

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

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

15 de Fevereiro 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 e 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, for the celebration King Carlos birthday, the first six arc lamps imported from Paris by the Royal Family were installed on the terrace of the Cidadela in Cascais. Thus began the National Power Grid.

Over the past few years we have witnessed a technological evolution based on the growing concern for the search for quality of goods-and-services provided by companies in order to meet the security requirement levels of People, 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.

In this context, there was a great development towards meeting these requirements in the European Union, where the standardization of technical and safety rules have played a key role in business development and behavior of Public Institutions, which have become more responsible in producing more transparent and cross-laws to the various EU countries making the economic activity, the lives of people and the work of the professionals involved simpler.

In the Portuguese electrical sector major improvements were also witnessed in the quality of the service provided by the companies along with safety and reliability of the supplied electrical energy to consumers, followed by important changes in the legal framework concerning procedures and rules of appropriate security and high quality technical requirements of the electrical installations.

Despite these advancements, many electrical installations in household service do not yet have the safety and quality standards that is intended due to advanced age, or the fact that they are not subject to an inspection regime and proper maintenance. On the other hand, the electrical installations on household level, very numerous, are often times ill-conceived, poorly executed and many lack a electric project. For these reasons they constitute a major concern for Electrical Professionals.

The improvement of the quality and safety of electrical installations is necessary. It is essential to have an adequate and adjusted plan of inspections that motivates the owners to carry out rehabilitation and maintenance of these installations, in order to reduce accidents with people, prevention of fires, providing more safety, comfort, efficiency and environmental protection.

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, fundamental para a compreensão dos assuntos aqui tratados.

Ao Senhor Engenheiro António Araújo Gomes, Professor no Instituto Superior de Engenharia do Porto, quero agradecer toda a colaboração e ajuda nas matérias técnicas, em especial pela documentação fornecida sobre "Verificação, Manutenção e Exploração das Instalações Elétricas", que aproveito para elogiar pela sua qualidade técnica e didática e recomendo a todos os Profissionais de eletrotecnia.

Quero igualmente agradecer aos Colegas, Engenheiros e Técnicos, pela troca de ideias e informações recebidas sobre as matérias versadas, permitindo melhorar o conteúdo desta dissertação.

Por fim um agradecimento à família e amigos pelo apoio e tempo que me concederam para as tarefas académicas permitindo concluir com sucesso o trabalho final em que me empenhei.

Mário Almeida

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

Isaac Newton

“A humildade é uma porta aberta para a sabedoria.”

Mário Almeida

Conteúdo

1	Introdução	1
1.1	Enquadramento	1
1.2	Motivação	1
1.2.1	Resumo	2
1.3	Estrutura da Dissertação	2
2	Aspetos Gerais e Legais das Instalações Elétricas	5
2.1	Introdução	5
2.2	Legislação fundamental relativo às Instalações Elétricas	6
2.3	Regras Técnicas de Segurança (RTIEBT)	7
2.3.1	Enquadramento legislativo	7
2.3.2	Campo de Aplicação das Regras Técnicas	7
2.4	Exploração das Instalações Elétricas	8
2.4.1	Instalações que carecem de Técnico Responsável	9
2.4.2	Instalações que não carecem de Técnico Responsável	10
2.4.3	Instalações que necessitam de vistoria anual	10
3	Conceitos Gerais sobre Instalações Elétricas e suas Patologias	13
3.1	Introdução	13
3.2	Classificação das Instalações Elétricas	14
3.3	Acerca do Projeto	14
3.3.1	Introdução	14
3.3.2	Acerca das fases do Projeto	15
3.3.3	Guia prático para elaboração de um projeto	17
3.4	Acerca da Execução e utilização das novas tecnologias	21
3.4.1	Execução	21
3.4.2	Utilização	21
3.4.3	Novas tecnologias. Gestão técnica	21
3.5	Acerca das instalações elétricas fotovoltaicas	23
3.5.1	Introdução	23
3.5.2	Características	23
3.5.3	Segurança	25
3.5.4	Impacto da integração de fontes renováveis	25
3.5.5	Conclusão	26
4	Técnicos Responsáveis. Tipos e enquadramento da atividade	27
4.1	Enquadramento legal do Técnico Responsável	27
4.2	Acerca das competências dos Técnicos Responsáveis	27

4.3	Tipo de Responsabilidade do Técnico Responsável	28
4.3.1	Técnico Responsável pelo Projeto	28
4.3.2	Técnico Responsável pela Execução	28
4.3.3	Técnico Responsável pela Exploração	29
4.4	Deontologia dos Técnicos Responsáveis	30
4.4.1	Síntese	30
5	Conceitos Gerais sobre Riscos e Segurança Elétrica	33
5.1	Introdução	33
5.2	Riscos da eletricidade	33
5.3	Choque elétrico	34
5.4	Efeitos da eletricidade no corpo humano	36
5.4.1	Impedância do corpo humano	36
5.4.2	Efeitos fisiológicos	38
5.4.3	Fibrilação ventricular	38
5.4.4	Paragem respiratória	39
5.4.5	Tetanização	39
5.4.6	Queimadura eletrotérmica	39
5.5	Medidas em caso de acidente de origem elétrica	40
5.6	Acidentes de origem eléctrica. Estudo da CERTIEL	41
5.6.1	Introdução	41
5.6.2	Informação global	41
5.6.3	Resultados	42
5.6.4	Danos verificados	45
5.6.5	Conclusões do estudo	47
6	Recomendações para a Verificação das Instalações Elétricas	49
6.1	Introdução	49
6.2	Enquadramento legal	50
6.3	Caracterização etária das Instalações Elétricas	50
6.4	Conceitos	51
6.5	Generalidades	51
6.6	Verificação das instalações	53
6.6.1	Inspeção visual	53
6.6.2	Ensaios e medições	54
6.7	Verificação simples de uma Instalação Elétrica residencial	54
6.8	Verificação da continuidade dos condutores de proteção	56
6.8.1	Generalidades	56
6.8.2	Procedimento prático de ensaio	56
6.9	Medição da resistência de isolamento da instalação elétrica	58
6.9.1	Generalidades	58
6.9.2	Procedimento de ensaio	61
6.10	Ensaio de proteção por separação de circuitos	64
6.10.1	Generalidades	64
6.10.2	Procedimento de ensaio	64
6.11	Medição da resistência de isolamento dos elementos da construção	65
6.11.1	Generalidades	65
6.11.2	Procedimento de ensaio	65
6.12	Verificação das condições de proteção por corte automático da alimentação	68

6.12.1	Generalidades	68
6.12.2	Esquema TT – Neutro à terra	70
6.13	Verificação do funcionamento dos dispositivos diferenciais	71
6.13.1	Generalidades	71
6.13.2	Procedimento prático de ensaio	72
6.13.3	Tempo e corrente diferencial estipulada dos dispositivos diferenciais	72
6.14	Medição da resistência do eletrodo de terra	74
6.14.1	Generalidades	74
6.14.2	Método Voltamperimétrico	75
6.15	Medição da resistência dos condutores de proteção	76
6.16	Ensaio de polaridade	78
6.17	Ensaio dielétrico.	78
6.18	Manutenção das instalações	78
6.19	Exploração das instalações	79
7	Reflexões, Recomendações, Conclusões e Trabalho Futuro	81
7.1	Projeto de instalações elétricas	81
7.1.1	Dispensa de Projeto elétrico	81
7.1.2	Técnicos Responsáveis de Projeto	81
7.1.3	Análise e certificação de projetos	82
7.1.4	Projeto de Instalações Elétricas Tipo C	82
7.2	Execução de instalações elétricas	83
7.3	Exploração de instalações elétricas	83
7.4	Técnicos Responsáveis. Formação e Disciplina	84
7.4.1	Formação habilitante	84
7.4.2	Formação atualizante	84
7.4.3	Regime disciplinar	84
7.5	Verificações e Inspeções Periódicas	85
7.5.1	Introdução	85
7.5.2	Recomendações de inspeção periódica	85
7.5.3	Software de apoio a verificação das instalações elétricas	86
7.5.4	Inspeções em Países da União Europeia	87
7.6	Ligação à Rede Elétrica de Serviço Público (RESP)	90
7.7	Constrangimentos Legais	90
7.7.1	Instalações que carecem de Técnico Responsável	90
7.7.2	Engenheiro eletrotécnico sem especificação do ramo	91
7.7.3	Formação dos Técnicos Responsáveis	91
7.7.4	Conclusões	92
7.8	Patologias, disfunções e ineficiências das Instalações	92
7.8.1	Caracterização das patologias e disfunções. Soluções	93
7.8.2	Caracterização das ineficiências. Soluções.	95
7.8.3	Tipificação das intervenções para a melhoria do desempenho das instalações	95
7.9	Trabalho futuro	96
7.9.1	Enquadramento legal das Instalações Elétricas de Serviço Particular	96
7.9.2	Reabilitação Urbana e as Instalações Elétricas	97
7.9.3	Patologias e soluções das Instalações Elétricas	97
7.9.4	Frequência das verificações das Instalações Elétricas	97
7.9.5	Projeto Elétrico Tipo C «Quick e-Projet» [21]	98
7.9.6	Os Projetos elétricos e o software Building Information Modeling (BIM)	99

7.9.7 Redes Neurais Artificiais (RNA) e Manutenção elétrica 100

Lista de Figuras

2.1	Regras Técnicas das Instalações Elétricas de baixa tensão	8
3.1	Circuitos elétricos de tomadas de uma habitação	13
3.2	Diagrama elétrico de uma instalação coletiva de um edifício	19
3.3	Diagrama elétrico de uma instalação unifamiliar	20
3.4	Sistema KNX para uma habitação	22
3.5	Topologia da rede KNX. Linhas de Bus	22
3.6	Painéis Foto Voltaicos instalados numa cobertura	24
3.7	Inversor DC/AC para transformar corrente contínua em alternada	24
3.8	Esquema geral de uma instalação fotovoltaica	26
4.1	Técnico Responsável a verificar um quadro elétrico	28
5.1	O Risco elétrico está sempre presente	33
5.2	Quadro elétrico em sobrecarga provocando altas temperaturas	34
5.3	Fogo de origem elétrica	34
5.4	Contacto com a massa ou o solo em três pontos mão e dois pés	35
5.5	Circuito equivalente de Thevenin	35
5.6	Impedância do corpo humano	37
5.7	Reação do corpo humano devido à passagem da corrente elétrica	38
5.8	Separar a vítima do objeto em tensão	40
5.9	Realização dos primeiros socorros	40
5.10	Distribuição de ocorrências por região	41
5.11	Distribuição de ocorrências por município	42
5.12	Tabelas de dados dos municípios	42
5.13	Distribuição mensal das ocorrências	43
5.14	Distribuição de ocorrências nas causas elétricas	44
5.15	Ocorrências por tipo de utilização do edifício.	45
5.16	Destruição por incêndio	46
5.17	Danos pessoais verificados	46
6.1	verificação técnica de um quadro elétrico muito simples	50
6.2	Técnico Responsável realiza uma análise de energia da elétrica	52
6.3	Esquema simplificado de realização do ensaio de continuidade – Método 1	57
6.4	Esquema simplificado de realização do ensaio de continuidade – Método 2	58
6.5	Esquema simplificado de uma instalação com um defeito de isolamento na fase L1 de uma carga	59
6.6	Valores mínimos da resistência de isolamento e valores da tensão de ensaio em corrente contínua em função da tensão nominal do circuito	60

6.7	Esquema simplificado da medição da resistência de isolamento – Método U-I . . .	61
6.8	Combinações de medida da resistência de isolamento entre condutores ativos e o condutor de proteção	62
6.9	Esquema simplificado do ensaio de medição da resistência de isolamento entre condutores ativos e o condutor de proteção	63
6.10	Combinações de medida da resistência de isolamento entre condutores ativos . . .	63
6.11	Esquema simplificado de realização do ensaio de medição da resistência de isolamento entre condutores ativos	64
6.12	Esquema simplificado de realização do ensaio de medição da resistência de isolamento entre condutores ativos	65
6.13	Elétrodo de medição do tipo 1	66
6.14	Elétrodo de medição do tipo 2	67
6.15	Ligação do eletrodo de medição do tipo 2	67
6.16	Duração máxima da tensão de contacto presumida para UL=50Vac ou UL=120Vdc	70
6.17	Duração máxima da tensão de contacto presumida para UL=25Vac ou UL=60Vdc	71
6.18	Valores máximos da resistência do eletrodo de terra em função da corrente diferencial estipulada dos dispositivos diferenciais para UL = 50 V e UL = 25 V . . .	72
6.19	Princípio de funcionamento do método 1	73
6.20	Valores normalizados dos tempos de funcionamento e tempos de não funcionamento de interruptores e disjuntores diferenciais	73
6.21	Medição da resistência de um eletrodo de terra	75
6.22	Tensões de contacto presumidas, em função do tempo de corte	77
7.1	Fluxo do projeto simplificado tipo C	83
7.2	Procedimento da inspeção por Grupos etários de instalações elétricas	86
7.3	Software da empresa tysoft (Reino Unido)	87
7.4	Certificado de inspeção	87
7.5	Instalação elétrica obsoleta	92
7.6	Quadro elétrico com fusíveis	92
7.7	Carta de recomendações da Ordem dos Engenheiros	96
7.8	Manual de Apoio ao projecto de Reabilitação de edifícios Antigos	97
7.9	VisualPUC da EFACEC. Um bom exemplo de software.	99
7.10	Visualização dinâmica de um projeto com Software BIM	100
7.11	Interface do software de Projeto BIM	101
7.12	Modelo de uma Rede de Neurônios Artificiais	101

Lista de Tabelas

2.1	Materiais das instalações elétricas em Numeros (estimativa)	10
5.1	Resistência do Corpo humano	37
5.2	Resistência do corpo humano em função da humidade	37
7.1	Periodicidade das inspeções previstas no Decreto-Lei 740/74	85
7.2	Inspeção periódica das instalações elétricas - procedimentos	88
7.3	Código de procedimentos de inspeção	89
7.4	Periodicidade das inspeções às instalações eletricas no Reino Unido	89

Abreviaturas e Símbolos

BIM	Building Information Modeling
CERTIEL	Associação Certificadora de Instalações Elétricas
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	ídico-A KNX Association cvba
OE	Ordem dos Engenheiros
OET	Ordem dos Engenheiros Técnicos
RESP	Rede Elétrica de Serviço Público
RESP	Rede Elétrica de Serviço Público
RGSHT	Regulamento Geral de Segurança e Higiene no Trabalho
RLIE	Regulamento de Licenças para Instalações Elétricas
RNA	Redes Neurais Artificiais
RSICEE	Regulamento de Segurança de Instalações Coletivas de Edifícios e Entradas
RSIUUEE	Regulamento de Segurança de Instalações de Utilização de Energia Elétrica
RTIEBT	Regras Técnicas de Instalações Elétricas de Baixa Tensão
SIMPLEX	Medidas de Simplificação e Modernização Administrativa
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 que dizem respeito a construções mais antigas e degradadas, que existem em grande número, com vista a melhorar as suas condições de funcionamento e segurança e que esse trabalho seja realizado por Técnicos Responsáveis acreditados e com as devidas competências.

1.2 Motivação

Uma grande parte das instalações, devido à falta e dispersão de regulamentos de segurança até 1974, terão sido executadas por simples Operários da construção e Proprietários, baseado no conhecimento prático da época e sem uma orientação técnica de um Engenheiro ou Eletricista qualificado. Essas instalações foram ligadas à Rede Elétrica Serviço Público passando por um

processo administrativo de rotina, sem projeto e verificação inicial de funcionamento sem acautelar as condições básicas de segurança. Sem projeto e sem nunca terem sido vistoriadas, essas instalações permanecem em funcionamento com elevados riscos de segurança para as Pessoas e para os bens. Ao longo dos últimos anos assistimos ao surgimento de grande número de leis que vieram exigir aos diversos setores de atividade medidas de higiene e de segurança que, apesar de tudo, tiveram o mérito de elevar o patamar da qualidade dos bens e serviços fornecidos aos consumidores Portugueses. Porém, em relação às instalações elétricas de serviço particular, especialmente no caso das inúmeras construções antigas, não tivemos a mesma evolução legislativa e daí ainda haver muito por fazer. Surge aqui a motivação para esta dissertação procurando contribuir com recomendações de manutenção e inspeção periódica das instalações elétricas deixando também pistas de trabalho futuro para a resolução diversos problemas que ainda subsistem na segurança das instalações e ainda para a promoção do trabalho dos Eletrotécnicos como Técnicos Responsáveis.

1.2.1 Resumo

As motivações e os objetivos pretendidos nesta dissertação, podem resumir-se da seguinte forma:

1. Contribuir para o aumento da segurança generalizada das instalações elétricas para que haja maior proteção das Pessoas e dos seus bens. Promover a obrigatoriedade de projeto em todas as instalações;
2. Melhorar a qualidade das instalações elétricas existentes e futuras com mais e melhor manutenção obrigando a verificações periódicas;
3. Promover a intervenção dos Técnicos Responsáveis nas atividades de Projeto, Execução e Exploração das instalações elétricas, destacando as suas funções e competências e submetendo-os a um sistema credível de avaliação contínua das suas atividades.

1.3 Estrutura da Dissertação

A presente dissertação foi estruturada em sete capítulos, que tratam da segurança das instalações elétricas de serviço particular, do tipo C, que pela sua importância e quantidade, se achou importante dissertar com enfoque nos aspetos fundamentais, concluindo com as recomendações necessárias e contribuição para a satisfação geral.

Assim, temos:

Capítulo 1: Introdução sobre o tema da dissertação, enquadramento, motivação e objetivos a atingir;

Capítulo 2: Aspectos gerais e enquadramento legal das instalações elétricas de serviço particular, com destaque para a segurança e a conservação;

Capítulo 3: Conceitos gerais e patologias das instalação elétricas. Projeto, execução e exploração;

Capítulo 4: Capitulo dedicado aos Técnicos Responsáveis. As suas responsabilidades e o quadro legal regulatório;

Capítulo 5: Riscos da eletricidade e segurança das Pessoas;

Capítulo 6: Recomendações para verificação das instalações elétricas. Conceitos e técnicas;

Capítulo 7: Reflexões, recomendações, conclusões e trabalho futuro sobre todos os temas tratados na presente dissertação.

Capítulo 2

Aspetos Gerais e Legais das Instalações Elétricas

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]. Pode dizer-se que a qualidade, a segurança e a conservação das instalações elétricas tem menos a ver com a evolução tecnológica e mais que ver com as Leis que lhes são aplicáveis. Daí a sua enorme importância e destaque dado na presente dissertação.

As instalações elétricas estão fortemente condicionadas pelas Leis que as regulam. Todos os assuntos relacionados com os projetos, a execução, a exploração bem como com os Profissionais e as Empresas da atividade elétrica estão envolvidos em legislação densa e por vezes dúbia como é apanágio em Portugal. O quadro legal que dá suporte, ao projeto, à execução e à exploração das instalações elétricas, agrupa-se da seguinte forma:

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

Importa lembrar que existem ainda muitas instalações elétricas degradadas, desatualizadas e desconformes com a Lei, sem qualquer intervenção de vistoria ou manutenção, apresentando riscos graves ou muito graves de segurança para as Pessoas. Do historial, sabe-se que as primeiras regras técnicas e de segurança aplicadas às instalações elétricas de baixa tensão foram publicadas pelos Decretos Lei, a seguir indicados [2]:

- Decreto 1913
- Decreto-Lei 29782 de 1939
- Decreto-Lei 30380 de 1940

- Decreto-Lei 3782 de 1950

Esses diplomas continham regras muito básicas e incompletas tendo sido em 1974 publicados novos Regulamentos, pelo Decreto-Lei n.º 740/74, de 26 de Dezembro, atualizando e ampliando de modo sensível as disposições de segurança e regras de arte que andavam dispersas pelos diplomas anteriormente referidos. Surgem então, em 1974, dois Regulamentos fundamentais que trouxeram uma verdadeira revolução na qualidade das instalações na construção civil.

São eles:

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

Estes dois regulamentos, aplicados em conjunto, um para as instalações de utilização e outro para as instalações coletivas dos edifícios, revelaram-se de grande importância, não só no campo da segurança e da técnica, mas ainda sob o ponto de vista sócio económico, 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, concretamente, entre 1975 e 2005.

Após longos anos de vigência e devido aos avanços tecnológicos e a necessidade de harmonização com a União Europeia é publicada uma nova regulamentação que deu lugar às atuais Regras Técnicas.

2.2 Legislação fundamental relativo às Instalações Elétricas

As instalações elétricas estão submetidas, em todas as suas fases, a disposições legais que as condicionam quanto à sua conceção, execução e exploração.

Hoje em dia as instalações elétricas são executadas sob as normas das das Regras Técnicas de Instalações Elétricas de Baixa Tensão (RTIEBT).

A seguir faz-se uma breve descrição histórica dos principais diplomas legais responsáveis pelas instalações elétricas de serviço particular desde o ano 1936 até aos dias atuais.

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

Decreto-Lei n.º 740/74, de 26 de Dezembro (1974) - Aprova o Regulamento de Segurança de Instalações de Utilização de Energia Elétrica e o Regulamento de Segurança de Instalações de Edifícios e Entradas

Decreto-Lei n.º 517/80, de 31 de Outubro (1980) - 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 Regulamentar n.º 31/83 de 18 de Abril (1983) - Aprova o Estatuto do Técnico Responsável por Instalações Elétricas de Serviço Particular.

Decreto-Lei n.º 272/92, de 3 de Dezembro (1992) - 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.

Portaria n.º 949-A/2006 (2006) - Aprova as Regras Técnicas das Instalações Elétricas de Baixa Tensão RTIEBT

Decreto-Lei n.º 101/2007, de 2 de Abril (2007) - 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.

Lei n.º 14/2015, de 16 de Fevereiro (2015) - Reformula as condições de acesso a atividade das instalações elétricas bem como das auditorias. Revoga o Decreto-Lei 229/2006, de 24 de novembro e Decreto-Lei 229/2006, de 24 de novembro.

2.3 Regras Técnicas de Segurança (RTIEBT)

2.3.1 Enquadramento legislativo

Na sequência de novos conceitos, abordagens, tecnologias e requisitos de segurança das instalações elétricas, os Regulamentos de Segurança anteriores perderam a sua atualidade. Por outro lado, a integração de Portugal na União Europeia obrigou a uma harmonização das regras técnicas de segurança no espaço Europeu, proporcionando mais consensos, maior circulação de equipamentos elétricos e de Profissionais de eletrotecnia.

Em resposta a uma nova realidade surgiram as Regras Técnicas de Instalações Elétricas de Baixa Tensão (RTIEBT), pela Portaria n.º 949-A/2006 de 11 de Setembro [3], publicadas pelo Decreto-Lei n.º 226/2005, de 28 de Dezembro, que revogou a anterior legislação.

2.3.2 Campo de Aplicação das Regras Técnicas

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.



Figura 2.1: Regras Técnicas das Instalações Elétricas de baixa tensão

As Regras Técnicas de Instalações Elétricas de Baixa Tensão aplicam-se 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;
- Estaleiros, feiras, exposições e outras instalações temporárias;
- Marinas e portos de recreio.

E 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.

2.4 Exploração das Instalações Elétricas

De acordo com os Decretos-Lei número 26852, 517/80, 272/92 e 101/2007, já revogados, as instalações elétricas devem ser vistoriadas anualmente por um Técnico Responsável (TR) [4] pela

exploração.

Pese embora o vazio legal, até esta data não resolvido, admite-se a continuação dos pressupostos até agora considerados e por consequência a necessidade da conservação das instalações elétricas definido na legislação anterior e a obrigação de haver um Técnico Responsável pela Exploração que garanta o bom funcionamento, conservação e segurança dos seus utilizadores.

Nas secções seguintes enumeram-se as instalações que precisam de Técnico Responsável e as que não necessitam, de acordo com a legislação anterior.

2.4.1 Instalações que carecem de Técnico Responsável

No seu artigo 19, do Decreto-Lei 517/80 [5], anexo V, as instalações elétricas de serviço particular que carecem de Técnico Responsável pela exploração são:

1. Instalações de 1.^a categoria, de potência instalada superior a 20 kVA.
2. Instalações de 2.^a categoria e de 4.^a categoria alimentadas em alta tensão.
3. Instalações de 4.^a 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.^o grupo;
 - (c) Estabelecimentos hospitalares e semelhantes do 1.^o grupo;
 - (d) Estabelecimentos de ensino, cultura, culto e semelhantes do 1.^o grupo;
 - (e) Estabelecimentos comerciais e semelhantes do 1.^o grupo.
6. Instalações de estabelecimentos industriais que pertençam à 5.^a 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.

2.4.2 Instalações que não carecem de Técnico Responsável

Considera-se que o risco elétrico está sempre presente em todas as instalações elétricas independentemente do tipo e da sua utilização. Sabe-se, por outro lado, que não é a potência contratada ou a dimensão física que potencia o perigo nas instalações elétricas mas a qualificação dos utilizadores e a falta de conservação e verificação das condições de segurança.

Um exemplo flagrante é a grande quantidade de instalações elétricas residenciais em todo o País sem elétrodo de terra, ou com valores de terra elevados face ao valor regulamentar, colocando em risco as Pessoas [2]. Em virtude do exposto, as instalações que na anterior legislação necessitavam de Técnico Responsável pela Exploração mas que sofram remodelações com impacto nas instalações elétricas recomenda-se que sejam verificadas.

A tabela 2.1, a título de curiosidade e para que se tenha uma ideia do que envolvem, mostra uma estimativa dos materiais, com base num universo de 4,8 milhões de instalações elétricas do tipo C.

Daqui se compreende a quantidade e diversidade de possíveis falhas e riscos de segurança que é possível ocorrer ao longo da vida de uma instalação, caso não se atente a verificações, mesmo que sumária, das instalações elétricas.

Tabela 2.1: Materiais das instalações elétricas em Numeros (estimativa)

<i>Item</i>	<i>Valor</i>	<i>Unidade</i>
Quadros	14,4	Milhões
Disjuntores	115,2	Milhões
Aparelhos diferenciais	14,4	Milhões
Terra proteção	4,8	Milhões
Interruptores	163,2	Milhões
Luminarias	168,0	Milhões
Tomadas	120,0	Milhões
Caixas de ligação	960,0	Milhões
Tubos plástico	7,7	Milhões Km
Condutores e cabos	33,6	Milhões Km

2.4.2.1 Resumo

Todas as instalações do tipo C (antiga categoria 5) não mencionadas em 2.4.1, de acordo com a legislação em vigor não estão obrigadas a ter um Técnico Responsável pela exploração.

2.4.3 Instalações que necessitam de vistoria anual

De acordo com os Decretos-Lei antes referidos, seguem-se as instalações que apesar de não precisarem de Técnico Responsável estão sujeitas a vistoria anual.

1. Instalações de 1.^a categoria e de 4.^a 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.

2.4.3.1 Resumo

De acordo com a legislação em vigor as instalações elétricas de serviço particular após licenciadas e ligadas à Rede Elétrica de Serviço Público não são obrigadas a qualquer tipo de inspeção obrigatória ou manutenção durante toda a vida.

Como se sabe as recomendações que por vezes são feitas no articulado dos diplomas legais e nos regulamentos de segurança, não constituem uma obrigação legal pelo que é inútil na perspectiva da prevenção real.

Entende-se necessário uma lei que obrigue à verificação de todas as instalações elétricas tendo em conta o nível de risco de cada instalação. Na secção [7.5.2](#) sugere-se um critério possível que pode ser melhorado.

Capítulo 3

Conceitos Gerais sobre Instalações Elétricas e suas Patologias

3.1 Introdução

As instalações elétricas de utilização estão na extremidade final da rede elétrica e responsáveis pela entrega da energia ao consumidor. Devem por isso possuir as necessárias condições técnicas e de segurança.

Este capítulo refere-se às instalações elétricas de serviço particular, de tipo C (antiga categoria 5), que se caracterizam por serem muito numerosas (cerca de 5 milhões), serem utilizadas por todo o tipo de Pessoas e não estarem sujeitas a vistoria e manutenção periódica.

As características destas instalações leva-nos a pensar que os riscos são maiores e portanto uma fonte de preocupação por possíveis falhas de segurança para os seus utilizadores.

A última nota sobre as instalações elétricas do tipo C refere-se ao aumento das instalações de microprodução de energia fotovoltaica para auto consumo que coloca novos problemas de segurança e manutenção a que se deve atender quanto antes.

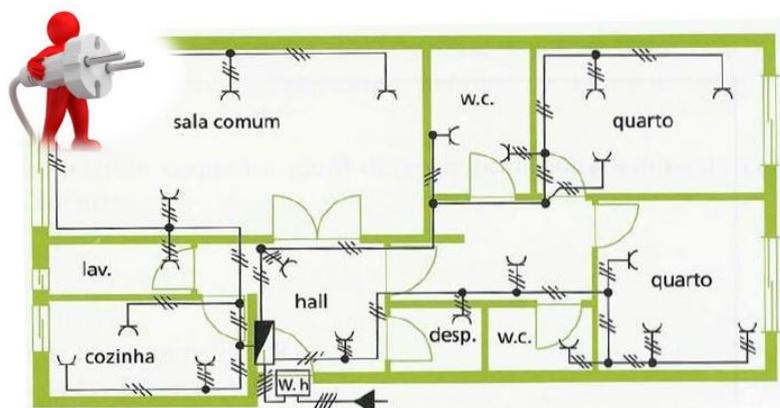


Figura 3.1: Circuitos elétricos de tomadas de uma habitação

3.2 Classificação das Instalações Elétricas

De acordo com a legislação em vigor, 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:

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;

conforme definido no Decreto-Lei nº 226/2005 [6].

No âmbito do SIMPLEX (Medidas de Simplificação e Modernização Administrativa), as cinco categorias anteriormente definidas passaram a ser agrupadas em apenas três tipos.

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 [7].

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 Acerca das 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;
- Anteprojeto 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 anteprojecto 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;

- Apreciação 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;
- Apreciação 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.

3.3.3 Guia prático para elaboração de um projeto

A CERTIEL, através do seu portal na internet presta apoio aos Profissionais eletrotécnicos publicando documentos e guias técnicos bem como informações de grande utilidade sobre instalações elétricas.

O "**Guia prático para elaboração de projetos de instalações elétricas do tipo C**" [8], que adiante se descreve é um dos exemplos a referir.

Este guia prático baseia o seu exemplo num projeto elétrico de uma habitação num edifício de propriedade horizontal, cujo índice geral é o seguinte:

- Objetivo;
- Tipos de instalações e suas características;
- 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 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 [3].

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.

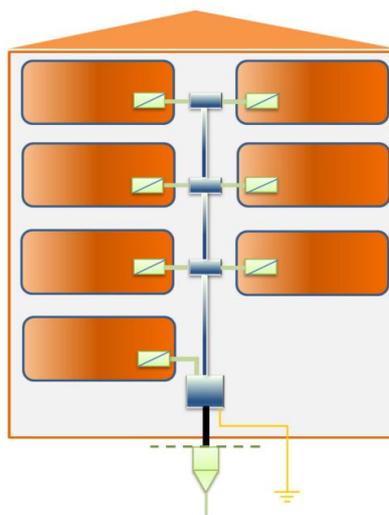


Figura 3.2: Diagrama elétrico de uma instalação coletiva de um edifício

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.

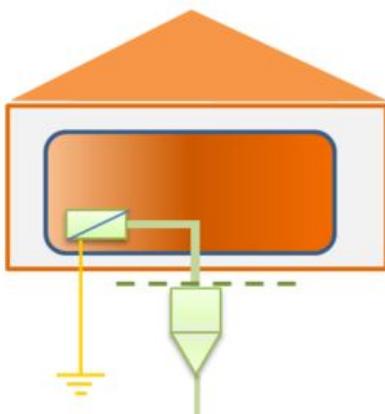


Figura 3.3: Diagrama elétrico de uma instalação unifamiliar

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

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 indirectos 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 directos;
- Proteção contra contactos indirectos;
- Proteção contra os efeitos térmicos;
- Proteção contra sobreintensidades;
- Proteção contra sobretensões.

3.4 Acerca da Execução e utilização das novas tecnologias

3.4.1 Execução

As instalações elétricas devem ser executadas com base num projeto elétrico. Quando este não existe, a conceção das mesmas fica dificultada na sua definição devendo então atender-se às necessidades habituais e específicas dos utilizadores mas sempre em conformidade com o estipulado nas Regras Técnicas [3] as quais definem detalhadamente o que considerar e a qualidade a ter na execução da instalação em termos de segurança.

A realidade do nosso País mostra que há muitas falhas na execução das instalações elétricas de serviço particular sem projeto. A consideração de um projeto tipo simplificado para estes casos seria uma boa solução.

Por outro lado, deve haver mais moderação e cuidado em relação à pressão do mercado para a inclusão de novas tecnologias nas instalações elétricas particulares, devido às implicações futuras no manuseamento e manutenção dos seus equipamentos sofisticados, muitas vezes criando mais dificuldades do que facilidades. Nestas situações, a presença de um Eletrotécnico experiente pode fazer a diferença entre uma boa e uma má solução para o proprietário da instalação.

3.4.2 Utilização

As instalações elétricas de uso residencial e profissional são as mais numerosas e com as quais lidamos mais de perto. Por esse motivo é importante manter o bom funcionamento e a segurança procedendo a inspeções periódicas e manutenção adequada.

Estas instalações deveriam ser visitadas periodicamente por Profissionais competentes para uma verificação do seu estado de funcionamento e segurança. Esta recomendação aplica-se também as instalações coletivas e de usos comuns.

- 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.

3.4.3 Novas tecnologias. Gestão técnica

O desenvolvimento tecnológico das instalações elétricas nos últimos anos teve grandes avanços nas técnicas de comunicação em rede e processamento digital permitindo um conjunto de facilidades que outrora não havia. Cada vez são mais utilizados materiais elétricos configuráveis através de software para executar funções mais inteligentes. Estas tecnologias proporcionam mais conforto e controlo das instalações mas por outro lado são mais caras e exigem maior conhecimento e destreza na sua utilização.

As soluções mais tecnológicas não devem ser instaladas cegamente sem atender as características próprias de cada projeto e tipo de utilizadores.

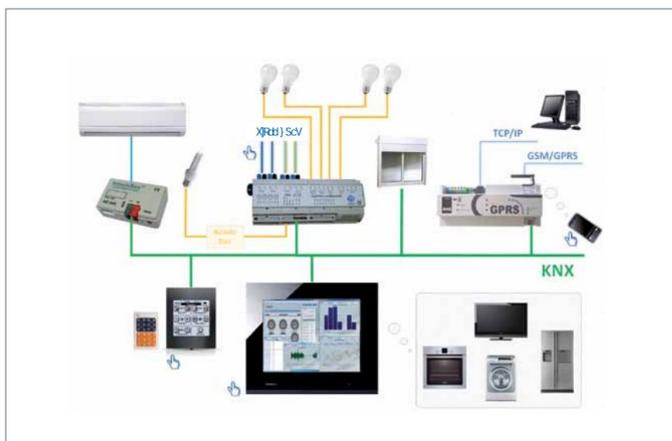


Figura 3.4: Sistema KNX para uma habitação

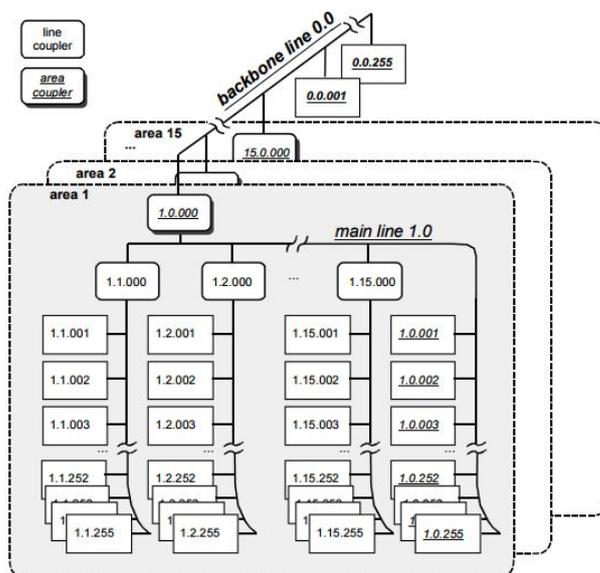


Figura 3.5: Topologia da rede KNX. Linhas de Bus

Uma referência mundial que importa considerar é o sistema KNX [9] que é sem dúvida a tecnologia mais profissional e importante nas instalações elétricas de média e grande dimensão pela sua versatilidade de utilização e integração de materiais de várias marcas.

Este sistema permite o controlo total da instalação em todos os seus domínios: gestão técnica e gestão energética. Baseia-se num protocolo de comunicações standard, configurável através do software ETS, e utiliza uma rede de dois condutores para interligar todos os componentes elétricos da instalação.

Importa realçar que estes sistemas em instalações elétricas domésticas não devem ser utilizados sem um adequado conhecimento por parte dos seus utilizadores.

Nas instalações de grande dimensão estes sistemas de gestão técnica são uma prática obrigatória, sem o que não seria possível gerir todos os circuitos elétricos com eficiência, fiabilidade e segurança, como acontece hoje em dia.

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 aos mais diversos desafios de automatização e controlo das instalações elétricas e é seguramente a tecnologia mais promissora não só pela sua tecnologia mas também por permitir usar componentes de várias marcas.

O sistema KNX foi criado em Maio de 1999 [9], com a fusão das associações:

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

3.4.3.1 Síntese

As tecnologias de gestão técnica KNX não tem uma relação direta com a segurança.

De uma forma geral estes sistemas, por serem mais sofisticados, dificultam as tarefas do Técnico Responsável na medida em que este tem que saber lidar com a tecnologia e o software do sistema. Os sistemas KNX não dispensam a supervisão de Técnicos qualificados.

3.5 Acerca das instalações elétricas fotovoltaicas

3.5.1 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.

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.

3.5.2 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



Figura 3.6: Painéis Foto Voltaicos instalados numa cobertura



Figura 3.7: Inversor DC/AC para transformar corrente contínua em alternada

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 RTIEBT [3]

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 $1,25 \times I_{cc\text{ STC}}$ 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 $1,25 \times I_{cc\text{ STC}}$ 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.

3.5.3 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 sobretensões.

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.

Na figura 3.8 mostra-se o diagrama de uma instalação elétrica fotovoltaica e os principais componentes elétricos.

3.5.4 Impacto da integração de fontes renováveis

A instalação cada vez mais generalizada de fontes renováveis, como as unidades de geração fotovoltaica, além dos problemas de gestão da rede elétrica, causam também impacto na segurança das Pessoas.

Os equipamentos destas instalações são menos usuais e familiares da maioria das Pessoas e envolvem tensões e correntes que podem ser elevadas.

A falta de hábito e obrigatoriedade na verificação e manutenção nas instalações elétricas juntamente com a instalação de novos equipamentos para geração de energia fotovoltaica faz com que a probabilidade dos acidentes elétricos seja naturalmente seja maior. Nesta perspetiva a existência de um Técnico Responsável da exploração da instalação elétrica justifica-se cada vez mais.

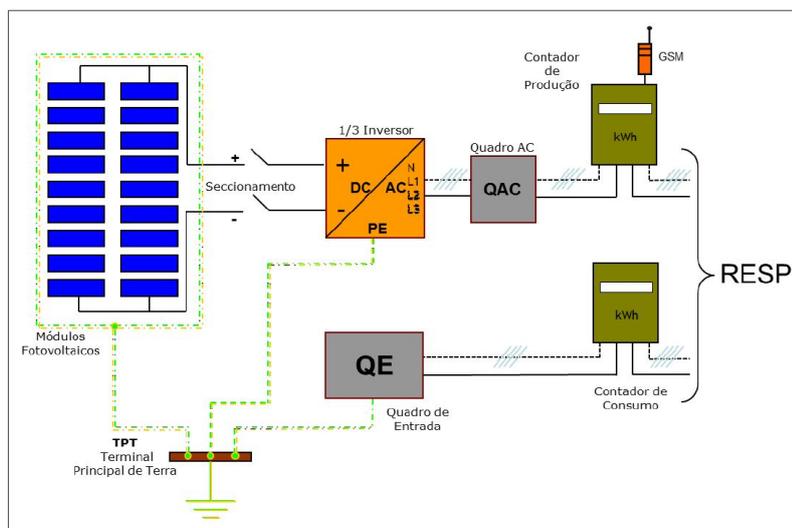


Figura 3.8: Esquema geral de uma instalação fotovoltaica

3.5.5 Conclusão

As instalações fotovoltaicas, cada vez mais presentes nas casas das Pessoas, são uma razão acrescida da necessidade de existir um Técnico Responsável que proceda à verificação periódica das instalações elétricas de serviço particular para dar mais garantias na redução dos riscos elétricos. No capítulo 4 aborda-se com mais detalhe as funções e a importância dos Técnicos Responsáveis de instalações elétricas na segurança das Pessoas e dos bens.

Capítulo 4

Técnicos Responsáveis. Tipos e enquadramento da atividade

4.1 Enquadramento legal do Técnico Responsável

O Estatuto do Técnico Responsável por Instalações Eléctricas de Serviço Particular, aprovado pelo Decreto Regulamentar 31/83, de 18 de Abril [4] e alterado pelo Decreto-Lei n.º 229/2006 [10] 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 [11].

Com o Decreto-Lei 5/2004, de 6 de Janeiro, foram desconcentrados os serviços de inscrição dos Técnicos Responsáveis pelo Projeto, Execução e Exploração de instalações eléctricas de serviço particular. Passou a competir às Ordens Profissionais a atribuição do título, uso e exercício da profissão de Engenheiro fazendo depender da inscrição como membro efetivo da respetiva Ordem.

Em relação aos Técnicos Responsáveis por instalações eléctricas de serviço particular com a categoria de Eletricista manterão a obrigação de inscrição em serviço da Administração Pública.

4.2 Acerca das competências dos Técnicos Responsáveis

Compete aos Técnicos Responsáveis pela Exploração a inspeção, manutenção e a avaliação das condições de funcionamento de uma instalação eléctrica.

Os Técnicos Responsáveis devem possuir a competência profissional exigível na Lei e na realização de uma inspeção serem capazes de:

- Identificar o diagrama da instalação eléctrica com e sem projeto;
- Aplicar a legislação em vigor;
- Conhecer os pontos importantes e críticos a inspecionar;
- Recorrer à termografia como meio de inspeção e diagnóstico;



Figura 4.1: Técnico Responsável a verificar um quadro elétrico

- Proceder à medição da resistência de um anel de defeito;
- Realizar um teste de continuidade;
- Medir a resistência de terra com recurso a vários métodos;
- Elaborar um relatório técnico e de inspeção seguindo um modelo;
- Analisar e classificar o estado de funcionamento da instalação;
- Realizar um plano de manutenção corretiva e preventiva sempre que necessário;
- Dentro da Lei aconselhar a próxima inspeção.

4.3 Tipo de Responsabilidade do Técnico Responsável

4.3.1 Técnico Responsável pelo Projeto

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.

4.3.2 Técnico Responsável pela Execução

De acordo com o artigo 5 da Lei n.º 14/2015 de 16 de Fevereiro [12] 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 preciso preencher um dos seguintes requisitos:

- 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 entidade instaladora (EI) só pode executar instalações elétricas de serviço particular de tensão até 30 kV e potência até 250 kVA.

4.3.3 Técnico Responsável pela Exploração

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 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)** o qual, até à data, não foi criado. Esta falha é grave criando dificuldades e constrangimentos a todos os Técnicos Responsáveis que exercem a sua atividade profissional.

Os Técnicos Responsáveis pela Exploração devem 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 cumprimento 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.

4.4 Deontologia dos Técnicos Responsáveis

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 oferecem aos seus Clientes e à sociedade, sem esquecer os compromissos com a segurança, o ambiente, os recursos naturais, a economia, a qualidade e a objetividade. Nas suas atitudes profissionais devem ter um relacionamento ético e de boa-fé, lealdade, isenção, cooperação, diligência, sobriedade e discrição.

ese

4.4.1 Síntese

Recomenda-se que a legislação promova os Técnicos Responsáveis no papel imprescindível da segurança e qualidade de funcionamento das instalações elétricas. Devem ser exigidas qualificações adequadas para cada tipo de Técnico Responsável, funções a desempenhar, regras de conduta e formação profissional. Ao mesmo tempo é importante prevenir mecanismos de viciação e ineficácia nas atividades dos Técnicos Responsáveis por interesses corporativos através de uma supervisão eficaz e atuante da administração pública.

O Governo devia criar um novo Estatuto do Técnico Responsável, previamente discutido, e adaptá-lo às novas exigências de segurança, tendo em conta que existe um grande número de instalações elétricas e também muitos Profissionais competentes disponíveis.

Capítulo 5

Conceitos Gerais sobre Riscos e Segurança Elétrica

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: O Risco elétrico está sempre presente

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. 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.

Os riscos elétricos assumem uma enorme importância nos locais profissionais e de habitação já que a eletricidade é a forma de energia com 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.

A figura 5.2 mostra a imagem termográfica de um quadro elétrico onde se pode observar partes constituintes com temperaturas elevadas, as quais podem dar origem a acidentes ou incêndio.

A figura 5.3 mostra um incêndio, de origem elétrica, que poderia ser evitado se houvesse maior vigilância das instalações.

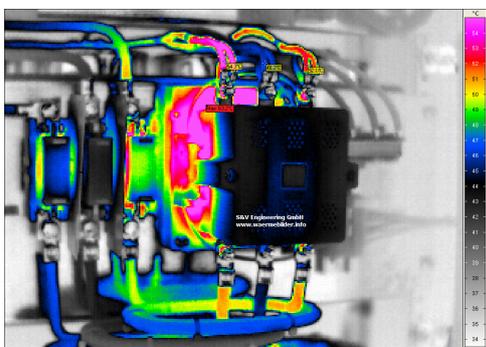


Figura 5.2: Quadro elétrico em sobrecarga provocando altas temperaturas



Figura 5.3: Fogo de origem elétrica

As consequências dos acidentes de origem elétrica podem ser muito graves, quer ao nível material (incêndios, explosões) como ao nível pessoal, podendo mesmo resultar na morte do indivíduo por eletrocussão.

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 mais intensa 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 - O corpo humano fica sujeito ao choque elétrico com origem numa instalação elétrica da rede, podendo levar à morte.

Eletrização - Quando se refere a situações em que o contacto do corpo humano com a eletricidade não provoca morte.

A eletrocussão 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 à 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 eletrocussão.

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 individuo:

- 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 5.4 mostra o modelo de contacto do corpo em três pontos e a figura 5.5 mostra o modelo Thevenin correspondente.

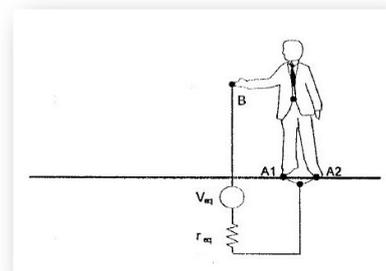
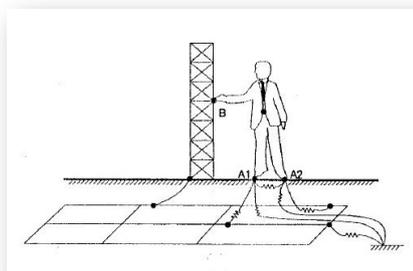


Figura 5.4: Contacto com a massa ou o solo em três pontos mão e dois pés

Figura 5.5: 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 [Ω] 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) [13], e o segundo à norma IEEE Std 80 (com três edições: 1961, 1976, 1986 e atualmente em revisão) [14].

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.).

A pele com uma espessura considerável de calosidade, como acontece em trabalhadores manuais de grande atividade, pode atingir resistência de 100 K Ω , podendo diminuir para 1 K Ω quando a pele está molhada e sem calosidade. A palma das mãos de um trabalhador de espessa calosidade pode atingir 1 a 2 M Ω 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 5.6 mostra os valores da resistência elétrica ao longo do corpo humano.

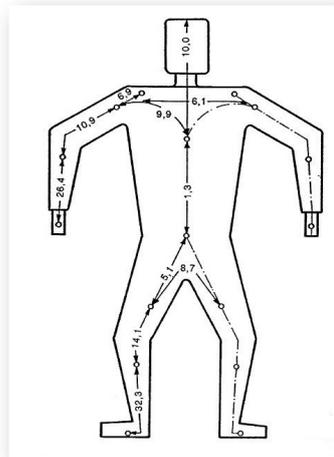


Figura 5.6: Impedancia do corpo humano

Tabela 5.1: Resistência do Corpo humano

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

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.

Tabela 5.2: Resistência do corpo humano em função da humidade

Tensão de contacto previsível (V)	Pele sem suor	Pele húmida	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

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;
- 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.

A corrente elétrica normal, gerada pelo nódulo sinusal, associada a uma corrente elétrica de origem externa muito superior, poderá, ocasionar um desequilíbrio elétrico do corpo humano, mais propriamente ao 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.

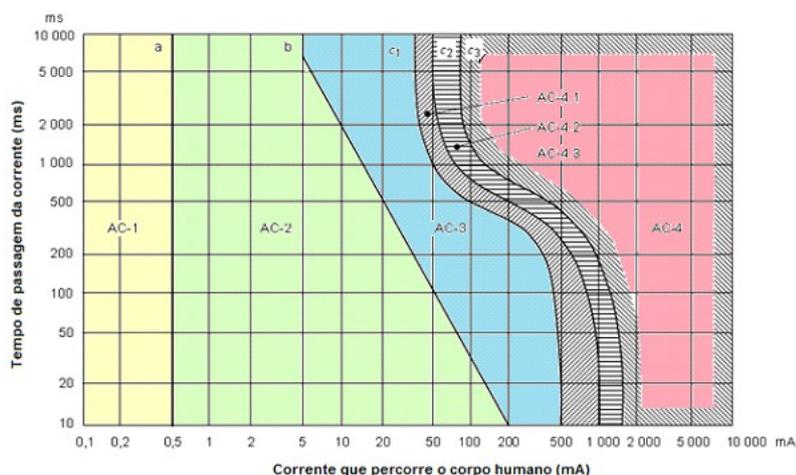


Figura 5.7: Reação do corpo humano devido à passagem da corrente elétrica

A figura 5.7 mostra um gráfico onde se definem as reações fisiológicas segundo a corrente que atravessa o corpo humano. Cada zona colorida mostra o tipo de reação produzida no corpo humano definido nas normas [13].

5.4.4 Paragem respiratória

A passagem da corrente elétrica provoca uma contração dos músculos respiratórios, levando à paralisia dos centros nervosos que controlam a função respiratória. 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. Ver secção 5.5.

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.

5.4.6 Queimadura eletrotérmica

São queimaduras que têm origem na passagem da corrente elétrica pelo corpo humano. 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 [Ω]

I – Intensidade de corrente [A]

t – Tempo [s]

Esta expressão corresponde à lei de Joule que nos diz o seguinte:

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

5.5 Medidas em caso de acidente de origem elétrica

Em acidentes pessoais produzidos por correntes elétricas deve-se interromper imediatamente o circuito de corrente. caso seja demorado, afastar a vítima dos condutores, tomando seguintes precauções;

1. 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);
2. Afastar a vítima dos condutores, isolando as mãos com luvas de borracha, panos ou peças de vestuário secos ou utilizando varas compridas de madeira bem seca, cordas bem secas.

A figura 5.8 mostra o procedimento genérico de separação da vítima do objeto em tensão. A figura 5.9 mostra o procedimento de primeiros socorros para salvamento da vítima de eletrocussão.

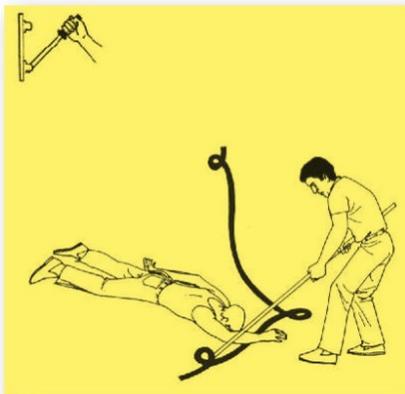


Figura 5.8: Separar a vítima do objeto em tensão

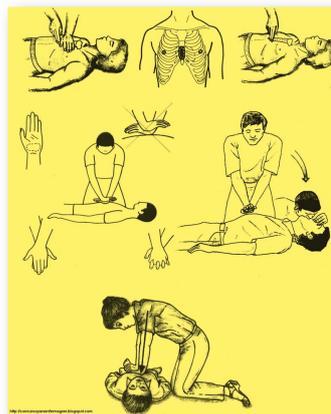


Figura 5.9: Realização dos primeiros socorros

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.

5.6 Acidentes de origem eléctrica. Estudo da CERTIEL

5.6.1 Introdução

A Associação Certificadora de Instalações Elétricas (CERTIEL) realiza anualmente, desde 2011, um estudo sobre os acidentes e incidentes de origem eléctrica noticiados nos meios de comunicação [2].

O estudo a seguir descrito refere-se ao primeiro semestre de 2015 e refere-se aos acidentes cuja notícia indica origem eléctrica. 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 1.º Semestre de 2015, resultaram 43 registos de acidentes. Comparado com o 1.º semestre de anos anteriores representa uma quebra acima de 30 %. Neste período a totalidade das ocorrências causou incêndio ou chamada de bombeiros. Por sua vez, os incêndios noticiados em igual período sem definição das suas origens totalizam 119 ocorrências. A maioria das ocorrências verifica-se no Norte e Centro.

O gráfico da figura 5.10 mostra a distribuição de ocorrências distribuída por regiões.

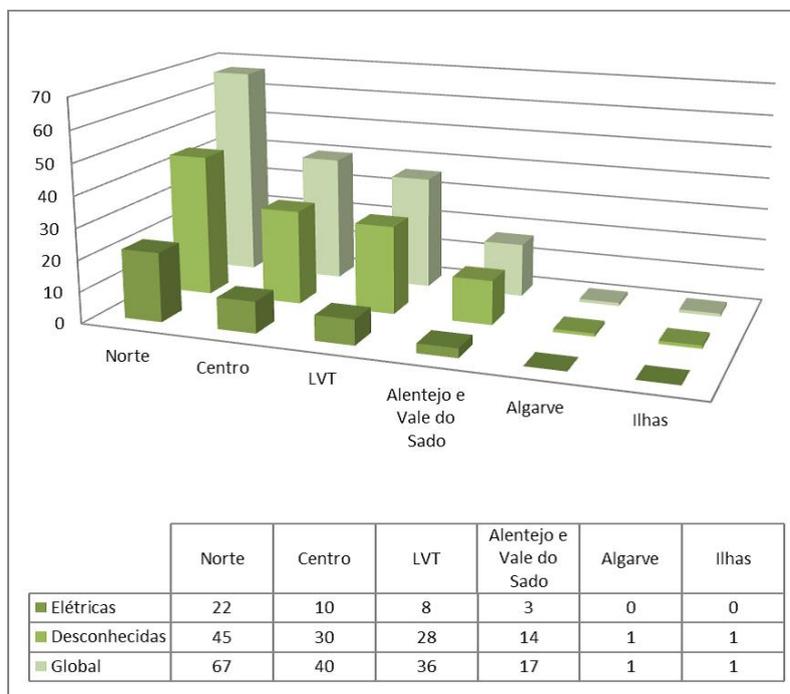


Figura 5.10: Distribuição de ocorrências por região

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.

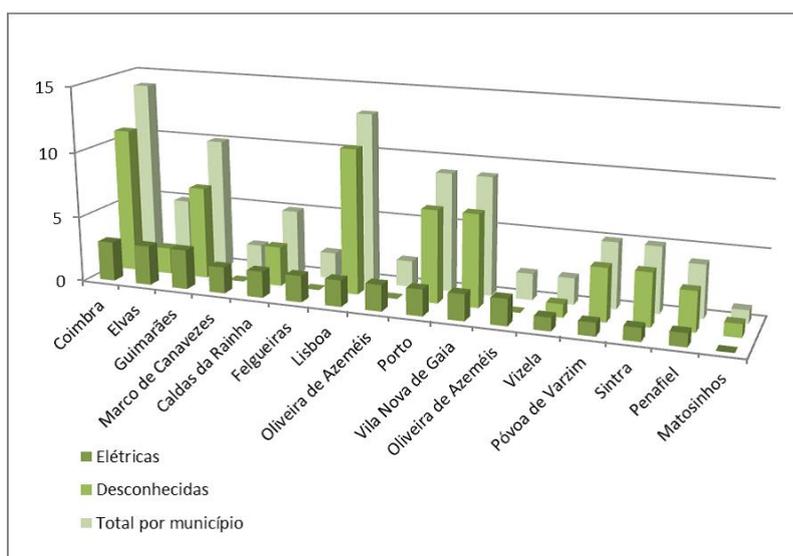


Figura 5.11: Distribuição de ocorrências por município

Município	Elétricas	Desc.	Global
Coimbra	3	11	14
Elvas	3	2	5
Guimarães	3	7	10
Marco de Canavezes	2	0	2
Caldas da Rainha	2	3	5
Felgueiras	2	0	2
Lisboa	2	11	13
Oliveira de Azeméis	2	0	2

Município	Elétricas	Desc.	Global
Porto	2	7	9
Vila Nova de Gaia	2	7	9
Oliveira de Azeméis	2	0	2
Vizela	1	1	2
Póvoa de Varzim	1	4	5
Sintra	1	4	5
Penafiel	1	3	4
Matosinhos	0	1	1

Figura 5.12: Tabelas de dados dos municípios

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 5.11 mostra o gráfico da distribuição de ocorrências por município. A figura 5.12 mostra a tabela de dados correspondente às ocorrências nos 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 eléctricas 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 eléctricas 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 eléctrico, sendo estes os principais responsáveis pelo acréscimo do consumo de energia eléctrica nas habitações, com reflexo na sobrecarga dos circuitos.

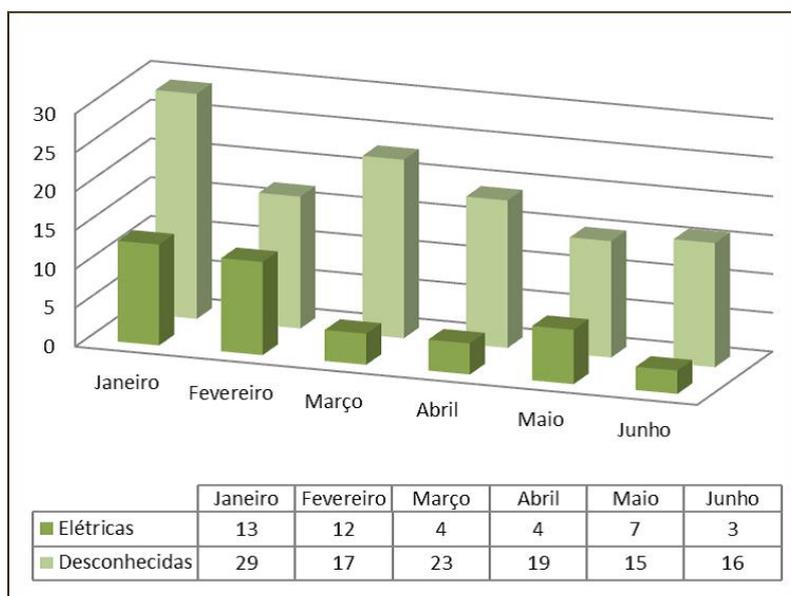


Figura 5.13: Distribuição mensal das ocorrências

A figura 5.13 mostra o gráfico da distribuição mensal das ocorrências.

Constata-se que, na distribuição mensal das ocorrências, a similaridade entre as causas eléctricas 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 5.14 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.

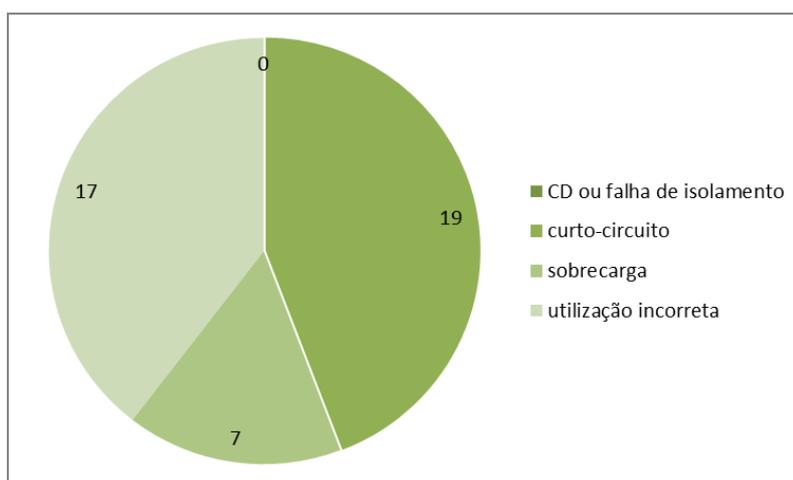


Figura 5.14: Distribuição de ocorrências nas causas elétricas

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.

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 elétricas 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 5.15 mostra o gráfico por tipo de utilização de 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.

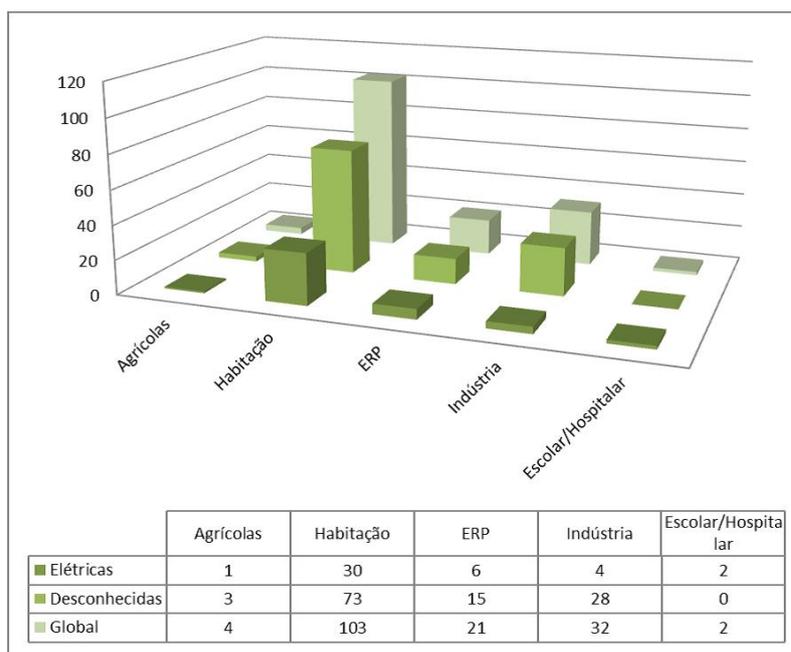


Figura 5.15: Ocorrências por tipo de utilização do edifício.

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 eléctricas 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 5.16 mostra o gráfico do tipo de destruição ocorrida.

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

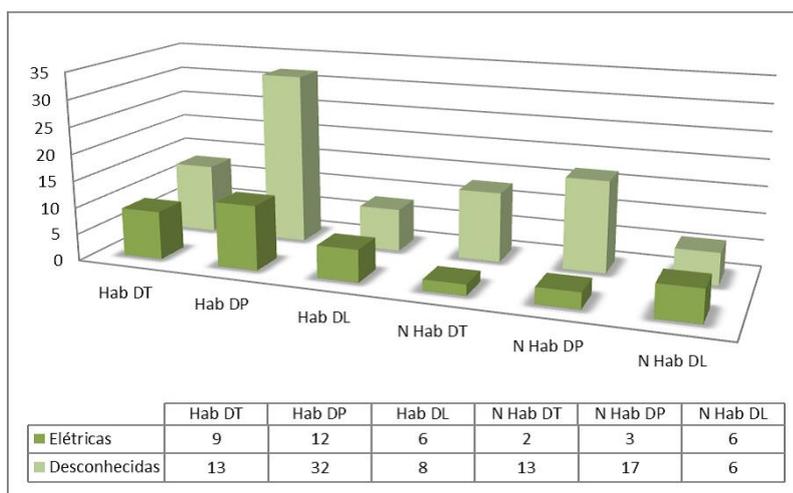


Figura 5.16: Destruição por incêndio

2014. Foram registrados 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 5.17 mostra o gráfico dos danos pessoais verificados.

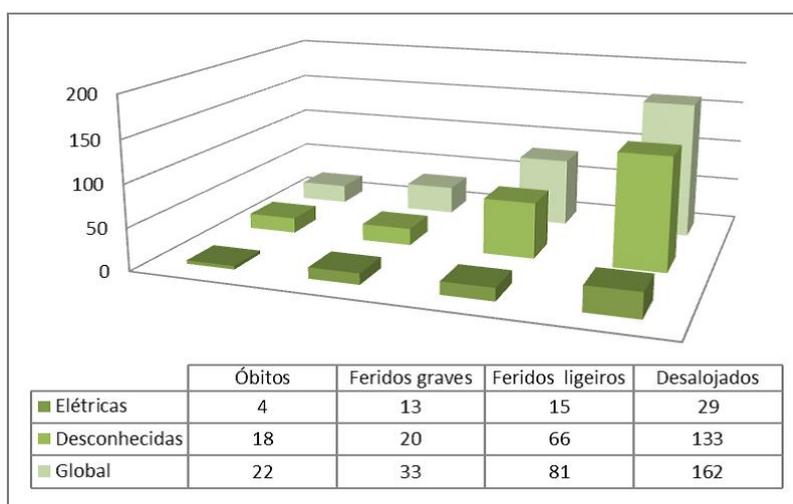


Figura 5.17: Danos pessoais verificados

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 eléctricas é inequívoca; Pela observação dos gráficos verificamos um padrão equivalente em todas as vertentes estudadas.

Capítulo 6

Recomendações para a Verificação das Instalações Elétricas

6.1 Introdução

Em Portugal existem cerca de 5 milhões de Instalações Elétricas de Utilização de Serviço Particular, do Tipo C (antiga categoria 5), ligadas à Rede Elétrica de Serviço Público (RESP). Para uma instalação elétrica permanecer segura deverá ser verificada e mantida periodicamente.

As Regras Técnicas, RTIEBT [3], dizem expressamente: "63-Manutenção das instalações. As instalações devem ser mantidas, em permanência, em bom estado de conservação."

"Todos os defeitos ou anomalias detetados nos equipamentos elétricos ou no seu funcionamento devem ser comunicados à pessoa incumbida da vigilância da instalação (Técnico Responsável pela Exploração, nas instalações) que deles careçam, nos termos da legislação em vigor), nomeadamente os casos de funcionamento, sem causa conhecida, dos dispositivos de proteção contra as sobreintensidades ou dos dispositivos de proteção contra os choques elétricos."

Sabe-se que grande parte dos incêndios de origem elétrica não tem origem apenas em curtos circuitos mas fundamentalmente na falta de inspeção e manutenção das instalações. É, por isso, indispensável enquadrar o papel da manutenção e inspeção periódica na legislação e demonstrar a sua importância no combate aos acidentes de origem elétrica e na proteção das pessoas, onde a presença dos Eletrotécnicos é fundamental para garantir um melhor serviço.

A CERTIEL, na sua publicação "Instalações Elétricas de Baixa Tensão, Verificação, Manutenção e Exploração das Instalações", enquadrada nas RTIEBT, da autoria de António Augusto Araújo Gomes (Engenheiro eletrotécnico e Professor do ISEP) explica com detalhe como proceder na verificação e inspeção de uma instalação elétrica.



Figura 6.1: verificação técnica de um quadro elétrico muito simples

6.2 Enquadramento legal

As instalações elétricas anteriores a 1974 e entre 1974 e 1992 estavam sujeitas apenas a um procedimento administrativo de licenciamento para serem ligadas à RESP. Com a entrada em vigor do Decreto-Lei n.º 272/92, de 3 de Dezembro de 1992, que estabeleceu um novo regime para a aprovação de projetos, inspeção e certificação das instalações eléctricas de serviço particular houve uma profunda alteração.

Nesse ano de 1992 a CERTIEL inicia a sua atividade como Entidade Inspetora e Certificadora de para aprovação dos projetos eléctricos e inspeções para ligação à RESP.

6.3 Caracterização etária das Instalações Elétricas

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 eléctricas. Sem prejuízo da sua reabilitação, as instalações eléctricas 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 eléctricas, podemos dividir o parque edificado em três grupos principais:

Grupo 1:

Conjunto de edifícios cujas Instalações eléctricas são anteriores a 1974, antigas ou muito antigas, construídas sem as normas a cujos padrões de segurança estamos habituamos. 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.

6.4 Conceitos

Verificação da instalação: 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: 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 das quais se comprova a eficácia dessa instalação.

6.5 Generalidades

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 funcionamento, sem causa conhecida, dos dispositivos de proteção contra as sobretensões 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;

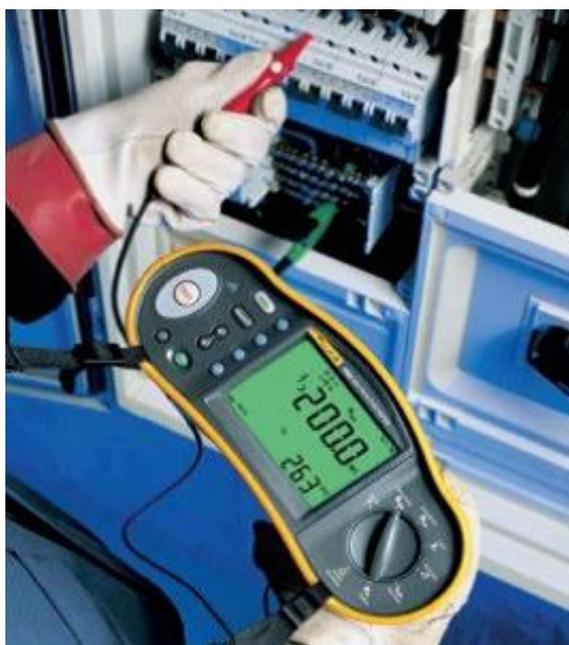


Figura 6.2: Técnico Responsável realiza uma análise de energia da elétrica

- 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.

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.

6.6 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.

6.6.1 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;
- O controlo dos dispositivos de proteção contra as sobreintensidades;
- 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;
- No caso de instalações em serviço e que não tenham sido objeto de modificações, basta verificar que as correntes estipuladas dos órgãos de proteção não foram modificadas.

Com este procedimento pode-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.

6.6.2 Ensaios e medições

A verificação das instalações elétricas através da realização de ensaios e medições deve, por razões de segurança, ser realizada após a inspeção visual. Esta etapa consiste na realização de ensaios e medições, com aparelhos apropriados, através dos quais se comprovam a qualidade e eficácia das mesmas. Nestes ensaios e medições deverão ser utilizados equipamentos que cumpram a norma EN 61557, que define os requisitos dos dispositivos de controlo, medição, e monitorização, destinados à verificação das instalações elétricas de baixa tensão até 1000 VAC e 1500 VDC. A verificação deve incluir, pelo menos, os ensaios e medições a seguir indicados, preferencialmente pela seguintes ordem:

- 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;
- Ensaios funcionais;
- Proteção contra os efeitos térmicos;
- 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.

6.7 Verificação simples de uma Instalação Elétrica residencial

Proceder as seguintes verificações: **Instalação geral**

- Quadro geral e parciais. Estado de funcionamento e de conservação;

- Detecção de possíveis instalações elétricas precárias não originais;
- Ligações nas caixas de derivação;
- Estado de ligação de condutores de proteção dos circuitos;
- Potência contratada e sistema usado: trifásico ou monofásico.

Quadro elétrico

- Disjuntores;
- Equipamento Diferencial;
- Condutores geral de proteção. Ligação;
- Condutores de neutro. Ligação;
- Estado isolamento dos condutores;
- Sobreaquecimento das Ligações;
- Equilíbrio de cargas pelas fases.

Circuitos de tomadas e iluminação

- Falha de Ligação do condutor de terra de proteção;
- Folgas dos alvéolos das tomadas;
- Fixação da tomada;
- Detecção de linhas de neutro cortado por interruptor em circuito de iluminação;
- Aparelhos de iluminação degradados em risco;
- Tomadas de aquecimento e sobrecargas.

Elerodomésticos de cozinha e aparelhos de aquecimento de água

- Tomadas e caixas de ligação;
- Gorduras e humidade em pontos críticos;
- Circuito e aparelho exaustor;
- Circuitos em sobrecarga.

Motores elétricos

- Verificação da proteção do motor;
- Verificação de cabo de alimentação;
- Verificação de ligação a terra.

Casa de banho

- Aparelhos elétricos em zonas não permitido;
- Índice de proteção dos aparelhos elétricos e de manobra;
- Ligações equipotenciais.

6.8 Verificação da continuidade dos condutores de proteção

6.8.1 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.

6.8.2 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.

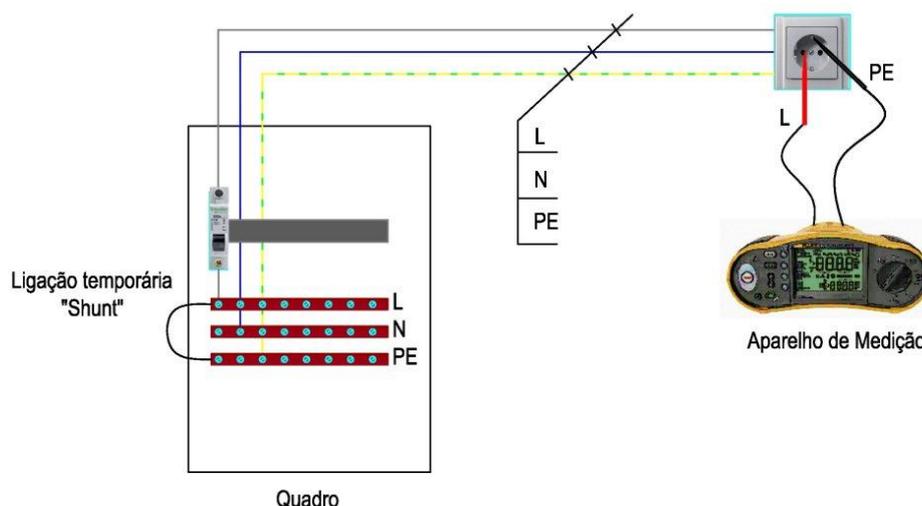


Figura 6.3: Esquema simplificado de realização do ensaio de continuidade – Método 1

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

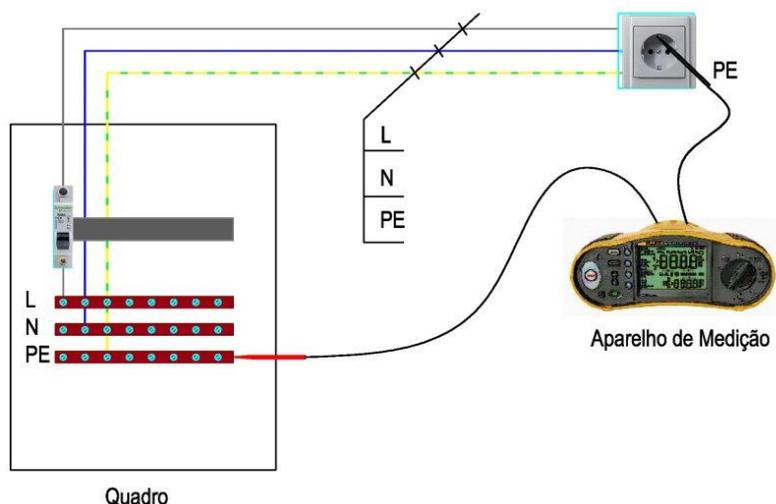


Figura 6.4: Esquema simplificado de realização do ensaio de continuidade – Método 2

6.9 Medição da resistência de isolamento da instalação elétrica

6.9.1 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.

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 do circuito (V)	Tensão de ensaio em corrente contínua (V)	Resistência de isolamento (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

⁽¹⁾ 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:

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

U_t- Tensão de ensaio, em volts;

I- Corrente de ensaio, em ampéres;

R_i- 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

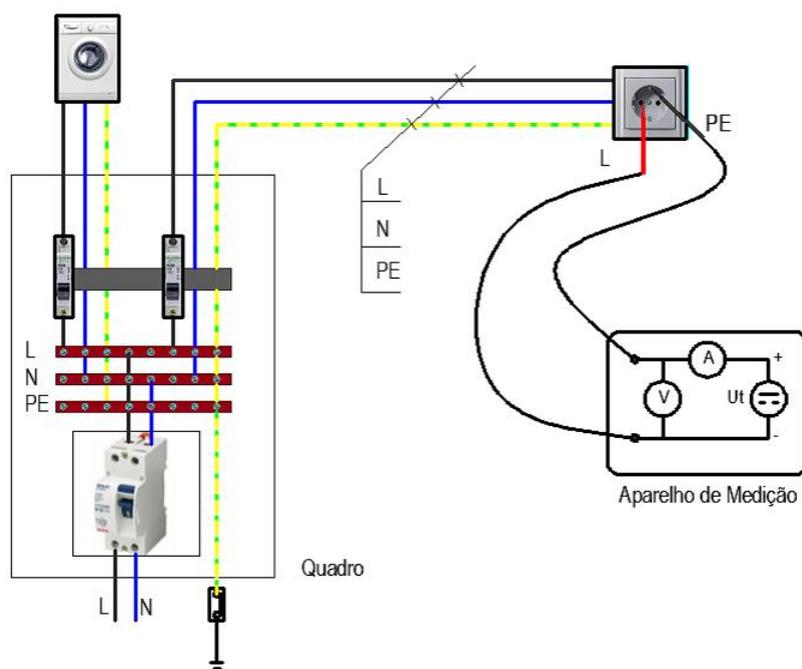


Figura 6.7: Esquema simplificado da medição da resistência de isolamento – Método U-I

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 treços 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.

6.9.2 Procedimento 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 ₁ e PE
	L ₂ e PE
	L ₃ 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.

- 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.

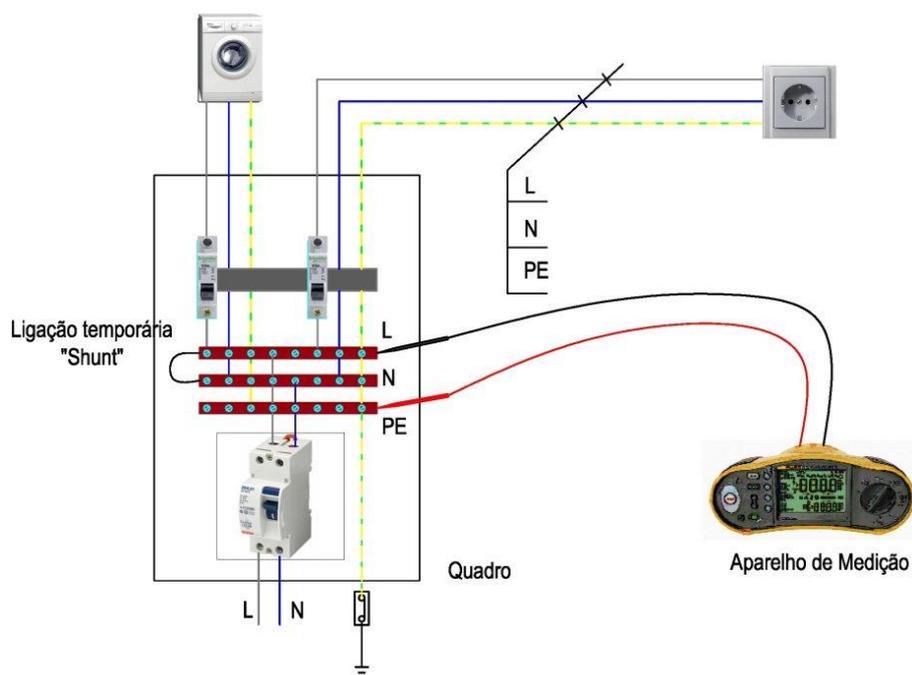


Figura 6.9: Esquema simplificado do ensaio de medição da resistência de isolamento entre condutores ativos e o condutor de proteção

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

Tipo de Instalação	Combinações de Medida
Monofásica	L e N
Trifásica	L ₁ e L ₂
	L ₁ e L ₃
	L ₂ e L ₃
	L ₁ e N
	L ₂ e N
	L ₃ e N

Figura 6.10: Combinações 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.

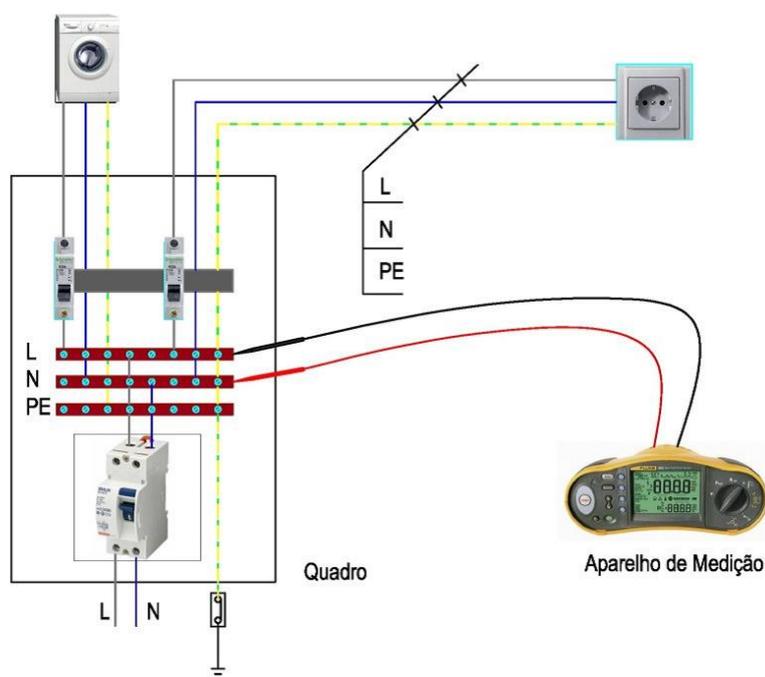


Figura 6.11: Esquema simplificado de realização do ensaio de medição da resistência de isolamento entre condutores ativos

6.10 Ensaio de proteção por separação de circuitos

6.10.1 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.

6.10.2 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 (MΩ)
TRS e TRP	250	≥ 0,25

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

6.11 Medição da resistência de isolamento dos elementos da construção

6.11.1 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.

6.11.2 Procedimento 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 elétrodo de medição e um condutor de proteção da instalação. Como eléttodos 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 mm^2 , devendo a resistência de cada uma dessas partes ser inferior a 5000 Ω .

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 elétrico de medição 1 utilizado num ensaio de medição da resistência de isolamento dos pavimentos e demais elementos da construção.

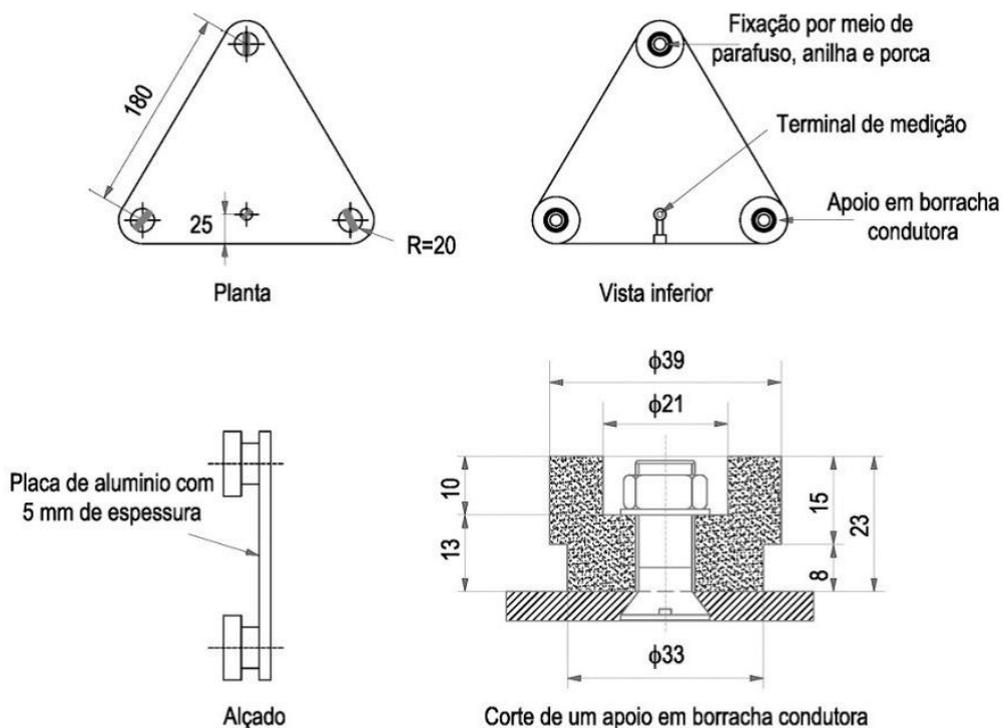


Figura 6.13: Eléctrodo de medição do tipo 1

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

Eléctrodo de medição do tipo 2

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

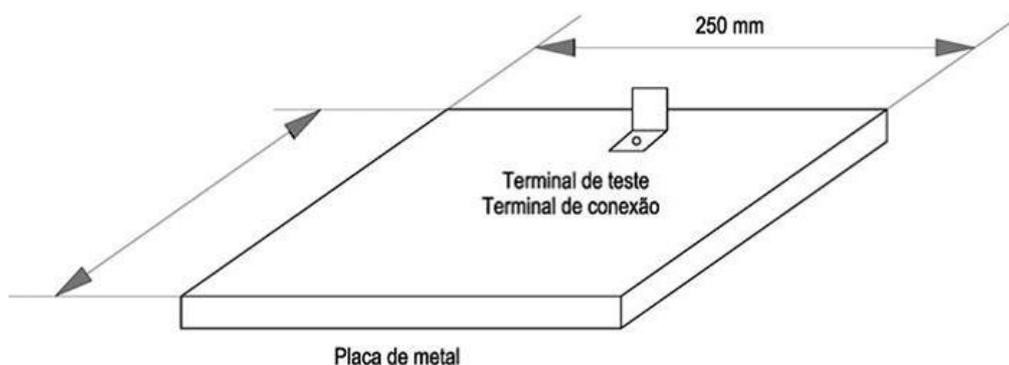


Figura 6.14: Eléctrodo de medição do tipo 2

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 eléctrodo uma força de valor igual a:

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

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

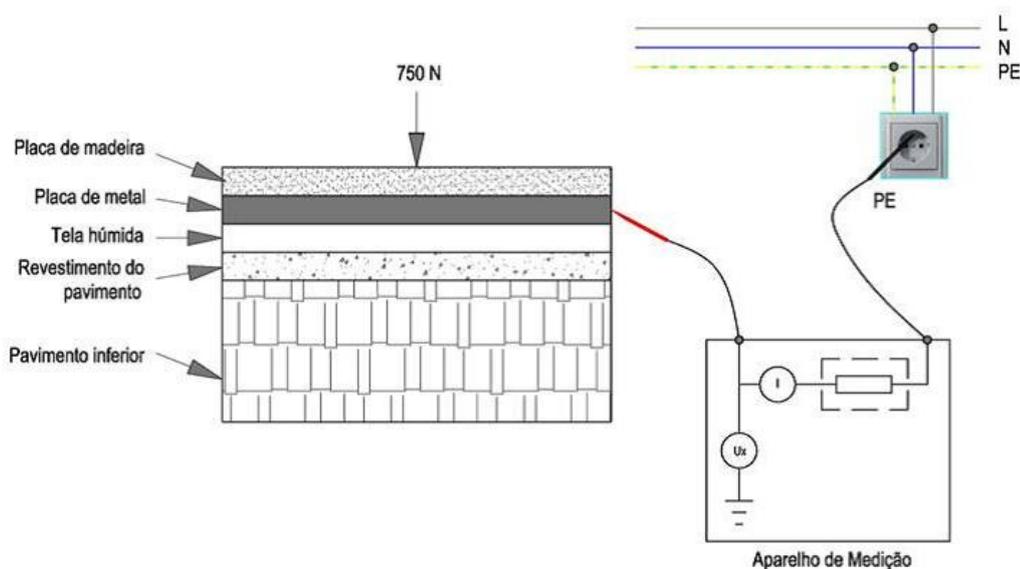


Figura 6.15: Ligação do eléctrodo de medição do tipo 2

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 elétrodo, em volts;

(medida com recurso a um voltímetro com resistência interna de pelo menos 1 M Ω para PE)

I -Corrente injetada no elétrodo 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 K Ω para instalações com tensões nominais até 500 V;
- 100 k Ω para instalações com tensões nominais superiores a 500V.

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.

6.12 Verificação das condições de proteção por corte automático da alimentação

6.12.1 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 indirectos 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) aplicam-se à corrente contínua lisa.

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

Tensão de contacto presumida U_c (V)	Tempo de corte máximo do dispositivo de proteção 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 $U_L=120V_{dc}$

- 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.

6.12.2 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 elétrodo 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;
 - 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.

Tensão de contacto presumida U_c (V)	Tempo de corte máximo do dispositivo de proteção 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:

- locais 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 $U_L=60\text{Vdc}$

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.

6.13 Verificação do funcionamento dos dispositivos diferenciais

6.13.1 Generalidades

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

Corrente diferencial estipulada máxima do dispositivo diferencial ($I_{\Delta n}$)		Valor máximo da resistência de terra (Ω)	
		$U_L=50V$	$U_L=25V$
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 $U_L = 25 V$

6.13.2 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.

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

6.13.3 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.

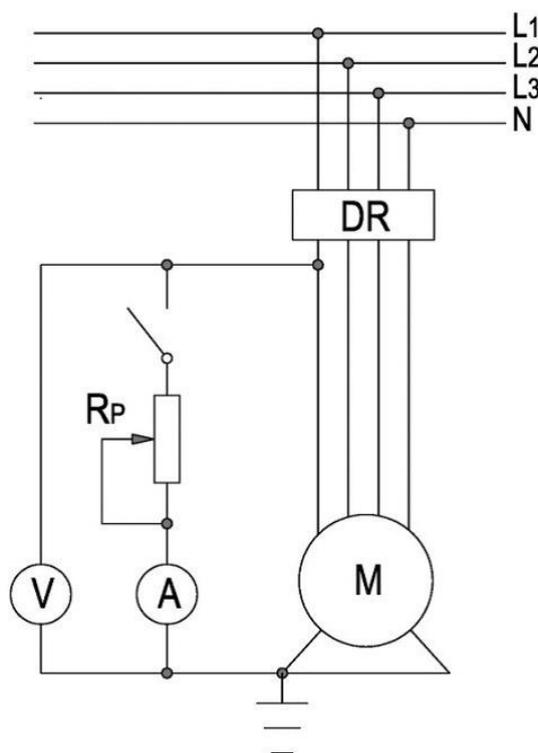


Figura 6.19: Princípio de funcionamento do método 1

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.

Tipo	I_n (A)	$I_{\Delta n}$ (A)	Valores normalizados dos tempos de funcionamento e dos tempos de não funcionamento para uma corrente residual $I_{\Delta n}$ igual a:					
			$I_{\Delta n}$ igual a:			$I_{\Delta n}$ igual a:		
			(s)			(s)		
			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	≥ 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

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.

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.

6.14 Medição da resistência do eléctrodo de terra

6.14.1 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 eléctrodos 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 eléctrodos de terra auxiliares (método volt-amperimétrico), sendo preferencialmente este o ensaio a realizar aquando da verificação das instalações.

6.14.2 Método Voltamperimétrico

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

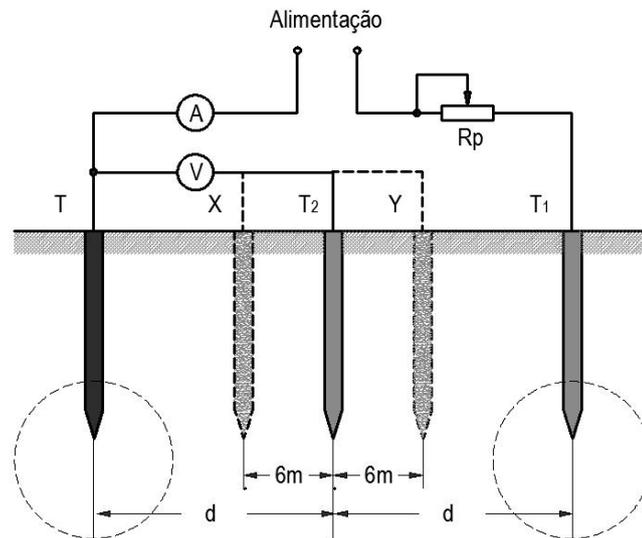


Figura 6.21: Medição da resistência de um eletrodo de terra

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 controle

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 Ω/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.

6.15 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 Ω ;

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.

Tempo de corte (s)	Tensão de contacto presumida (V)
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

6.16 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.

6.17 Ensaio dielétrico.

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.

6.18 Manutenção das instalações

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 rezear 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.

6.19 Exploração das instalações

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.

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

Capítulo 7

Reflexões, Recomendações, Conclusões e Trabalho Futuro

7.1 Projeto de instalações elétricas

7.1.1 Dispensa de Projeto elétrico

O Decreto-Lei 272/92, de 3 de Dezembro e o Decreto-Lei n.º 101/2007 [15], dispensa de projeto de licenciamento as instalações de serviço particular do tipo C, com potências até 50 kVA. Este diploma, também, estabelece normas relativas às associações inspetoras de instalações elétricas [16]. A medida legal de isenção de projeto não teve a ver com aspetos económicos, técnicos, de segurança ou de eficiência e funcionalidade das instalações elétricas mas sim com aspetos de funcionalidade das Associações Inspetoras.

Considera-se que a existência de um projeto de instalações elétricas confere maior garantia de qualidade, segurança, flexibilidade e funcionalidade das instalações. Entende-se que todas as instalações elétricas deverão ter um projeto de instalações elétricas mesmo que simplificado, como se sugere em 7.1.4, tanto mais que o custo do projeto só por si não tem grande relevância no custo total da construção [2].

Atendendo ao princípio da igualdade dos cidadãos, considera-se injusto que seja exigido na construção de habitações em propriedade horizontal, onde a potência regra geral ultrapassa 50 KVA, um projeto elétrico, enquanto que na construção de igual número de moradias, onde não se ultrapassa a potência de 50KVA, não há essa exigência.

Recomenda-se uma revisão da legislação atual cujos critérios não são muito corretos por forma a exigir a todos as mesmas obrigações e contribuir dessa forma para a melhoria da qualidade das instalações elétricas e do controlo de custos recorrendo a projeto e orçamento respetivo [17].

7.1.2 Técnicos Responsáveis de Projeto

Como Técnicos Responsáveis pelo Projeto devem ser apenas Engenheiros ou Engenheiros Técnicos da área de eletrotecnia, devidamente credenciados. Excepcionalmente e porque são Téc-

nicos aos quais já foram reconhecidas as competências, de acordo com o estatuto do Técnico Responsável em vigor, devem manter-se os Técnicos já inscritos à data na DGEG nos níveis atribuídos.

7.1.3 Análise e certificação de projetos

O Técnico Responsável, devidamente credenciado pela Ordem dos Engenheiros, detém formação e competência para assumir a responsabilidade pelo trabalho que realiza e que lhe é reconhecida pela referida Associação Profissional. Nesse sentido, a obrigatoriedade de submeter o projeto à análise e aprovação a entidades de certificação não faz muito sentido.

Acresce que as Ordens Profissionais fazem a gestão dos seus Técnicos, mas não fazem a gestão dos Técnicos que nas Entidades Regionais Inspetoras de Instalações Eléctricas e Direções Regionais de Energia fazem que analisam esses mesmos projetos. Desta forma, muitos deles, podem não se encontrar devidamente regularizados nas respetivas Ordens Profissionais e até mesmo não estarem dotados de formação aceite para o exercício da profissão contrariando a acreditação que é exigível [17].

O que se disse antes, não inviabiliza a possibilidade da revisão de um projeto onde o Técnico Responsável ou o Dono de Obra poderá solicitar uma apreciação e comentário ao projeto. Procedimento que hoje 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 Projeto de Instalações Eléctricas Tipo C

Para os casos em que a dimensão e simplicidade não justifiquem a elaboração de Projeto Elétrico mais completo, entende-se útil a criação de um Projeto Tipo, simples e padronizado, que seria a base de trabalho e registo da execução da Instalação Elétrica do Tipo C. Este projeto tipo seria um contributo para melhorar o entendimento entre as partes intervenientes na obra evitando erros, abusos e conflitos na execução dos trabalhos.

Apesar de simplificado, o projeto tipo 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 tipo ao definir as características principais da instalação elétrica constituiria também um precioso documento de registo da execução para consulta futura e trabalhos de manutenção e reparação.

O projeto tipo deveria ser elaborado em software apropriado e *standard* e, sem prejuízo do valor da responsabilidade a ele inerente, teria um preço mais económico, sem sobrecarga para o cliente.

Na secção referente ao trabalho futuro 7.9.5 sugere-se o desenvolvimento deste tipo de software com base na experiência já adquirida no Reino Unido.



Figura 7.1: Fluxo do projeto simplificado tipo C

7.2 Execução de instalações elétricas

Como Técnicos Responsáveis pela Execução devem ser Engenheiros ou Engenheiros Técnicos da especialidade e Eletricistas, devidamente credenciados. 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 as boas práticas.

A execução deve ser realizada com o respeito pelas Regras Técnicas das Instalações Elétricas de Baixa Tensão [3].

7.3 Exploração de instalações elétricas

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 residenciais sem eletrodo 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 e a falta de cuidados de conservação e de verificação das condições de proteção das mesmas.

Os Técnicos Responsáveis pela Exploração deverão ser Engenheiros ou Engenheiros Técnicos de eletrotécnica, do ramo correspondente aos sistemas elétricos de energia, devidamente acreditados nas Ordens Profissionais.

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

Eletricistas inscritos na DGEG na competência e níveis de atribuições definido no referido estatuto.

7.4 Técnicos Responsáveis. Formação e Disciplina

7.4.1 Formação habilitante

O reconhecimento do Técnico Responsável por parte das Ordens de Engenheiros deverá continuar a ser realizado pela verificação efetiva da sua formação académica e do ramo de especialização adequado para assegurar a competência em instalações elétricas.

Infelizmente, a Lei 14/2015 não acautelou a diferenciação dos ramos da engenharia eletrotécnica ao contrário do que fez com os Engenheiros Técnicos de Eletrotecnia, admitindo assim como Técnico Responsável, um Engenheiro eletrotécnico sem olhar ao seu ramo de formação.

Sugere-se nestes casos, a pedido do interessado, que a Ordem analise o pedido e defina a formação complementar necessária para que o Engenheiro candidato seja reconhecido Técnico Responsável de instalações elétricas.

7.4.2 Formação atualizante

A eletrotecnia tem vindo a sofrer uma grande evolução ao longo dos anos, quer em termos tecnológicos quer no quadro regulamentar e normativo. Importa, portanto, assegurar que todos os profissionais possuem as competências necessárias para o desempenho cabal das suas funções para garantir o sucesso e a segurança necessária. Decorre assim a necessidade de um novo paradigma onde a “formação para toda a vida” deixa de fazer sentido. O Engenheiro eletrotécnico deve apoiar-se nas instituições de ensino e unidades de formação profissional e procurar a atualização dos seus conhecimentos, explorando novas áreas que podem revelar-se oportunidades de grande sucesso.

Neste contexto recomenda-se, também, que os Técnicos Responsáveis se submetam a ação de formação de atualização, 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

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.

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.

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 aos Técnicos Responsáveis proporcionais à sua gravidade. O regime disciplinar deve aplicado pelas Ordens Profissionais ou pela DGEG consoante os casos.

Relembra-se aqui 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 Eléctricas de Serviço Particular, onde se regula o comportamento do Técnico Responsável.

7.5 Verificações e Inspeções Periódicas

7.5.1 Introdução

A periodicidade de manutenção das instalações eléctricas deverá ter em conta, nomeadamente:

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

No anterior Regulamento de segurança já se definia que a periodicidade da manutenção das instalações devia atender às características de cada tipo de instalação e equipamentos bem como ao uso e meio ambiente onde se encontram. O artigo 637 do citado Regulamento de Segurança (Decreto-Lei 740/74) previa a verificação das instalações de utilização quando da sua entrada em serviço e por ocasião de modificações importantes.

Na tabela 7.1 indica-se a periodicidade das inspeções das instalações de utilização prevista no artigo 645 do Decreto-Lei 740/74, atualmente revogado.

Tabela 7.1: Periodicidade das inspeções previstas no Decreto-Lei 740/74

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

7.5.2 Recomendações de inspeção periódica

Por motivos de segurança das pessoas e dos bens recomenda-se que todas as instalações ligadas à Rede Elétrica de Serviço Público sejam objeto de inspeção periódica, de modo a garantir a

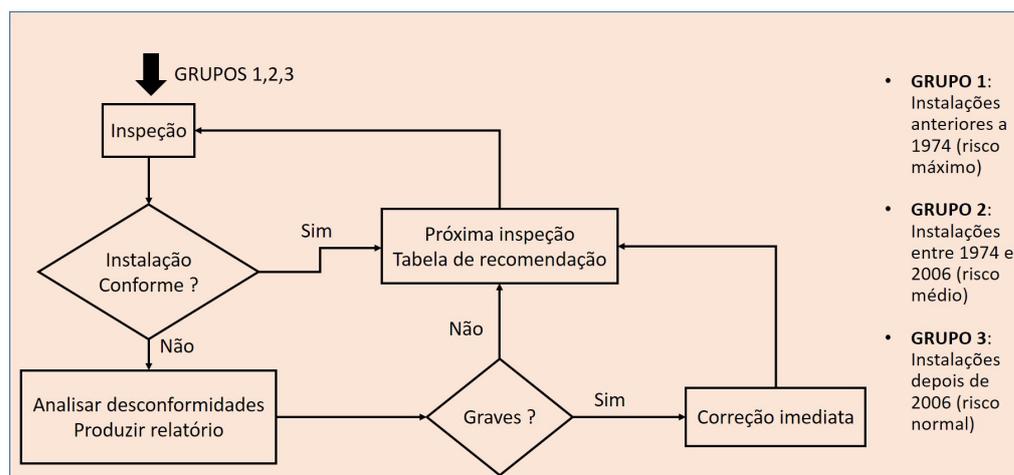


Figura 7.2: Procedimento da inspeção por Grupos etários de instalações elétricas

continuidade das condições equivalentes àquelas verificadas aquando da sua entrada em funcionamento. A periodicidade da inspeção das instalações elétricas, apesar da diversidade de opiniões técnicas sobre esta matéria, deve atender nomeadamente às características próprias da utilização, da dimensão, complexidade e intensidade do seu uso. Na periodicidade das inspeções também é importante atender às condições ambientais e localização geográfica das instalações visto que, por exemplo, a proximidade ao mar e aos locais de forte poluição podem degradar mais rapidamente os materiais.

A tabela 7.2 sugere a periodicidade das inspeções a que deverão obedecer as instalações elétricas descritas, por tipo e utilização, a qual deverá ser lida cruzando com a informação da tabela 7.3.

A tabela 7.3 define para cada letra de código o procedimento cumulativo recomendado, na inspeção efetuada.

7.5.3 Software de apoio a verificação das instalações elétricas

Para trabalho futuro recomenda-se o desenvolvimento de uma ferramenta de software de apoio à inspeção das instalações elétricas. O Reino Unido, onde é obrigatória a inspeção das instalações elétricas, existe uma grande oferta de software para este tipo de trabalho, que seria útil conhecer e a partir dele desenvolver aplicações adaptadas a nossa realidade.

Com este software pretende-se o controlo de uma *Checklist* de verificações, abrangendo todas as partes da instalação e no final imprimir os certificados detalhados da verificação em papel timbrado com a devida identificação, com a possibilidade de alimentar uma base de dados Nacional, gerida pelas entidades publicas, que permita a análise de dados de segurança e calculo de previsão das próximas verificações.

Um dos exemplos deste tipo de software é o «EasyCert» [18] que se mostra nas figuras 7.3 e 7.4.

The screenshot shows the 'SCHEDULE OF CIRCUIT DETAILS AND TEST RESULTS' window. It contains a table with columns for 'Circuit Designation', 'Type of Wiring', 'Prospective Fault Current', 'Type of Wiring', 'RCD', and 'Type of Wiring'. The table lists various circuits such as '1st floor sockets', 'Kitchen sockets', 'Ground floor lights', 'Hob and wine cooler', and 'Ground floor sockets'.

Circuit Designation	Type of Wiring	Prospective Fault Current	Type of Wiring	RCD	Type of Wiring
1 Oven	A C	1 6 2.5 0.4	60000	32 6 30	1.44 N/A
2 1st floor sockets	A C	19 2.5 1.5 0.4	60000	32 6 30	1.44 0.37
3 Kitchen sockets	A C	7 2.5 1.5 0.4	60000	32 10 30	1.44 0.14
4 Ground floor lights	A C	11 1.0 1.0 0.4	60000	6 10 30	7.67 N/A
5 Spare	---	---	---	---	---
6 Hob and wine cooler	A C	1 6 2.5 0.4	60000	32 6 30	1.44 N/A
7 Ground floor sockets	A C	9 2.5 1.5 0.4	60000	32 10 30	1.44 0.35
8 1st floor lights	A C	1 1.0 1.0 0.4	60000	6 10 30	7.67 N/A
9 Spare	---	---	---	---	---
10 Spare	---	---	---	---	---

Figura 7.3: Software da empresa tysoft (Reino Unido)

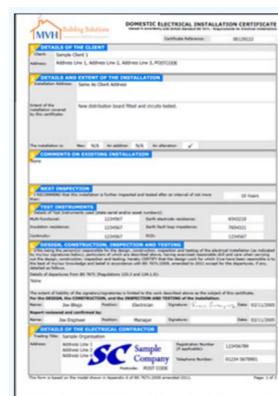


Figura 7.4: Certificado de inspeção

7.5.4 Inspeções em Países da União Europeia

A pesquisa feita sobre a legislação Europeia relativo às inspeções periódicas das instalações elétricas não foi exaustiva devido ao pouco tempo disponível para esse efeito. Porém, pode-se assegurar que a tendência é no sentido da obrigatoriedade de haver inspeções periódicas das instalações elétricas em locais profissionais e residenciais, especialmente em consequência da pressão da legislação das condições do trabalho.

Neste parágrafo referem-se os casos encontrados para servirem de exemplo mas recomenda-se em trabalho futuro o estudo exaustivo do que se passa noutros Países.

Em França encontramos as seguintes referências legais:

- 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.

Na Suíça encontramos as seguintes referências:

Desde 1 de Janeiro de 2002 que a lei sobre instalações elétricas de baixa tensão (ITTO) obriga a inspeção periódica das instalações.

No Reino Unido encontramos as seguintes referências:

De acordo com as exigências em Inglaterra, as instalações elétricas devem ser inspeccionadas e testados conforme indicado na tabela 7.4.

Tabela 7.2: Inspeção periódica das instalações elétricas - procedimentos

Tipo de utilização	Inspeção	Instalação elétrica executada e licenciada				
		Período (anos (*))	anterior a 1974	de 1974 a 1984	de 1985 a 1996	de 1997 a 2006
HABITAÇÃO						
Moradias	10	HIJL	BCFJL	BCFM	BCDF	ACD
Apartamentos	10	HIJL	BCFJL	BCFM	BCDF	ACD
EDIFÍCIOS COLETIVOS:						
Instalação coletivas + entradas	10	HIJL	BFJL	BFM	BDF	AD
Instalação Serviços Comuns	10	HIJL	BCFJL	BCFM	BCDF	ACD
SERVIÇOS:						
Escritórios	5	HIJL	BCFJL	BCFM	BCDF	ACD
Consultórios	5	HIJL	BCFJL	BCFM	BCDF	ACD
Cabeleireiros e similares	5	HIJL	BCFJL	BCFM	BCDF	ACD
Armazéns	8	HIJL	BCFJL	BCFM	BCDF	ACD
Ginásios	3	HIJL	BCFJL	BCFM	BCDF	ACD
COMERCIO:						
Lojas de comércio geral	5	HIJL	BCFJL	BCFM	BCDF	ACD
Estabelecimentos de Restauração	3	HIJL	BCFJL	BCFM	BCDF	ACD
Congelados e refrigerados	5	HIJL	BCFJL	BCFM	BCDF	ACD
Oficinas automóveis e similares	5	HIJL	BCFJL	BCFM	BCDF	ACD
Aparcamentos fechados	5	HIJL	BCFJL	BCFM	BCDF	ACD
INDUSTRIA:						
Pequenas industrias	5	HIJL	BCFJL	BCFM	BCDF	ACD
ATIVIDADE SOCIAL:						
Sedes de Associações e similares	10	HIJL	BCFJL	BCFM	BCDF	ACD
Salões de dança e similar	5	HIJL	BCFJL	BCFM	BCDF	ACD
Locais para mais do que 20 pessoas	10	HIJL	BCFJL	BCFM	BCDF	ACD
Locais desportivos	5	HIJL	BCFJL	BCFM	BCDF	ACD
Locais de convívio	5	HIJL	BCFJL	BCFM	BCDF	ACD
Creche - Infantario	5	HIJL	BCFJL	BCFM	BCDF	ACD
Residências de Idosos	5	HIJL	BCFJL	BCFM	BCDF	ACD
LOCAIS ESPECIAIS:						
Balneários	3	HIJL	BCFJL	BCFM	BCDF	ACD
Lavandarias	3	HIJL	BCFJL	BCFM	BCDF	ACD
Piscinas	3	HIJL	BCFJL	BCFM	BCDF	ACD
Locais de lavagem	3	HIJL	BCFJL	BCFM	BCDF	ACD
Inspeção obrigatória se:						
(*) Mudança de ocupante/contrato						
(*) Venda de imóvel						
(*) Aumento de potência contratada						

Tabela 7.3: Código de procedimentos de inspeção

Cod.	Procedimento
A	Verificação e Testes
B	Verificação e Medições elétricas
C	Verificação Sistema Proteção Pessoas
D	Verificação de desconformidades -> RTIEBT
F	Verificação de desconformidades -> RSIUEE
G	Verificação de desconformidades -> RSICEE
H	Avaliação Técnica/Económica -> Reabilitação
I	Instalar Sistema Proteção Pessoas
J	Instalar novo /renovar -> Quadro elétrico
L	Revisão de circuitos / materiais da instalação
M	Ponderar modernização da Instalação

Tabela 7.4: Periodicidade das inspeções às instalações elétricas no Reino Unido

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

7.6 Ligação à Rede Elétrica de Serviço Público (RESP)

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.

7.7 Constrangimentos Legais

7.7.1 Instalações que carecem de Técnico Responsável

Interpretando a legislação em vigor, recentemente publicada, só com boa vontade se assume a existência dos Técnicos Responsáveis de Instalações Elétricas pois com a publicação da Lei n.º 14/2015, de 16 de fevereiro e a revogação do Decreto Regulamentar n.º 31/83 de 18 de Abril e o Decreto-Lei n.º 229/2006 de 24 de Novembro, deixou de haver a definição das instalações elétricas que carecem de Técnico Responsável. No artigo 2 do Decreto Regulamentar n.º 31/83, a seguir citado, definia-se as instalações elétricas que careciam de Técnico Responsável

“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.”

Como se pode concluir, com a revogação da legislação atrás citada, e de acordo com a Lei vigente não há uma definição legal das instalações elétricas que obriguem à necessidade de Técnico Responsável.

O número 3 do Artigo 20º da Lei 14/2015 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”

Por outro lado o número 6 do Artigo 2º da Lei 14/2015 diz:

“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 respectivas 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."*

Em consequência da Lei 14/2015, há um vazio legal acerca dos Técnicos Responsáveis, pois não está legalmente definido quais são as instalações elétricas que carecem de Técnico Responsável. Urge solucionar este problema.

7.7.2 Engenheiro eletrotécnico sem especificação do ramo

Conforme se referiu em 7.4.1, a Lei n.º 14/2015, não diferencia os Engenheiros eletrotécnicos segundo o seu ramo de formação, como é feito para o caso dos Engenheiros Técnicos, permitindo ser Técnico Responsável um Engenheiro eletrotécnico sem a competência própria para essas funções. Recomenda-se que seja remetido para a Ordem a acreditação dos Técnicos Responsáveis.

7.7.3 Formação dos Técnicos Responsáveis

A Lei n.º 14/2015 prevê Entidades de Formação (EF) [12] para que os Eletricistas passem a ser Técnicos Responsáveis de Exploração de instalações elétricas. Para tal, a Lei remete para as (EF) essa tarefa de formação e define as condições dessa formação conforme Artigo 20º, 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, a Lei 14/2015, diz:

"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 quem são as Entidades de Formação (EF) referidas na Lei nem a sua capacidade e competência para virem a substituir as Unidades de Ensino Universitário e Politécnico. Assim é legítimo concluir que um curso numa Entidade de Formação é suficiente para se equiparar a um curso de engenharia. Não se entende, desta forma, a utilidade de um curso de engenharia numa Universidade ou Politécnico.

7.7.4 Conclusões

A parte mais importante das Instalações Elétricas são as Leis que as regulam. As Leis estão presentes em todas as fases da sua vida, quer na conceção, na execução e na exploração. Toda a evolução e melhorias que houver a fazer nas instalações elétricas passam obrigatoriamente pelas malhas da legislação.

A seguir enumeram-se alguns pontos de reflexão importantes:

- O quadro legislativo das Instalações Elétricas define completamente o estado de conservação e segurança destas;
- Uma Lei má tem consequências também más em todo o setor elétrico;
- A Regulamento de Segurança das Instalações Elétricas precisa de revisões;
- Há necessidade de rever o acesso e o exercício da atividade de Técnico Responsável;
- É necessário formação continua dos Técnicos Responsáveis;
- A Lei sobre o licenciamento das instalações elétricas necessita de revisão;
- A qualidade de serviço, eficiência e burocracia devem ser analisados;
- Os modelos de certificação, instalações e os Atores envolvidos necessitam de discussão construtiva.

7.8 Patologias, disfunções e ineficiências das Instalações

Além da CERTIEL a quem se deve muito pelas publicações técnicas disponíveis no seu site não há muita informação organizada e sistematizada sobre patologias das instalações elétricas. Esta lacuna foi preenchida pelo Engenheiro José Neves dos Santos, Professor na Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto (FEUP) [19], que reuniu uma lista muito completa sobre as patologias mais comuns das instalações elétricas de utilização com vista ao estudo futuro das respetivas soluções.

Nesta dissertação procura-se dar algumas sugestões muito simples para cada caso, conforme se pode ver na secção a seguir.

A figura 7.5 mostra canalizações elétricas antigas que ainda hoje existem em grande numero.

A figura 7.6 mostra um quadro elétrico antigo com fusíveis e base em pedra mármore.

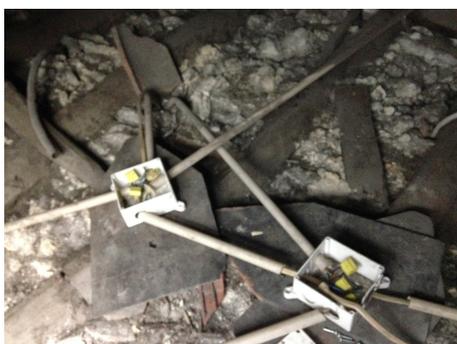


Figura 7.5: Instalação elétrica obsoleta



Figura 7.6: Quadro elétrico com fusíveis

7.8.1 Caracterização das patologias e disfunções. Soluções

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

- Ausência de quadros parciais: **solução** -> Criação de novos quadros
- Reduzido número de circuitos: **solução** -> Criação de novos circuitos
- Insuficiência de pontos de luz: **solução** -> Criação de novos pontos de luz
- Insuficiência de tomadas: **solução** -> Criação de novos circuitos de tomadas

Instalação (original) concebida segundo critérios desatualizados

- Dispositivo de corte geral (ace do distribuidor) dificilmente acessível: **solução** -> Alterar localização do ACE
- Dispositivo diferencial (na origem da instalação) inexistente ou de sensibilidade não adequada às condições de ligação à terra: **solução** -> Instalar Dispositivo Diferencial adequado
- Ausência de ligação à terra (inexistência de eletrodo de terra) / ligação à terra através de canalizações metálicas de outras instalações: **solução** -> Criação de Instalação de proteção de terra
- Ligação equipotencial principal não existente ou não abrangendo todas as massas da instalação ou mal concebida: **solução** -> Criar ligações novas
- Ausência de ligações equipotenciais suplementares (quartos de banho): **solução** -> Criar ligações novas
- Utilização de tubagens de diâmetro reduzido (canalizações embebidas): **solução** -> Novas tubagens
- Canalizações sem condutor de proteção distribuído: **solução** -> Adicionar condutor de proteção
- Canalizações de secção insuficiente (baixa): **solução** -> Nova canalização
- Condutor neutro único (à saída do qe) ou comum a vários circuitos: **solução** -> Adicionar condutor de neutro a todos os circuitos
- Materiais e equipamentos elétricos instalados em volumes de proteção interditos pelos critérios atuais (quartos de banho): **solução** -> Desativação desses equipamentos e instalação de novas soluções
- Utilização de tomadas sem alvéolos protegidos: **solução** -> Substituição das tomadas
- Utilização de tomadas sem contacto de terra: **solução** -> Substituição dos materiais
- Utilização de materiais e equipamentos proscritos: **solução** -> Substituição das tomadas
- Soluções de montagem interditas (face aos critérios atuais): **solução** -> Correção da montagem
- Anexos de instalações de habitações (prédios coletivos) alimentadas a partir da instalação coletiva: **solução** -> Criação de IE independente alimentada do QE da habitação correspondente

- Equipamentos de utilização das partes comuns (prédios coletivos) alimentados a partir de habitações: **solução** -> Criação de IE independente alimentada do QE da habitação correspondente
- Equipamentos de utilização das partes comuns (nomeadamente ascensores) não alimentados diretamente do quadro de colunas: **solução** -> Criação de alimentação independente a partir do QC

Instalação ampliada / intervencionada sem as devidas precauções

- Dispositivo diferencial (na origem da instalação) de sensibilidade não adequada às condições de ligação à terra: **solução** -> Substituição do Dispositivo Diferencial
- Troços de canalizações ampliadas com quebra de continuidade do condutor de proteção: **solução** -> Substituição do condutor de proteção
- Ligação equipotencial principal não abrangendo os elementos condutores de instalação posterior: **solução** -> Correção da ligação em falta
- Ligações equipotenciais suplementares (quartos de banho) não abrangendo os elementos condutores de instalação superior: **solução** -> Correção da ligação em falta
- Ligação à terra seccionada (caso de instalações independentes de instalações intervencionadas, mas partilhando o elétrodo de terra): **solução** -> Criação de instalação de terra independente
- Número exagerado de tomadas por circuito (extensão de circuitos de tomadas – realizada a partir de uma tomada pré-existente): **solução** -> Criação de mais circuitos independentes
- Realização de derivações de circuitos de tomadas para estabelecimento de troços de circuitos de iluminação: **solução** -> Criação de circuitos independentes para iluminação e tomadas
- Realização de derivações de circuitos de iluminação para estabelecimento de troços de circuitos de tomadas: **solução** -> Criação de circuitos independentes para iluminação e tomadas
- Utilização (em canalizações) de cores não autorizadas (condutores neutro e de proteção): **solução** -> Substituição por condutores com a cor correta
- Utilização indevida da coloração do condutor neutro no condutor de retorno (aparelhagem de comando da iluminação): **solução** -> Substituição por condutores com a cor correta
- Condutor neutro comum a vários circuitos (alimentação convertida de trifásico para monofásico): **solução** -> Correção das ligações
- Aparelhagem de comando (da iluminação) unipolar, ligada ao lado do condutor neutro: **solução** -> Correção das ligações
- Invólucros de equipamentos (canalizações / utilização / aparelhagem) não adequados às influências externas: **solução** -> Substituição do material não conforme

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

- Dispositivos de proteção avariados: **solução** -> Substituição do material com defeito
- Cabos ou condutores com isolamento fissurado: **solução** -> Substituição do material com defeito
- Ligações elétricas resistentes (corrosão) em circuitos de proteção / de terra: **solução** -> Substituição do material com defeito
- Aparelhagem terminal partida (invólucro) ou com fixação deficiente às caixas de aparelhagem: **solução** -> Substituição do material com defeito
- Tomadas com risco elevado de contacto direto por deposição de camadas de gordura / sujidade / humidade (cozinhas): **solução** -> Substituição por tomadas adequadas
- Excesso de fios pelo chão: **solução** -> Criação de circuitos fixos em paredes
- Demasiados aparelhos ligados à mesma tomada: **solução** -> Criação de tomadas suplementares

7.8.2 Caracterização das ineficiências. Soluções.

- Canalizações com apreciáveis perdas de energia (carga elevada e/ou elevados comprimentos e/ou baixas secções): **solução** -> Substituição por secção superior ou criação de novo circuito
- Ineficiência da instalação (de utilização) de iluminação (lâmpadas e/ou balastos obsoletos): **solução** -> Substituição dos componentes obsoletos
- Consumos desnecessários da instalação de iluminação (ausência de variadores de luz e/ou detetores de movimento e/ou de zonas de comando independentes): **solução** -> Alteração de circuito de comando e montagem de controlador de iluminação
- Circulação de energia reativa em excesso (circuitos de iluminação fluorescente com balastos magnéticos): **solução** -> Substituição por balastos eletrónicos
- Potência contratada superior à (de facto) utilizada / instalação (desnecessariamente) trifásica: **solução** -> Baixar a potência contratada e alteração para alimentação monofásico (max. 10,35KVA)
- Potência contratada superior à (de facto) utilizada / instalação e/ou equipamentos ineficiente (s) e/ou má gestão do diagrama de cargas: **solução** -> Redistribuir cargas pelas fases e utilização de equipamento de deslastragem das cargas prioritárias

7.8.3 Tipificação das intervenções para a melhoria do desempenho das instalações**Melhorias de desempenho das instalações**

- Circuitos de tomadas em maior número para melhor distribuição das cargas pelas fases

Circuitos de iluminação mais eficiente

- Reduzir as perdas num condutor elétrico em função do fator de potência
- Reduzir a energia elétrica e a energia reativa

- Substituir componentes de iluminação obsoletos

Comando da iluminação para uma utilização mais racional

- Dispositivos para comando automático da iluminação
- Detetor de movimento

Potência contratada adaptada ao consumo

Instalação alimentada em corrente trifásica Fazer uma boa distribuição da carga pelas fases

Instalação alimentada em corrente monofásica Aproveitamento total da potência contratada.

Potencia máxima admissível 10,35 KVA

Riscos associados a um corte extemporâneo do condutor neutro Reforço de ligação de neutro.

7.9 Trabalho futuro

7.9.1 Enquadramento legal das Instalações Eléctricas de Serviço Particular

A problemática do enquadramento legal das Instalações Eléctricas de Serviço Particular tem sido objeto ao longo do tempo de várias ações legislativas, algumas de carácter avulso, sendo por isso matéria de preocupação geral dos Engenheiros Eletrotécnicos. Uma legislação ineficiente é como uma máquina que não funciona. A legislação elétrica precisa urgentemente de consenso entre profissionais e entidades para reforço da credibilização e garantia da segurança dos utilizadores.



Figura 7.7: Carta de recomendações da Ordem dos Engenheiros

Nesta discussão construtiva, deve ter-se em conta os constrangimentos atuais que limitam a segurança das instalações elétricas, o papel dos Técnicos Responsáveis e das Empresas de instalação e Certificação[20]. No novo contexto, que se espera aconteça, o papel do Engenheiro será determinante para atingir estes objetivos dignificando-se, simultaneamente, o exercício da sua atividade profissional e o reforço da sua credibilização junto da sociedade civil.

A figura 7.7 mostra uma carta da Ordem dos Engenheiros, dirigida às Entidades públicas responsáveis por estas matérias, em 13 de Setembro de 2011, resumindo sugestões e recomendações importantes para alterações fundamentais na regulamentação elétrica.

7.9.2 Reabilitação Urbana e as Instalações Elétricas

A figura 7.8 refere-se a publicação sobre reabilitação urbana onde se tratam as situações da avaliação das instalações elétricas antigas.



Figura 7.8: Manual de Apoio ao projecto de Reabilitação de edifícios Antigos

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.

7.9.3 Patologias e soluções das Instalações Elétricas

As patologias das instalações elétricas foram identificadas e descritas na secção 7.8 com pormenor ficando para o trabalho futuro a sistematização das soluções mais adequadas que ajudem o trabalho dos Técnicos que delas necessitam.

7.9.4 Frequência das verificações das Instalações Elétricas

A frequência com que as Instalações Elétricas devem ser visitadas para verificação da segurança e conformidade legal deve assentar em métodos e critérios consistentes. Dentro de várias possibilidades sugere-se algumas formas de proceder, com base em:

- Histórico de casos semelhantes;
- Métodos estatísticos;
- Redes Neurais Artificiais. Ver secção 7.9.7.

Não é possível afirmar antecipadamente qual o melhor processo de identificar, num universo de 5 milhões, quais as instalações elétricas prioritárias a visitar, em cada ano, em função de critérios de segurança. As técnicas baseadas em algoritmos de inteligência artificial podem ser exploradas para descobrir as correlações e ajudar na assertividade inspetiva. Temos que racionalizar os recursos exigidos numa inspeção.

Qual dos casos a seguir exemplificados, deverá ser o primeiro a ser inspecionado?

Caso 1:

- Um restaurante muito movimentado, localizado numa região com temperatura e humidade média anual moderada, construído em 2008, versus outro restaurante junto ao mar, com pouco movimento e construído no mesmo ano.

Caso 2:

- Uma moradia de 1950, na Avenida da Boavista no Porto, habitada por duas Pessoas idosas, versus uma habitação de 2004, num bairro social, habitada por uma família com crianças.

7.9.5 Projeto Elétrico Tipo C «Quick e-Projet» [21]

Ao ser vivamente recomendado que todas as instalações tenham um projeto elétrico, é consequente, também, aqui deixar como pista de trabalho futuro uma recomendação que facilite, torne mais rápida e seja económica a tarefa.

O que se sugere é o desenvolvimento de uma ferramenta de software que permita realizar um projeto elétrico bem elaborado, simples e com interface intuitiva, destinado a pequenas instalações do tipo C.

Pretende-se reduzir tempo e eliminar as preocupações dos Técnico Responsável com os procedimentos rotineiros e na aplicação das Regras de Segurança.

Pretende-se, também, eliminar falhas, erros e omissões e ainda ajudar na organização dos processos de entrega ao cliente e as entidades. O software deverá ser normalizado e certificado pela DGEG. «Quick e-Projet» [21] pode ser uma em muitas designações possíveis para a identificação do software.

A partir de uma simples entrada de dados, o *software* deve permitir gerar, conforme os dados introduzidos e as normas de segurança vigentes, os seguintes documentos:

1. Memória descritiva e especificações técnicas;
2. Cálculos justificativos;
3. Estimativa de custos;
4. Peças desenhadas.

Deverá também:

- Desenhar os traçados das canalizações, quadros, esquemas e diagramas;
- Dispor de ligação internet aos fabricantes de materiais elétricos;

- Permitir a colaboração e partilha de dados entre 2 ou mais pessoas;
- Gerar, imprimir e submeter por Internet, o processo para licenciamento;
- Gerar, imprimir e submeter por Internet, o processo para execução;
- Gerir os arquivos numa *Cloud*

Indica-se a seguir dois exemplos de software que podem servir como referências de desenvolvimento do «*Quick e-Projet*» [21]:

- VisualPUC da empresa EFACEC para elaboração de Projetos de Postos de Transformação tipo [22];
- Dialux para estudos e projetos de luminotecnia [23].

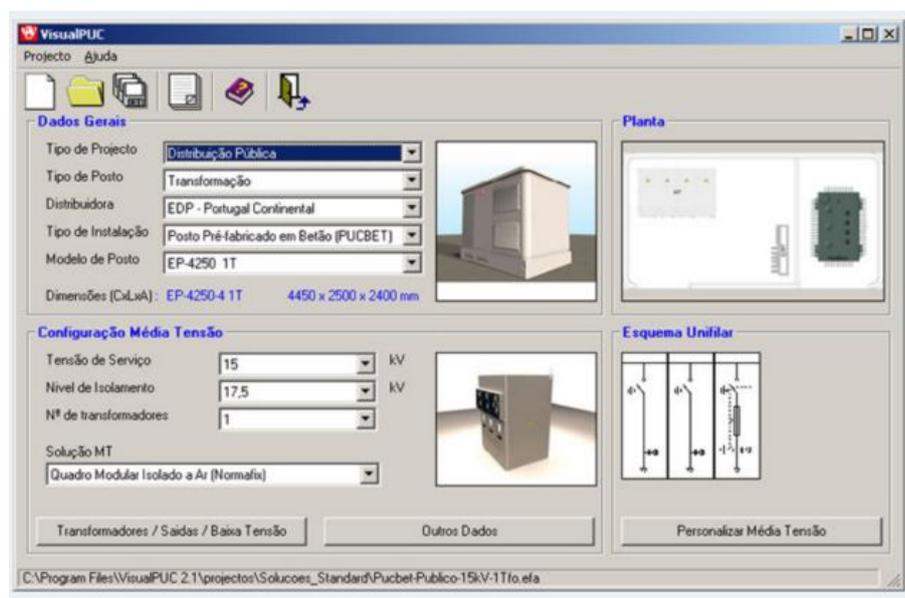


Figura 7.9: VisualPUC da EFACEC. Um bom exemplo de software.

7.9.6 Os Projetos elétricos e o software Building Information Modeling (BIM)

As ferramentas de conceção de projetos elétricos tiveram uma evolução natural ao longo dos anos compatibilizando-se com as ferramentas usadas pelos Arquitetos e desde há muito estabilizado em software tipo CAD (Computer Aided Design). Com a sociedade cada vez mais de informação, aumenta a pressão para a utilização de novas ferramentas de trabalho e processos de agir. Assim, surge o BIM (Building Information Modeling), como nova geração de software para projeto que integra informação dinâmica e algoritmos inteligentes de simulação e ajuda à decisão. A figura 7.10 mostra uma imagem de simulação de um edifício com o software BIM.



Figura 7.10: Visualização dinâmica de um projeto com Software BIM

Os projetos realizados em BIM serão cada vez mais a realidade futura pela importância que tem na gestão de informação relativa aos edifícios projetados e ao registo informático que possibilita para trabalho futuro nas operações de gestão técnica, manutenção e controlo de custos.

A figura 7.11 mostra o ambiente do software BIM.

A União Europeia estuda diretivas de implementação do sistema BIM que virão a ser transpostas para os Países membros. Cita-se o caso de Inglaterra onde é obrigatória a utilização de software BIM para a elaboração de projetos. Em Portugal sem a obrigatoriedade de projeto para as instalações elétricas mais numerosas do tipo C, o impacto das transposições não será grande mas em todo o caso é de salientar a importância na atualização de competências dos Eletrotécnicos que pretendem estar aptos no futuro próximo.

7.9.7 Redes Neurais Artificiais (RNA) e Manutenção elétrica

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

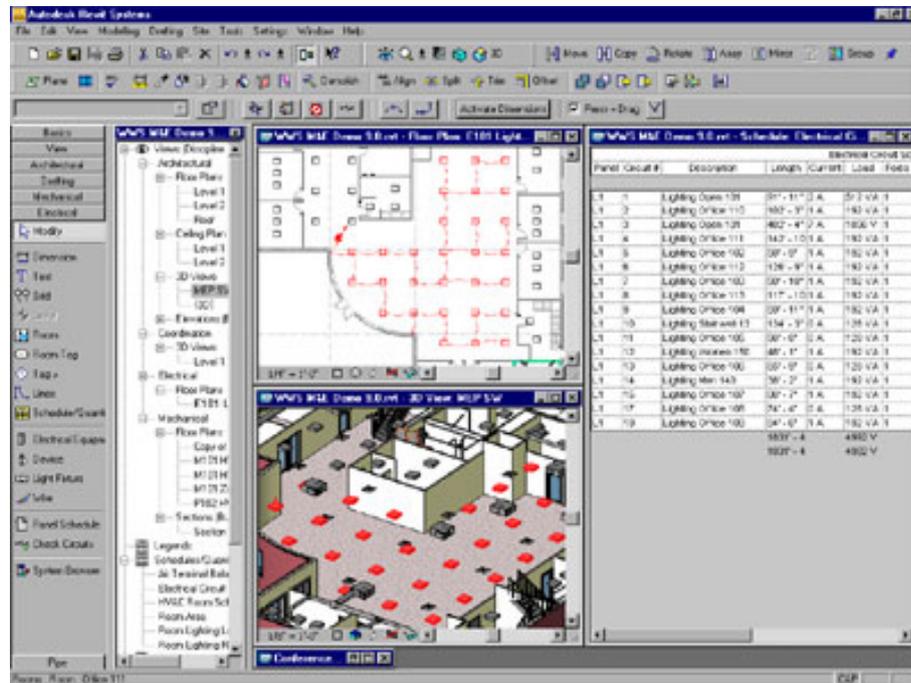


Figura 7.11: Interface do software de Projeto BIM

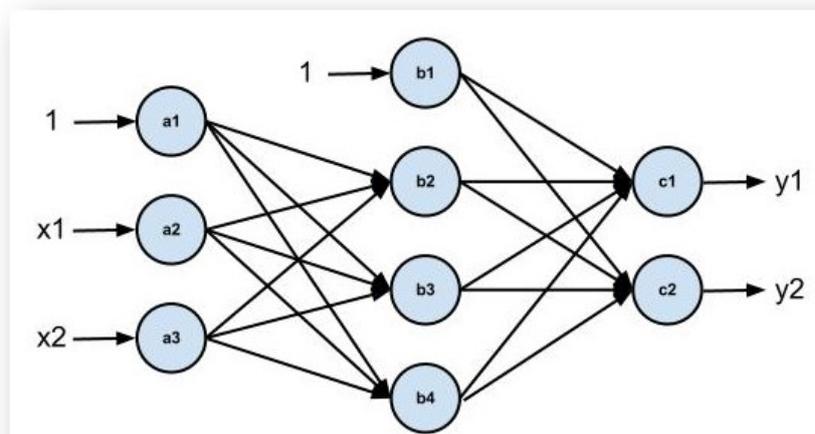


Figura 7.12: Modelo de uma Rede de Neurônios Artificiais

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, “Portaria n.º 949-A/2006 de 11 de Setembro - RTIEBT,” 2006.
- [4] G. Português, “Decreto Regulamentar n.º 31/83 de 18 de Abril,” 1983.
- [5] G. Português, “Decreto-Lei n.º 517/80. D.R. n.º 253, de 31 de Outubro,” 1980.
- [6] G. Português, “Decreto-Lei n.º 226/2005, de 28 de Dezembro,” 2005.
- [7] Professor Doutor José Rui da Rocha Pinto Ferreira, “Publicação didática sobre Instalações Elétricas de apoio às aulas na Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto.”
- [8] 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.
- [9] KNX Association cvba, “Associação KNX - Protocolo STANDARD aberto para a gestão de edifícios residenciais e de escritórios.”
- [10] G. Português, “Decreto-Lei n.º 229/2006 de 24 de Novembro.”
- [11] DGEG, “Direção-Geral de Energia e Geologia.”
- [12] G. Português, “Lei n.º 14/2015 de 16 de fevereiro,” 2012.
- [13] “IEC 60479-1-1994,” 1994.
- [14] IEEE, “IEEE Guide for Safety,” 2000.
- [15] G. Português, “Decreto-Lei n.º 101/2007 de 2 de Abril,” 2007.
- [16] 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.
- [17] Engenheiro António Augusto Araújo Gomes, “Recomendações legislativa,” 2015.

- [18] Tysoft, “Software para apoio nas inspeções das instalações elétricas <http://www.tysoft.co.uk/easycert.htm>.”
- [19] Professor Doutor José Eduardo Roque Neves dos Santos, “Patologias, disfunções e ineficiências em habitações antigas,” 2016.
- [20] F. d. I. F. Sanchez and O. dos Engenheiros, “Ordem dos Engenheiros - Instalações Eléctricas de Serviço Particular - Recomendações legislativas,” 2011.
- [21] M. Almeida, “Marca de Software «Quick e-Projet».”
- [22] EFACEC, “Software VisualPUC para Projeto de Postos de Transformação..”
- [23] DIAL, “DIALUX software para Luminotecnia.”