nos moldes atualmente praticados em Portugal não garante a sua segurança ao longo do tempo.

Face a essa realidade seria útil um serviço que permita aos utilizadores das instalações elétricas conhecerem de forma clara e detalhada o estado das suas instalações. Para tal, deveria ser feito um diagnóstico assente num levantamento das situações irregulares que podem condicionar a segurança das instalações e dos seus utilizadores, tendo como referência as exigências técnicas em vigor estritamente necessárias à manutenção da segurança e à satisfação das necessidades atuais, em termos das condições de conforto e eficiência da instalação de utilização.



## Capítulo 7

# Reflexões e Recomendações

### 7.1 Projeto de instalações elétricas

#### 7.1.1 Técnicos responsáveis de projeto

Deverão ser técnicos responsáveis pelo projeto apenas Engenheiros ou Engenheiros Técnicos da área de eletrotécnica, devidamente credenciados.

Excepcionalmente e porque são técnicos aos quais já foram reconhecidas as competências, de acordo com o estatuto do técnico responsável em vigor, os eletricitistas já inscritos à data na DGEG (DRE) mantêm a sua competência nos níveis e atribuições definidos no referido estatuto.

#### 7.1.2 Exigência de projeto

Todas as instalações elétricas deverão ter projeto de instalações elétricas. Se a existência de um projeto de instalações elétricas confere uma garantia de maior qualidade, segurança, flexibilidade e funcionalidade das instalações este deverá ser obrigatório para todas as instalações [2].

O custo do projeto da especialidade de instalações elétricas só por si não tem qualquer significado no custo global da obra. Acresce, ainda, que a presente dispensa de projetos de licenciamento para instalações de serviço particular do tipo C com potências até 50 kVA, apenas surgiu com a publicação do DL 272/92, de 3 de Dezembro, que “Estabelece normas relativas às associações inspetoras de instalações elétricas”, com a alteração que o mesmo fez ao n.º 5) do anexo I do Decreto-Lei n.º 517/80, de 31 de Outubro, que fixava esse limite em instalações com potências até 20 kVA [15].

Esta medida nada teve a ver com aspetos técnicos, tecnológicos, de segurança, eficiência energética, funcionalidade e flexibilidade das instalações ou custos iniciais ou de exploração, mas sim apenas com aspetos de funcionalidade das associações inspetoras. Assim, é recomendável alterar esta situação de forma a garantir a máxima segurança, qualidade, flexibilidade e funcionalidade às

instalações elétricas e o controlo do custo das mesmas, que somente um projeto e um orçamento garantem [17].

### 7.1.3 Análise e certificação de projetos

O técnico responsável, devidamente credenciado pela associação profissional, detém formação e competência para assumir a responsabilidade pelo trabalho que realiza, que lhe é reconhecida pela referida associação.

Nesse sentido, a obrigatoriedade de submeter o projeto à análise e aprovação não faz qualquer sentido.

Acresce, ainda, que as associações profissionais fazem a gestão dos técnicos, mas não fazem a gestão dos técnicos que nas Entidades Regionais Inspetoras de Instalações Elétricas e Direções Regionais de Energia fazem a análise desses mesmos projetos, podendo dessa forma, muitos deles, não se encontrar inscritos nas associações profissionais e mesmo não serem dotados da formação que é exigida pelas associações profissionais para o exercício da profissão, o que se torna contraditório face à credenciação que é exigida [17].

O referido não inviabiliza a possibilidade da revisão de projeto em que o técnico responsável ou o dono de obra poderá solicitar uma apreciação e comentário ao projeto. Procedimento que hoje em dia já é realizado, mesmo com a obrigatoriedade da revisão do projeto. No entanto, as entidades às quais é pedida a revisão de projeto, apenas pedem sugestões que serão observadas ou não pelo técnico responsável, conforme o mesmo assim as entenda ou não promitentes.

### 7.1.4 Projetos padronizados de pequena dimensão

Para os casos em que a dimensão e simplicidade da instalação não justifique a elaboração de um projeto elétrico mais elaborado, seria útil existir um modelo de projeto simplificado e padronizado que constituiria uma boa solução para facilitar o trabalho de todos os intervenientes na obra e evitar erros frequentes cometidos na sua execução.

Apesar de simplificado, este projeto padronizado seria de enorme utilidade pela indiscutível redução de custos logo na fase da orçamentação, eliminando dúvidas e indefinições, evitando os habituais trabalhos a mais e manobras habilidosas das empresas menos escrupulosas.

O projeto elétrico simplificado ao definir as características principais da instalação elétrica constituiria só por si um precioso documento de registo para permitir trabalhos futuros de manutenção e reparação.

Estes projetos simplificados deveriam ter um custo mais económico para que não seja um obstáculo para quem paga.

## **7.2 Execução de instalações elétricas**

### **7.2.1 Técnicos responsáveis pela execução**

Deverão ser técnicos responsáveis pela execução apenas Engenheiros ou Engenheiros Técnicos da área de eletrotécnica, devidamente credenciados.

Excepcionalmente e porque são técnicos aos quais já foram reconhecidas as competências, de acordo com o estatuto do técnico responsável em vigor, os eletricitistas já inscritos à data na DGEG (DRE) mantêm a sua competência nos níveis e atribuições definidos no referido estatuto.

Todas as instalações deverão ter um Técnico Responsável pela Execução, que seja o garante da execução da obra em conformidade com o respetivo projeto e o bom estado da arte.

Por outro lado, entende-se que o Técnico Responsável pelo Projeto deve obrigatoriamente acompanhar o desenvolvimento da obra pois entre o momento de realização do projeto e o momento de realização da obra pode ser elevado.

Por outro lado, sabe-se que por mais detalhado que seja o projeto, na obra verifica-se sempre a tomada de decisão sobre alguns aspetos, motivados por alterações em outras especialidades, ou por novas exigências do promotor da obra.

## **7.3 Exploração de instalações elétricas**

### **7.3.1 Técnicos Responsáveis pela Exploração**

O risco elétrico está presente em todas as instalações independentemente do tipo de utilização e das suas características. Um exemplo desta realidade é a grande quantidade de instalações elétricas residências sem elétrodo de terra, ou com valores de terra impróprios, que existem neste momento, com todos os riscos elétricos que isso pode representar para os seus utilizadores.

Não é a potência contratada e a dimensão física das instalações que potencia o perigo nas instalações elétricas, mas fundamentalmente a qualificação dos utilizadores das mesmas e a falta de cuidados de conservação e de verificação das condições de proteção das mesmas.

Os Técnicos Responsáveis pela Exploração deverão ser apenas Engenheiros ou Engenheiros Técnicos de eletrotécnica, do ramo correspondente aos sistemas elétricos de energia, competindo às Ordens Profissionais a tarefa de atribuir essas competências.

A título excecional deve ser mantida aos Técnicos a quem já foram reconhecidas as competências, de acordo com o estatuto do Técnico Responsável a data do seu reconhecimento, os Eletricitistas inscritos na DGEG (DRE) na competência e níveis de atribuições definido no referido estatuto.

## 7.4 Acerca dos Técnicos Responsáveis

### 7.4.1 Formação habilitante dos Técnicos Responsáveis

Tal como é feito, o reconhecimento dos Técnico Responsável por parte das Ordens de Engenheiros deverá continuar a ser realizado pela verificação efetiva da formação académica e competências profissionais, levando em conta que na formação em engenharia eletrotécnica, alguns dos ramos de formação não integram no seu programa curricular o conhecimento bastante no âmbito das instalações elétricas. Infelizmente a Lei em vigor não acautelou esta realidade elementar, ao contrário dos Engenheiros Técnicos de Eletrotecnia em a mesma Lei obriga a que sejam do ramo de “sistemas elétricos de energia”, admite assim, qualquer Engenheiro Eletrotécnico, de qualquer ramo, não diferenciando se se trata de Telecomunicações ou Automação, por exemplo, como Técnico Responsável de Exploração de instalações elétricas. É um erro que deve ser corrigido quanto antes. Recomenda-se que sejam as Ordens dos Engenheiros, no exercício das suas competências e a pedido dos interessados, exigir ações de formação complementares a definir, para o reconhecimento de Técnico Responsável, que tornem possível habilitar com as necessárias competências os Engenheiros eletrotécnicos de outros ramos que delas necessitem.

### 7.4.2 Formação atualizante dos Técnicos Responsáveis

A eletrotecnia é um dos ramos da engenharia que teve uma grande evolução ao longo dos últimos anos, quer em termos tecnológicos quer no âmbito de normas e regras de segurança que importa conhecer. Assim é fundamental mudar o paradigma da “formação para toda a vida”.

Compreende-se a satisfação quando se termina um longo ciclo de formação universitário sem obrigação de mais esforço em novas aprendizagens até ao fim da nossa vida, como era normal acontecer com os nossos antecedentes. Porém, os tempos mudaram e são muito diferentes e o risco de nos tornarmos obsoletos ou encarcerados numa área do conhecimento profissional pode ser a pior arma contra nós.

O Engenheiro eletrotécnico deve procurar periodicamente atualizar o seu conhecimento e descobrir novas áreas de interesse as quais até podem revelar-se oportunidades de maior sucesso do que aquele que temos. Neste contexto também se recomenda que os Técnicos Responsáveis devam realizar uma ação de formação de atualização, a definir, nos seguintes casos:

- **Quando se verificar uma alteração significativa no enquadramento regulamentar, em termos técnicos ou tecnológicos;**
- **Quando o Técnico Responsável não apresentar um currículo profissional relevante nos 5 anos seguintes à atribuição da competência.**



### 7.4.3 Regime disciplinar dos Técnicos Responsáveis

Com o objetivo de tornar mais credível, responsabilizar e valorizar o trabalho realizado pelos Técnicos Responsáveis pelo Projeto, pela Execução e pela Exploração das instalações elétricas, devem ser realizadas inspeções aleatórias ao trabalho realizados por estes.

Como resultado dessas inspeções, caso sejam evidenciadas não conformidades graves que ponham em causa a segurança de pessoas e bens, deverão ser previstas e aplicadas sanções disciplinares adequadas, de acordo com a gravidade, aos Técnicos a quem seja imputável as falhas detetadas. O regime disciplinar competirá às Ordens Profissionais respetivas ou a DGEG consoante a categoria dos Técnicos envolvidos.

As inspeções devem ser realizadas pela entidade reguladora do sector elétrico ou por delegação nas Associações Profissionais respetivas devendo ser executadas com critério, imparcialidade, competência e justiça.

A propósito, relembra-se o código deontológico, referido no artigo 3, anexo I, do Decreto Regulamentar n.º 31/83 de 18 de Abril que aprovou o Estatuto do Técnico Responsável por Instalações Elétricas de Serviço Particular, o qual se encontra bastante esquecido e onde se regula o comportamento do Técnico Responsável. Entende-se chegou o momento de lhe dar o devido uso.

## 7.5 Inspeção das instalações elétricas de serviço particular

Por motivos de segurança das pessoas, dos bens e das próprias instalações recomenda-se que todas as instalações, sem exceção, sejam objeto de inspeções periódicas, de modo a garantir que durante o seu tempo de vida útil apresentam condições de exploração e segurança equivalentes às verificadas aquando da sua entrada em funcionamento.

A periodicidade das inspeções as instalações elétricas deve atender as características próprias destas, como sejam a dimensão e complexidade tecnológica, à intensidade do seu uso e solicitação dos seus componentes que diferenciado conforme seja uma habitação, restaurante, indústria, às condições ambientais e localização geográfica como seja a proximidade do mar ou locais de ambiente poluído e agressivo, bem como ao nível de conhecimento técnico dos utilizadores.

A título de exemplo as instalações elétricas seguintes devem ser submetidas a uma inspeção a realizar por um Técnico Responsável credenciado:

#### **Com a periodicidade de 5 anos**

- Edifícios de habitação com altura  $\leq 28$  m;
- Edifícios de usos comerciais de Tipo C (5ª categoria);
- Estabelecimentos recebendo público de Tipo C (5ª categoria);
- Estabelecimentos industriais de até 50 funcionários ou potência contratada menor ou igual 41,4 kVA;
- Estabelecimentos agropecuários de até 20 funcionários ou potência contratada menor ou igual 41,4 kVA;

- Edifícios pré-fabricados, com potência contratada de até 41,4 kVA;
- Parques de estacionamento cobertos de área bruta total  $\leq 200$  m<sup>2</sup>

#### **Com a periodicidade de 7 anos**

- Restaurantes e cafés;
- Oficinas de serviços;
- Infantários;
- Lares de Terceira idade e similares;
- Estabelecimentos de ensino;
- Pequenas indústrias

#### **Com a periodicidade de 10 anos**

- Habitações;
- Escritórios até 15 trabalhadores;
- Armazéns

No caso de remodelações e sempre que se verifiquem alterações com impacto nas instalações elétricas recomenda-se uma verificação e inspeção obrigatória.

## **7.6 Inspeção de instalações elétricas de serviço público**

Quanto às instalações de serviço público, dado o facto de serem exploradas por entidades conhecedoras dos problemas inerentes ao estabelecimento, execução e exploração de instalações elétricas, o modo de tratar e a responsabilização deve ser diferente do das instalações elétricas de serviço particular.

Genericamente entende-se que para estas instalações, deverá ser observado o recomendado para as instalações elétricas de serviço particular, acrescendo a necessidade de obrigação de aprovação de projeto pelo concessionário da infraestrutura pública e da possibilidade do mesmo, caso assim, o entenda, complementarmente à verificação final realizada pelos Técnicos Responsáveis pelo projeto e pela execução, de realizar uma inspeção aquando da receção da obra[15].

## **7.7 Ligação à Rede Pública**

Recomenda-se que sejam consideradas como condições suficientes para uma instalação elétrica de serviço particular IESP poder ser ligada à Rede Elétrica de Serviço Público RESP as seguintes:

1. Apresentação do Termo de Responsabilidade pela Execução e Vistoria, emitido pelo Técnico Responsável pela Execução e pelo Técnico Responsável pelo Projeto, cujo modelo deverá ser definido;

2. Relatório final de verificação, emitido pelo Técnico Responsável pela Execução e pelo Técnico Responsável pelo Projeto, cujo modelo deverá ser definido.

## 7.8 Constrangimentos Legais

### 7.8.1 Instalações que carecem de Técnico Responsável

Interpretando a legislação em vigor só com a grande vontade se admite a existência dos Técnicos Responsáveis de Exploração pois a Lei n.º 14/2015, de 16 de fevereiro que revogou o Decreto Regulamentar n.º 31/83 de 18 de Abril e o Decreto-Lei n.º 229/2006 de 24 de Novembro, não define as instalações elétricas que carecem de Técnico Responsável, as quais eram definidas no Decreto Regulamentar n.º 31/83 revogado onde diz conforme se transcreve a seguir:

*“Art. 2.º*

*As instalações elétricas de serviço particular referidas no Estatuto são as definidas no artigo 7.º do Regulamento de Licenças para Instalações Elétricas, aprovado pelo Decreto-Lei n.º 26852, de 30 de Junho de 1936, e alterado pelo artigo 18.º do Decreto-Lei n.º 517/80, de 31 de Outubro.”*

Ora o Decreto-Lei n.º 517/80, de 31 de Outubro também foi revogado pelo Decreto-Lei n.º 101/2007, de 2 de Abril, logo, de acordo com a Lei atual não existem definidas as instalações elétricas que careçam de Técnico Responsável pela Exploração.

O número 3 do artigo 20º da Lei 14/2015 diz, conforme se transcreve a seguir, diz:

*“As instalações elétricas que carecem de técnico responsável pela exploração são definidas no decreto-lei referido no n.º 6 do artigo 2.º”*

E o número 6 do Artigo 2 da referida Lei diz, conforme se transcreve a seguir:

*“Antes do início da atividade, os técnicos responsáveis pelo projeto, pela execução e pela exploração, e as entidades instaladoras devem registar -se no Sistema de Registo de Instalações Elétricas de Serviço Particular (SRIESP), a aprovar por decreto -lei, devendo apresentar os seguintes documentos:*

- a) No caso dos engenheiros ou engenheiros técnicos, cópia do documento emitido pelas respetivas ordens profissionais;*
- b) No caso dos técnicos responsáveis pela execução ou pela exploração que não se incluam na alínea anterior, o cartão emitido pela DGEG; e*
- c) No caso das entidades instaladoras, cópia do documento que ateste a atribuição de permissão pelo Instituto da Construção e do Imobiliário, I. P., bem como cópia simples do seguro obrigatório previsto para estas atividades na presente lei.”*

Conclui-se o vazio deixado pela Lei 14/2015 pois deixa indefinido as instalações elétricas que carecem de Técnico responsável pela exploração e remete para um "vazio legal" os Técnicos Responsáveis dado que não existe o "Sistema de Registo de Instalações Elétricas de Serviço Particular (SRIESP)" nela referido dizendo que há-de ser aprovado (mas não se sabe quando).

### 7.8.2 Engenheiro eletrotécnico

Segundo a Lei n.º 14/2015, de 16 de fevereiro, definem-se dois títulos profissionais: "Engenheiro da especialidade de engenharia eletrotécnica" e "Engenheiro técnico da especialidade de engenharia de energia e de sistemas de potência".

Na atribuição de Técnico Responsável, conforme a referida Lei n.º 14/2015, não se diferenciam os Engenheiros segundo os seus ramos de formação, como faz, e muito bem, quanto aos Engenheiros Técnicos, permitindo que seja Técnico Responsável um Engenheiro sem a devida formação e competência para o exercício das funções.

### 7.8.3 Dispensa de Projeto elétrico

O Decreto-Lei n.º 101/2007 [18], que alterou o Decreto-Lei n.º 517/80, diz que as Instalações elétricas de serviço particular do tipo C, cuja potência a alimentar pela rede seja inferior a 50 kVA, não necessitam de projeto elétrico [15].

Admitindo o princípio da igualdade dos cidadãos num estado de direito, não se entende como se pode exigir aos proprietários dos apartamentos em edifícios de propriedade horizontal, cuja potencia do edifício ultrapassa o valor de 50 KVA, e por isso obrigado a um projeto elétrico enquanto que relativamente aos demais proprietários que constroem moradias, onde normalmente não ultrapassa a potência de 50KVA estão isentos de projeto e libertos desse custo.

### 7.8.4 Formação de Técnicos Responsáveis

A Lei n.º 14/2015, de 16 de fevereiro prevê unidades de formação (EF) [16] para que os eletricitistas possam tal como os Engenheiros ser Técnicos Responsáveis de Exploração de instalações elétricas. Para tal, a Lei remete para as EF a tarefa dessa formação e define as condições dessa formação conforme excerto do Artigo 20 que diz:

*"Qualificação de dupla certificação de, pelo menos, nível 4 do Quadro Nacional de Qualificações, obtida por via das modalidades de educação e formação do Sistema Nacional de Qualificações, que integrem unidades de formação de curta duração na área das instalações elétricas e respeitem os conteúdos definidos no Catálogo Nacional de Qualificações ou;*

*No mínimo, o 12.º ano de escolaridade e conclusão, com aproveitamento, das unidades de formação de curta duração na área das instalações elétricas, integradas no Catálogo Nacional de Qualificações."*

Por outro lado, diz a Lei 14/2015 que:

*“Para efeitos do disposto no número anterior, os técnicos de exploração que não sejam engenheiros da especialidade de engenharia eletrotécnica ou engenheiros técnicos da especialidade de engenharia de energia e de sistemas de potência só podem assumir a responsabilidade pela exploração de instalações elétricas de tensão até 30 kV e potência até 250 kVA.”*

Não se sabe quais são as Entidades de Formação (EF) referidas na Lei nem tão pouco da sua capacidade e competência para poderem vir a substituir as Unidades de Ensino Universitário e Politécnico. Assim é legítimo concluir que se pode dispensar um curso de engenharia numa Universidade ou Politécnico pois, para os efeitos profissionais, uma simples formação numa das referidas Entidades de Formação são suficientes para se equiparar a categoria de Engenheiro.

### 7.8.5 Conclusões

- O quadro legal parece não responder inteiramente às expectativas da Sociedade.
- Há necessidade de atualização de boa parte da Regulamentação de Segurança.
- Há necessidade de revisão do modelo de enquadramento do exercício profissional.
- Os profissionais deverão atuar de acordo com a sua especialização.
- É necessário formação ao longo da vida.
- Licenciamento das instalações elétricas necessitam de uma reformulação.
- Qualidade de serviço, eficiência e burocracia são temas a debater.
- Os modelos de certificação, instalações e atores envolvidos necessitam de uma profunda discussão.

## 7.9 Trabalho futuro

### 7.9.1 Patologias das instalações elétricas

A figura 7.1 refere-se a publicação sobre reabilitação urbana onde se tratam as situações da avaliação das instalações elétricas antigas.

As avarias típicas e deficiências, aqui chamadas de “patologias” por analogia com as doenças, que normalmente ocorrem nas instalações elétricas estão bem identificadas e podem ser objeto de estudo sistemático com vista a alcançar as soluções mais adequadas para cada caso. Nos casos dos edifícios sujeitos a reabilitação é importante este estudo pois traduz-se em grandes vantagens de redução de custos na adoção das medidas mais corretas e mais económicas.

De salientar o trabalho realizado pelo especialista em instalações elétricas e reabilitação elétrica Engenheiro José Neves dos Santos, Professor na Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, que publicou no “Manual de Apoio ao Projeto de Reabilitação de Edifícios Antigos” em parceria com o Engenheiro civil Vasco Peixoto de Freitas, também Professor na Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto informação importante sobre o assunto.



Figura 7.1: Manual de Apoio ao projecto de Reabilitação de edifícios Antigos

### 7.9.2 Revisão da legislação

A problemática do enquadramento legal das Instalações Eléctricas de Serviço Particular tem sido objeto, ao longo do tempo, de evoluções várias (algumas de carácter avulso) e é matéria de preocupação geral dos Engenheiros eletrotécnicos.

A figura 7.2 mostra um documento da Ordem dos Engenheiros com sugestões legislativas apresentadas a administração pública para alterações fundamentais na regulamentação elétrica.



Figura 7.2: Carta de emendações da Ordem dos Engenheiros

Uma legislação ineficiente é como uma máquina que não funciona. A nossa legislação elétrica precisa com urgência de chegar a entendimentos vários entre os diversos parceiros técnicos e públicos os quais deverão ter em conta as falhas que ainda subsistem na segurança das instalações elétrica bem como dos constrangimentos na atividade dos Técnicos Responsáveis e das Empresas de instalação e Certificação[19].

### 7.9.3 Building Information Modeling (BIM)

A figura 7.3 mostra uma imagem de simulação de um edifício com o software BIM.

O conceito BIM é um novo conceito que representa o passo seguinte do conceito CAD (Computer Aided Design).



Figura 7.3: Simulação com Software BIM

O BIM integra no mesmo software o processamento geométrico, o processamento da informação e a inteligência de decisão. O sistema de projeto em software BIM será cada vez mais importante pela possibilidade de dispor dos dados relativos aos edifícios e assim poder realizar as operações de gestão técnica e de manutenção necessárias com maior eficácia e redução de custos para todos.

A figura 7.4 mostra o ambiente do software BIM.

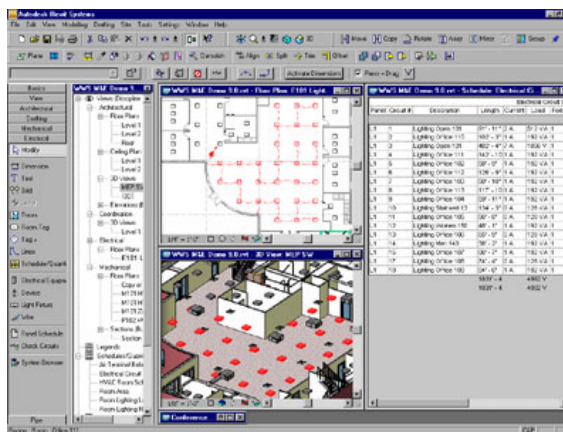


Figura 7.4: Projeto em BIM

Em Inglaterra já é obrigatório para todos os projetos fornecidos ao estado o formato BIM. Quando houver consenso na Europa sobre a uniformização do software de projeto este será uma obrigatoriedade para todos os Profissionais do espaço EU e não será mais tolerado a inexistência de projeto para todas as construções. Com a evolução dos sistemas de decisão otimizada o projeto elétrico não pode ficar de fora desta tecnologia. O software baseado em BIM irá ser a breve prazo a ferramenta normal de trabalho de todos os Projetistas.

#### 7.9.4 Redes Neurais Artificiais (RNA)

As Redes Neurais Artificiais (RNA) são técnicas computacionais que apresentam um modelo matemático inspirado na estrutura neural de organismos inteligentes e que adquirem conhe-

cimento através da experiência. Uma grande rede neural artificial pode ter centenas ou milhares de unidades de processamento. Já o cérebro de um mamífero pode ter muitos bilhões de neurônios.

As ferramentas e as Redes Neurais Artificiais (RNA) podem contribuir para o trabalho de manutenção e inspeção das instalações elétricas

As RNA tem um elevado potencial como ferramenta de previsão de avarias e sistemas de manutenção, muito usado em sistemas complexos industriais e na previsão da geração de energia elétrica renovável.

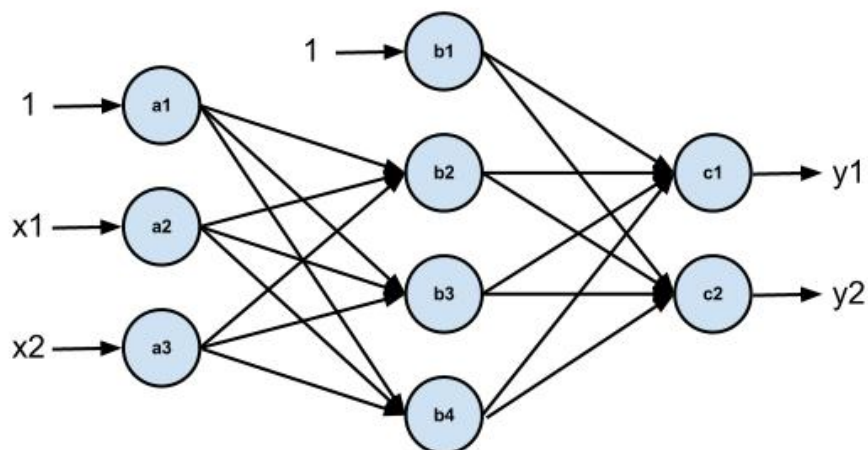


Figura 7.5: Estrutura das Redes Neurais Artificiais

A figura 7.5 mostra o princípio das redes neurais artificiais.



# Referências

- [1] Engenheiro António Augusto Araújo Gomes, “Instalações elétricas de baixa tensão,” 2013.
- [2] CERTIEL, “Acidentes de origem elétrica em Portugal,” 2015.
- [3] G. Português, “Decreto-Lei n.º 740/74,” 1974.
- [4] G. Português, “Portaria n.º 949-A/2006 de 11 de Setembro,” 2006.
- [5] G. Português, “Decreto Regulamentar n.º 31/83 de 18 de Abril,” 1983.
- [6] G. Português, “Decreto-Lei n.º 517/80. D.R. n.º 253, de 31 de Outubro,” 1980.
- [7] G. Português, “Decreto-Lei n.º 226/2005, de 28 de Dezembro,” 2005.
- [8] Professor Doutor José Rui da Rocha Pinto, “Publicação didática sobre Instalações Elétricas de apoio às aulas na Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto.”
- [9] CERTIEL, “Guia prático para elaboração de projetos de instalações elétricas do tipo C Índice geral Objetivo Tipos de instalações e características das mesmas Descrição geral das instalações,” 2016.
- [10] KNX Association cvba, “Associação KNX - Protocolo STANDARD aberto para a gestão de edifícios residenciais e de escritórios.”
- [11] Professor Doutor José Eduardo Roque Neves dos Santos, “Patologias, disfunções e ineficiências em habitações antigas,” 2016.
- [12] G. Português, “Decreto-Lei n.º 229/2006 de 24 de Novembro.”
- [13] DGEG, “Direção-Geral de Energia e Geologia.”
- [14] O. dos Engenheiros, “Ordem dos Engenheiros.”
- [15] Engenheiro José Manuel Freitas, “As Instalações Elétricas de Serviço Particular e a Engenharia Eletrotécnica Legislação Atual Estatuto do Técnico Responsável por Instalações Elétricas de Serviço Particular,” pp. 1–16, 2014.
- [16] G. Português, “Lei n.º 14/2015 de 16 de fevereiro,” 2012.

- [17] Engenheiro António Augusto Araújo Gomes, “Recomendacoes legislativa,” 2015.
- [18] G. Português, “Decreto-Lei n.o 101/2007 de 2 de Abril,” 2007.
- [19] F. d. I. F. Sanchez and O. dos Engenheiros, “Ordem dos Engenheiros - Instalações Eléctricas de Serviço Particular - Recomendações legislativas,” 2011.