

# **Direção de Obras na Área das Instalações Elétricas de Edificações: Desafios e Boas Práticas**

**Bruno Olavo Pinheiro Marinho**

Trabalho realizado sob a orientação de:

**Professor Orlando Soares**



# **Direção de Obras na Área das Instalações Elétricas de Edificações: Desafios e Boas Práticas**

**Relatório da Unidade Curricular de Dissertação, Trabalho de Projeto, Estágio  
Mestrado em Engenharia Eletrotécnica e de Computadores  
Escola Superior de Tecnologia e Gestão de Bragança**

**Bruno Olavo Pinheiro Marinho**

**2025**



# Dedicatória

Dedico este trabalho, em primeiro lugar, aos meus pais, pelo amor incondicional, pelo exemplo de esforço e pela confiança que sempre depositaram em mim. Sem o vosso apoio e sacrifício, nada disto teria sido possível.

À minha irmã, pela amizade, companheirismo e pelas palavras de encorajamento nos momentos mais desafiantes.

À minha avó, pelo carinho, sabedoria e força que sempre me transmitiu. És e serás sempre uma inspiração na minha vida.

E, por fim, à minha namorada, por estares sempre ao meu lado, pela compreensão, incentivo e por acreditares em mim em todos os momentos. Obrigado por seres parte desta caminhada.



# Agradecimentos

Com a elaboração deste relatório e o término desta etapa, não poderia deixar de expressar o meu agradecimento ao Instituto Politécnico de Bragança e a todos os professores que contribuíram para a minha formação, ajudando-me a crescer pessoal e profissionalmente, e a ultrapassar todas as dificuldades encontradas ao longo do percurso.

Quero agradecer, em especial, ao Professor Doutor Orlando Soares, meu orientador, por ter aceite orientar-me ao longo destes meses. Demonstrou sempre disponibilidade para me ajudar e apoiar em todas as dificuldades que enfrentei.

Agradeço também à empresa Bragalux, S.A., e aos colegas do Departamento de Edificações, por me terem acolhido durante este estágio. Um agradecimento particular ao Engenheiro Isidro Vilaça, pela orientação prestada; ao Engenheiro Jorge Correia, pelo acolhimento; e ao Engenheiro Carlos Vieira, pela sua disposição e paciência inigualáveis.

Quero agradecer também aos meus amigos por todo o apoio e companhia. Em especial, deixo um agradecimento ao David Valente e à Francisca Teixeira, sem os quais nada disto teria sido possível.

Por fim, e de forma a eternizar este momento, muito obrigado a todos.



# Resumo

As infraestruturas desempenham um papel essencial no desenvolvimento económico e na qualidade de vida das populações. O crescimento do investimento global neste setor tem conduzido a um aumento significativo do número de projetos e empreendimentos, exigindo técnicos e entidades responsáveis capazes de assegurar a sua conceção, execução e fiscalização. Neste contexto, a direção de obra assume-se como uma função central, garantindo a articulação entre os aspetos técnicos e práticos da construção.

O presente relatório resulta do estágio curricular realizado na empresa Bragalux, S.A., no âmbito da obtenção do grau de Mestre em Engenharia Eletrotécnica e de Computadores. O estágio foi desenvolvido no departamento de Edificações, na especialidade de instalações elétricas, acompanhando de forma direta as funções e responsabilidades inerentes à direção de obra.

Ao longo do relatório são explorados os regulamentos e legislações que regem tanto as edificações como as instalações elétricas, bem como as principais entidades envolvidas no processo de conceção e execução em Portugal. Para além disso, descrevem-se as diferentes atividades desempenhadas no âmbito da direção de obra, ilustradas com casos práticos e acompanhadas de considerações finais e boas práticas, consolidando o conhecimento adquirido. O trabalho evidencia ainda a relevância do acompanhamento contínuo da obra como ponte entre os aspetos técnicos e a realidade prática da execução, assegurando que os trabalhos decorrem em conformidade com os requisitos regulamentares, contratuais e de planeamento.

**Palavras-chave:** Edificações, Direção de Obra, Instalações Elétricas.



# Abstract

Infrastructure plays a crucial role in economic development and in the quality of life of populations. The growth of global investment in this sector has led to a significant increase in the number of projects and developments, requiring skilled professionals and responsible entities capable of ensuring their design, execution, and supervision. In this context, site management assumes a central role, guaranteeing the coordination between the technical and practical aspects of construction.

This report results from the curricular internship carried out at the company Bragalux, S.A., within the scope of obtaining a Master's degree in Electrical and Computer Engineering. The internship was developed in the Buildings Department, specializing in electrical installations, directly accompanying the functions and responsibilities inherent to site management.

Throughout the report, the regulations and legislation governing both buildings and electrical installations are examined, as well as the main entities involved in the design and execution process in Portugal. In addition, the different activities performed in the context of site management are described, illustrated with practical cases and complemented by final considerations and best practices, consolidating the knowledge acquired. The work also highlights the relevance of continuous monitoring of the construction process as a bridge between technical aspects and the practical reality of execution, ensuring that the work proceeds in accordance with regulatory, contractual, and planning requirements.

**Keywords:** Buildings, Construction Management, Electrical Installations.



# Conteúdo

<b>1</b>	<b>Introdução</b>	<b>1</b>
1.1	Infraestruturas e Obras de Construção . . . . .	1
1.2	Bragalux, S.A. . . . .	3
1.3	Estágio . . . . .	5
1.4	Objetivos . . . . .	6
1.5	Organização do Relatório . . . . .	7
<b>2</b>	<b>Enquadramento Técnico</b>	<b>9</b>
2.1	Conceitos Fundamentais . . . . .	9
2.1.1	Enquadramento Jurídico das Operações Urbanísticas e das Edificações em Portugal . . . . .	9
2.1.2	Tipos de construção e Agentes Intervenientes . . . . .	11
2.1.3	Especialidades da construção . . . . .	13
2.1.4	Desafios atuais no setor . . . . .	14
2.2	Especialidade de instalações elétricas . . . . .	16
2.2.1	Enquadramento Legal . . . . .	16
2.2.2	Constituição dos projetos . . . . .	18
2.3	Entidades . . . . .	19
2.4	Fiscalização e Segurança . . . . .	22
2.4.1	Fiscalização de obra . . . . .	22
2.4.2	Segurança em obra . . . . .	23
2.5	Materiais e componentes de Instalações elétricas . . . . .	23
2.5.1	Cabos e condutores elétricos . . . . .	23
2.5.2	Tubagens . . . . .	26
2.5.3	Calhas e caminhos de cabos . . . . .	27
2.5.4	Quadros elétricos . . . . .	29

2.5.5	Dispositivos de proteção . . . . .	30
2.5.6	Sistemas de aparelhagem elétrica . . . . .	33
<b>3</b>	<b>Funções de Direção de obra em pré execução</b>	<b>37</b>
3.1	Análise de projetos e medições dos mapas de quantidades . . . . .	37
3.1.1	Caso prático - Análise de projetos . . . . .	38
3.1.2	Caso prático - medições dos mapas de quantidades . . . . .	41
3.1.3	Considerações finais e boas práticas . . . . .	43
3.2	Análise de orçamento e pedidos de cotação . . . . .	44
3.2.1	Caso prático - Análise de orçamentos . . . . .	44
3.2.2	Caso prático - Pedidos de cotação e análise de propostas . . . . .	47
3.2.3	Caso prático - Elaboração de mapas comparativos . . . . .	48
3.2.4	Caso prático - Pedidos de Material . . . . .	49
3.2.5	Considerações finais e boas práticas . . . . .	50
3.3	Boletim de aprovação de materiais e equipamentos . . . . .	51
3.3.1	Caso prático - Boletim de aprovação de materiais e equipamentos . . . . .	52
3.3.2	Caso prático - Mapa comparativo de material . . . . .	53
3.3.3	Considerações finais e boas práticas . . . . .	54
3.4	Pedidos de esclarecimento . . . . .	55
3.4.1	Caso prático - Pedido de Esclarecimento . . . . .	55
3.4.2	Considerações finais e boas práticas . . . . .	56
3.5	Planeamento e preparações de obra . . . . .	57
3.5.1	Caso prático - Preparações de obra . . . . .	59
3.5.2	Caso prático - Planeamentos de obra . . . . .	60
3.5.3	Considerações finais e boas práticas . . . . .	61
3.6	Trabalhos a mais/menos e Autos de medição . . . . .	62
3.6.1	Caso prático - Trabalhos a mais . . . . .	62
3.6.2	Caso prático - Trabalhos a menos . . . . .	64
3.6.3	Caso prático - Autos de Medição . . . . .	65
3.6.4	Considerações finais e boas práticas . . . . .	66
<b>4</b>	<b>Funções de Direção de obra em execução</b>	<b>67</b>
4.1	Acompanhamento de obra . . . . .	67
4.1.1	Caso prático - Execução de rede de terras . . . . .	68

4.1.2	Caso prático - Montagem de caminho de cabos . . . . .	71
4.1.3	Considerações finais e boas práticas . . . . .	74
4.2	Reuniões de obra . . . . .	75
4.2.1	Caso prático - Reunião de obra . . . . .	75
4.2.2	Considerações finais e boas práticas . . . . .	76
4.3	Relatórios de obra . . . . .	77
4.3.1	Caso prático - Relatórios de obra . . . . .	77
4.3.2	Considerações finais e boas práticas . . . . .	79
4.4	Atuações e Manutenções . . . . .	80
4.4.1	Caso prático - Atuações . . . . .	81
4.4.2	Caso prático - Manutenções . . . . .	84
4.4.3	Considerações finais e boas práticas . . . . .	86
4.5	Ensaio das instalações . . . . .	87
4.5.1	Caso prático - Ensaio de instalações . . . . .	88
4.5.2	Considerações finais e boas práticas . . . . .	89
<b>5</b>	<b>Conclusão</b>	<b>91</b>



# Lista de Tabelas

3.1	Tabela de especificações dos condutores[Autoria própria]	40
-----	--	----



# Lista de Figuras

2.1	Esquema representativo das entidades intervenientes por níveis.[Autoria Própria]	21
2.2	Exemplos de tipos de cabos de conectividade [47] [48] [49]. . . . .	24
2.3	Exemplos de tipos de cabos especiais [50]. . . . .	25
2.4	Exemplos de tipos de cabos de energia [52] [53] [47]. . . . .	25
2.5	Tubo anelado LH [55]. . . . .	26
2.6	Tubo VD LH [55]. . . . .	27
2.7	Tubo aço galvanizado [58]. . . . .	27
2.8	Calha técnica [60]. . . . .	28
2.9	Caminho de cabos em varão [61]. . . . .	29
2.10	Painel de distribuição [64]. . . . .	30
2.11	Disjuntor termomagnético [67] . . . . .	31
2.12	Interruptor de caixa moldada [67]. . . . .	32
2.13	Porta-fusíveis [72]. . . . .	32
2.14	Contactador [74]. . . . .	33
2.15	Bloco diferencial [76]. . . . .	33
2.16	Caixa de derivação resistente ao fogo [80]. . . . .	34
2.17	Tomada trifásica [85]. . . . .	35
3.1	Exemplo de tipologia e caminho de cabos. . . . .	38
3.2	Problema dos caminho de cabos (adaptado). . . . .	39
3.3	Desenho do projeto de iluminação . . . . .	41
3.4	Mapa de quantidades(adaptado) . . . . .	42
3.5	Mapa de medição de quantidades (adaptado) . . . . .	42
3.6	Mapa de orçamento (simulado). . . . .	45
3.7	Exemplo de orçamento (simulado). . . . .	46
3.8	Excerto de proposta de fornecimento (adaptado). . . . .	47

3.9	Exemplo mapa comparativo (simulado). . . . .	48
3.10	Pedido de material (simulado). . . . .	49
3.11	Exemplo de uma ficha de aprovação de material e equipamentos (adaptado). . . . .	52
3.12	Exemplo mapa comparativo de materiais (adaptado). . . . .	53
3.13	Exemplo elementos de PE (adaptado). . . . .	56
3.14	Excerto de projeto inicial. . . . .	59
3.15	Exemplo preparação e compatibilização de especialidades. . . . .	60
3.16	Diagrama de Gantt de plano de trabalho. . . . .	61
3.17	Orçamento trabalho a mais (simulado). . . . .	63
3.18	Orçamento trabalho a menos (adaptado). . . . .	64
3.19	Auto de medição (simulado). . . . .	65
4.1	Excerto do desenho de rede de terras. . . . .	69
4.2	Medição da resistência de aterramento [Autoria Própria]. . . . .	69
4.3	Enterramento de elétrodo de terra [Autoria Própria]. . . . .	70
4.4	Medição da resistência de aterramento final [Autoria Própria]. . . . .	70
4.5	Desenho de caminho de cabos. . . . .	71
4.6	Montagem de caminho de cabos [Autoria Própria]. . . . .	72
4.7	Caminho de cabos após a passagem de cabos [Autoria Própria]. . . . .	73
4.8	Ata de reunião (adaptado). . . . .	76
4.9	Excerto de relatório de obra. . . . .	78
4.10	Excerto de conclusões de relatório de obra. . . . .	79
4.11	Excerto preparação atuação. . . . .	81
4.12	Unidades interiores de climatização [Autoria própria]. . . . .	82
4.13	Unidades exteriores de climatização [Autoria própria]. . . . .	83
4.14	Blocos diferenciais e disjuntores instalados [Autoria própria]. . . . .	83
4.15	Registo fotográfico pré manutenção [Autoria própria]. . . . .	85
4.16	Registo fotográfico pós manutenção [Autoria própria]. . . . .	86
4.17	Excerto de ficha de ensaios. . . . .	89

# Acrónimos e Siglas

**ACER** Agência de Cooperação dos Reguladores da Energia.

**ADENE** Agência para a Energia.

**APCER** Associação Portuguesa de Certificação.

**AVAC** Aquecimento, Ventilação e Ar Condicionado.

**BAME** Boletim de Aprovação de Materiais e Equipamentos.

**BIM** Building Information Modeling.

**BT** Baixa Tensão.

**CCTV** Closed-Circuit Television.

**CEER** *Council of European Energy Regulators.*

**CENELEC** Comité Europeu de Normalização Eletrotécnica.

**DGEG** Direção Geral de Energia e Geologia.

**DL** Decreto-Lei.

**EIIEI** Lista de Entidades Inspetoras de Instalações Elétricas.

**EPI** Equipamentos de Proteção Individual.

**FAME** Fichas de Aprovação de Materiais e Equipamentos.

**GTC** Gestão Técnica Centralizada.

**IEC** *International Electrotechnical Commission.*

**IEEE** *Institute of Electrical and Electronics Engineers.*

**IPQ** Instituto Português da Qualidade.

**ISO** *International Organization for Standardization.*

**MCM** Mapas Comparativos de Materiais.

**MT** Média Tensão.

**PAM** Pedidos de Aprovação de Materiais.

**PE** Pedidos de Esclarecimento.

**PIA** Pedido de Informação Adicional.

**PRR** Plano de Recuperação e Resiliência.

**REN** Redes Energéticas Nacionais.

**RFI** *Requests For Information.*

**RGEU** Regulamento Geral das Edificações Urbanas.

**RJUE** Regime Jurídico da Urbanização e Edificação.

**RTIEBT** Regras Técnicas das Instalações Eléctricas de Baixa Tensão.

**SCE** Sistema de Certificação Energética dos Edifícios.

**TQ** *Technical Query.*

# Capítulo 1.

## Introdução

O presente capítulo tem como objetivo apresentar o tema da dissertação com foco no estágio realizado na empresa Bragalux, S.A.. Será abordada a relevância atual das infraestruturas e obras, quer a nível global quer a nível nacional. Do mesmo modo será feita uma breve apresentação da empresa, as atividades realizadas durante o estágio, os seus objetivos e como será organizada a presente dissertação.

A presente dissertação inclui informações de carácter reservado que, por motivos de proteção e privacidade de dados, foram devidamente adaptadas, simuladas ou modificadas.

### 1.1. Infraestruturas e Obras de Construção

As infraestruturas desempenham um papel fundamental no correto funcionamento das economias e na qualidade de vida da população. Como tal, o investimento global nesta área tem crescido bastante, o que se traduz num maior número de projetos e em empreendimentos de larga escala. Segundo o *Global Infrastructure Outlook* do G20, até 2040, estarão investidos cerca de 94 bilhões de dólares em infraestruturas de forma a responder às necessidades mundiais impulsionadas pelo aumento demográfico, pela urbanização e pelas alterações climáticas [1].

Em Portugal, esta evolução tem sido uma prioridade ao longo das últimas décadas. Tal foi sustentado com recurso a fundos comunitários o que impulsionou à transformação deste setor em território nacional com melhorias em redes rodoviárias, ferroviárias, no abastecimento de águas, saneamento básico, educação e também na saúde.

Atualmente, o Plano de Recuperação e Resiliência (PRR) surge como um forte incentivo para modernizar as infraestruturas do país, com verbas alocadas para mobilidade sustentável, transição energética, modernização digital e recuperação das cidades. Com um orçamento total de 16,6 bilhões de euros, o PRR procura promover a economia, abalada pela COVID-19, e ainda

gerar uma mudança profunda com impactos a longo prazo.

Obras de infraestrutura impulsionam, de forma significativa, o desenvolvimento do PIB, criando novas vagas de trabalho. De acordo com o Banco Mundial, investir 1% em infraestruturas pode elevar o PIB até 1,1% num horizonte temporal de 5 anos. Do ponto de vista social, estas ações são cruciais para atenuar disparidades regionais, assegurar o acesso a serviços básicos e promover a integração social [2].

Para assegurar que cada projeto siga a legislação, atenda à qualidade desejada e cumpra os objetivos definidos, é fundamental o acompanhamento do processo de execução das obras com a direção de obra que acompanham o projeto, controlam custos e coordenam as equipas e materiais.

Entre as especialidades presentes numa obra, a eletricidade assume um dos papéis fundamentais tendo constituído o principal objeto de estudo ao longo do estágio. O aumento da complexidade das instalações elétricas que, atualmente, abrangem desde redes de comunicação até sistemas de alarme e carregadores para veículos elétricos e ainda painéis fotovoltaicos torna esta especialidade cada vez mais relevante no funcionamento e execução dos edifícios e infraestruturas. Fatores como o conforto, a segurança dos seus utilizadores e a eficiência operacional dos sistemas técnicos promovem a necessidade de soluções de projeto e execução cada vez mais rigorosas, capazes de responder às exigências normativas e às expectativas dos utilizadores.

Neste contexto, o Decreto-Lei (DL) n.º 15/2022, de 14 de janeiro, que estabelece as regras aplicáveis ao planeamento, produção, transporte, distribuição e comercialização de energia elétrica, garante que o Sistema Elétrico Nacional opere de forma eficiente, integrando-se com outros setores como energias renováveis, transição energética e ainda a segurança, quer do seu abastecimento, quer dos respetivos consumidores. Como tal, a energia torna-se uma especialidade estratégica e crucial para a conceção de infraestruturas modernas e para a sustentabilidade ambiental [3].

Torna-se, então, fundamental investigar a evolução, o planeamento e as consequências das obras de infraestrutura, tanto a nível nacional quanto a nível global.

## 1.2. Bragalux, S.A.

A Bragalux, S.A. foi fundada em 1980 com a designação de Rodrigues & Vieira, Lda. Passados 6 anos deu início à sua atuação no setor da eletrificação rural para remodelação e execução de infraestruturas elétricas públicas e privadas com os seus primeiros contratos anuais em serviços e empresas públicas e ainda a execução das suas primeiras redes de distribuição de energia elétrica aéreas e subterrâneas. No ano seguinte a empresa passou a denominar-se Bragalux, S.A. – Montagens Elétricas, Lda., iniciando a sua atuação nos centros de distribuição de Guimarães, Penafiel, Maia, Matosinhos, S. João da Madeira, Vila Real, Viana do Castelo para além dos de Bragança, Aveiro e Porto com a construção e manutenção de postos de transformação em Baixa Tensão (BT) e Média Tensão (MT), chegadas aéreas e subterrâneas de BT, contagem em BT, iluminação pública, teleserviços e ainda desenvolvimento de obras em setores privados e públicos. Já em 1990 foi inaugurado um estaleiro e instalações oficiais em Braga e ainda dois armazéns de apoio no Porto e em Mirandela. Em 1997 foi implementado o Sistema de Garantia da Qualidade tendo em vista a Certificação da Empresa com base na norma NP EN ISO 9002:1995. Nos anos seguintes deu-se a evolução da distribuição nas áreas operacionais para, por exemplo, Bragança, Maia, Aveiro, Maia, Santa Maria da Feira e Aveiro. A partir de 2016, a empresa começou a prestar serviços em Aquecimento, Ventilação e Ar Condicionado (AVAC) e hidráulica, obtendo, em 2021, a sua certificação INOVADORA COTEC'21, destacando-se como empresa nacional com elevados padrões de solidez financeira, inovação e desempenho económico [4].

A empresa apresenta como missão, visão e valores: a Inovação, Solidez, *Know-How* e o Compromisso, refletindo-se, assim, num trabalho dinâmico, adaptado à evolução do mercado, à consistência e segurança, fatores que garantem o sucesso da Bragalux, S.A., ao, constante, aperfeiçoamento técnico demonstrado pelas equipas e ainda o foco no cliente e o investimento em meios técnicos e humanos para o desenvolvimento saudável dos colaboradores.

A Bragalux, S.A. possui um volume de faturação de 73 milhões de euros e conta com mais de 700 colaboradores. Pertence também ao grupo Três60 que dispõe também de 25 empresas a atuar em 6 países e ainda cerca de 170.000 horas de formação. Destacam-se, ainda, projetos como a Unidade Sénior São Domingos de Rana, em Cascais, com a execução de trabalhos em instalações elétricas e telecomunicações (rede elétrica, rede de telecomunicações, rede de segurança, grupo gerador e posto de transformação), AVAC (climatização, ventilação, desenfumagem e solar) e instalações hidráulicas (rede de abastecimento, rede de esgoto, rede pluvial, rede de incêndio e

rede de rega). Outras obras de relevo incluem a Martinhal *Residences*, em Lisboa, arquitetura contemporânea com jardins suspensos sobre o Tejo, com a execução de trabalhos em instalações elétricas e telecomunicações (rede elétrica, rede de telecomunicações, rede de segurança, grupo gerador e posto de transformação) e instalações hidráulicas (rede de abastecimento, rede de esgoto, rede pluvial, rede de incêndio e rede de rega) e ainda a 266 Liberdade, também localizada em Lisboa, edifício sede do jornal Diário de Notícias convertido em residencial com a execução de trabalhos em instalações elétricas (rede elétrica, rede de telecomunicações, rede de segurança, domótica e grupo gerador).

Ao longo dos anos, estabeleceu parcerias estratégicas nomeadamente com a Iberdrola, Mont-Engil, Goldenergy, HCI Construções, Grupo SANJOSE, GARCIA GARCIA - DESIGN & BUILD, EDP, CAT, E-Redes, Ferreira Build Power, Grupo ABB, Grupo ACA, Alves Ribeiro Construção, ABB Portugal, Teixeira Duarte, Schneider Electric Portugal, Schréder, Siemens, Hager, JUNG, Gabriel Couto e Sacyr Infraestruturas, assegurando a resposta à elaboração de projetos de elevada complexidade e ajustados aos critérios de cada cliente.

### 1.3. Estágio

Como resultado do Mestrado de Engenharia Eletrotécnica e de Computadores, foi possível obter contacto com diversas áreas de estudo, cada uma com objetivos e finalidades distintas. Contudo o interesse e curiosidade pela área da distribuição elétrica destacou-se às demais áreas. Considerando a experiência profissional adquirida anteriormente, crucial para a entrada no mercado de trabalho, surgiu como opção a realização de um estágio de forma a consolidar essas competências. A Bragalux, S.A., sendo uma empresa de renome no setor das instalações elétricas, tornou-se uma opção viável para a integração.

O estágio que sustenta a presente dissertação foi desenvolvido no departamento de Produção da Bragalux, S.A., mais especificamente no departamento de Edificações. O departamento de Edificações especializa-se nas instalações elétricas, rede hidráulicas, sistemas de climatização (AVAC) e rede de gás para infraestruturas de utilização e industrial, tais como apartamentos, Hospitais, hotéis, superfícies comerciais, parques de estacionamento, escolas entre outros tipos de edifícios.

Este departamento é composto por um Cordenador de departamento, diretores de obra, diretores de obra adjuntos e preparadores e ainda por Encarregados, chefes de equipa, oficiais e ajudantes das varias áreas de instalações.

No decorrer do estágio foram desempenhadas funções de diretor de obra adjunto na área das instalações elétricas, com foco, sobretudo, na execução de obra. Isto permitiu o contacto direto com a obra sendo possível assumir diversas atividades associadas ao seu acompanhamento.

## 1.4. Objetivos

O presente relatório de estágio centra-se na especialidade de instalações elétricas em infra-estruturas de utilização e industriais, bem como nos regulamentos e entidades que regem a sua execução. O foco principal recai sobre as funções de direção de obra desempenhadas durante o estágio, destacando-se as seguintes:

- Análise de orçamentos e projetos;
- Criação de boletins de aprovação de materiais e equipamentos;
- Elaboração de Pedidos de esclarecimento;
- Organização e planeamento de obra;
- Execução de autos de medição;
- Orçamento de trabalhos a mais/menos;
- Elaboração de relatórios de obra;
- Acompanhamento contínuo da execução de obra;
- Desenvolvimento de competências técnicas na área da gestão e execução de obras.
- Gestão de cliente e equipas de execução.

Ao longo do relatório serão apresentados casos práticos, acompanhados de considerações finais e boas práticas, resultantes da experiência adquirida durante o estágio, com o objetivo de realizar uma síntese crítica das funções desempenhadas e dos conhecimentos consolidados.

## 1.5. Organização do Relatório

O presente relatório encontra-se estruturado em cinco capítulos, cada um com o objetivo de abordar um tema específico.

No Capítulo 1, apresenta-se a introdução, onde é feita uma breve contextualização, é descrita a empresa Bragalux, S.A. e o estágio realizado, são definidos os objetivos do estágio e da elaboração deste relatório e, por fim, explica-se a estrutura do documento.

O Capítulo 2 corresponde ao enquadramento técnico, no qual são definidos conceitos fundamentais sobre os processos de construção em Portugal, de acordo com a legislação aplicável. Neste capítulo, é ainda abordado a especialidade das instalações elétricas, principal foco do estágio, bem como as entidades que regulam estas instalações, as funções da fiscalização, a segurança em obra e, por último, os principais materiais utilizados nas instalações elétricas.

No Capítulo 3, são apresentadas e desenvolvidas as principais atividades da direção de obra em contexto de pré obra. São analisados casos práticos, a sua elaboração, bem como as respetivas considerações finais e boas práticas.

O Capítulo 4 aborda as atividades da direção de obra realizadas em contexto de obra. Tal como no capítulo anterior, são analisados casos práticos de acompanhamento de obras, apresentando-se igualmente as considerações finais e boas práticas identificadas.

Por fim, no Capítulo 5, são expostas as conclusões finais do relatório.



## Capítulo 2.

# Enquadramento Técnico

Neste capítulo pretende-se enquadrar o leitor do regime jurídico e normativo aplicável às edificações em Portugal bem como o tipo de construções e entidades intervenientes em obra de forma a contextualizar o quadro legal, técnico e organizacional que sustenta as atividades construtivas. Será igualmente referida a especialidade de eletricidade, visto ser o foco principal do estágio e, conseqüentemente, da presente dissertação e ainda os desafios atuais neste setor.

### 2.1. Conceitos Fundamentais

O objetivo do presente capítulo é, então, oferecer um leque de termos presentes em qualquer obra originando um alicerce fundamental para a correta compreensão de todos os trabalhos e atividades desenvolvidas durante o estágio, prevenindo ambigüidades e garantindo que, estes termos utilizados, são interpretados de forma clara e uniforme.

#### 2.1.1. Enquadramento Jurídico das Operações Urbanísticas e das Edificações em Portugal

Conforme o Artigo 2.º do DL n.º 555/99 - Regime Jurídico da Urbanização e Edificação (RJUE), publicado no Diário da República, 1.ª série, n.º 291, de 16 de dezembro de 1999, as edificações são descritas como a atividade ou resultado da construção, reconstrução, ampliação, alteração ou conservação de um imóvel destinado a utilização humana, bem como de qualquer outra construção que se incorpore no solo com caráter de permanência. As edificações podem ser classificadas tendo em conta o seu tipo de utilização, a sua natureza construtiva e a finalidade a que se destinam [5]. Esta definição visa estabelecer regras padrão comuns a todos os projetos de construção de forma a garantir a sua correta execução quer no ordenamento do território quer no registo predial e ainda no desenvolvimento das políticas de habitação e de reabilitação

urbanas.

O RJUE define que, projetos presentes em municípios, deverão ser publicados por órgãos de apreciação, isto é, órgãos competentes da câmara municipal em causa ou da assembleia municipal, sendo submetidos a apreciação pública durante um prazo mínimo de 30 dias. Durante esse período de tempo, qualquer cidadão ou entidade interessada poderá apresentar sugestões, críticas ou propostas de alteração. Terminado o prazo, é então levado a votação e aprovação formal pelos órgãos municipais.

Para ser possível a realização de qualquer operação urbanística (construir, reconstruir, demolir, alterar ou mudar a utilização de edifícios/terrenos), é imprescindível a autorização prévia da Câmara Municipal através de uma licença ou de uma autorização administrativa. A principal diferença entre estes dois documentos é a sua formalização, ou seja, a licença é considerada mais solene com prazos mais rigorosos, enquanto a autorização é utilizada em situações mais correntes.

Após a apresentação do pedido de licença ou autorização de obras à Câmara Municipal, é essencial uma declaração assinada pelos técnicos responsáveis. Estes profissionais estão registados em associações públicas profissionais, como a Ordem dos Arquitetos, Ordem dos Engenheiros e Ordem dos Engenheiros Técnicos. A declaração, também denominada de Termo de Responsabilidade, atesta que o projeto está em conformidade com as leis e regulamentos atuais, além de estar alinhado com as diretrizes dos planos municipais de ordenamento do território.

Destaca-se também o DL n.º 38382, de 7 de agosto de 1951 - Regulamento Geral das Edificações Urbanas (RGEU) que definia normas técnicas e funcionais das edificações de forma a garantir o cumprimento das condições mínimas necessárias ao seu funcionamento [6].

Contudo, este será revogado a partir de 1 de junho de 2026 de acordo com o DL n.º 10, de 8 de janeiro de 2024 aplicando-se um novo quadro normativo, ou seja, o código da construção e regulamentos municipais subjacentes [7].

Este DL também conhecido por Simplex Urbanístico, atua principalmente, como forma de mitigar até ser completamente eliminada a contínua necessidade de licenciamentos, autorizações ou atos administrativos considerados dispensáveis ou redundantes no setor de urbanismo e ordenamento do território promovendo, assim, a redução de obstáculos setoriais enfrentados pelas empresas. O mesmo DL tenta, igualmente, responder à necessidade de disponibilização de mais solos promovendo políticas para a construção de habitação acessível uma vez que, a redução destas burocracias elevará a quantidade de solos disponíveis e a redução não só de custos de criação de habitação, como também a redução de tempos de concretização.

### 2.1.2. Tipos de construção e Agentes Intervenientes

Segundo o DL n.º 41/2015, de 3 de junho, que estabelece o regime jurídico aplicável ao exercício da atividade da construção, só é permitida a realização da atividade de construção em território nacional por: pessoas singulares (indivíduos) residentes em qualquer Estado do Espaço Económico Europeu, pessoas coletivas de natureza privada (empresas) com sede em qualquer Estado do Espaço Económico Europeu, com objeto social de natureza industrial ou comercial e que estejam constituídas ao abrigo do Estado em que se inserem, e por fim, pessoas singulares ou coletivas (empresas ou indivíduos) de países provenientes Organização Mundial do Comércio desde que se estabeleçam em Portugal ou executem a obra pública em Portugal, ao abrigo do artigo n.º 22 da lei [8].

Nos termos do presente DL, entende-se como:

- Alvará: documento que autoriza a empresa de construção à execução de trabalhos de obra até ao limite de valor correspondente à classe do alvará. Em obras públicas, o alvará permite a realização de trabalhos ou especialidades que estejam explícitos no documento;
- Atividade da construção: compreende todos as ações que sejam necessárias à concretização da obra;
- Obra: abrange todas as formas de intervenção nos imóveis (desde o processo até ao seu término) alinhando-se com o RJUE;
- Obra particular: engloba qualquer obra iniciado por entidades privadas, sujeito ao RJUE. Estes projetos requerem aprovação prévia ou notificação à autarquia local;
- Obra pública: todos as obras lideradas por entidades públicas, segundo o estipulado no DL n.º 18/2008, de 29 de janeiro - Código dos Contratos Públicos (mais recentemente alterado para DL n.º 66/2025, de 10 de abril). Estas obras necessitam de licenciamento ou comunicação prévia por parte da câmara municipal [9] e [10].

Segundo o definido na Lei n.º 31/2009 e no DL n.º 273/2003, de 29 de outubro, para a execução de uma obra, estão envolvidos vários intervenientes, desempenhando funções e assumindo responsabilidades no decorrer do projeto. Tal visa garantir a conceção da obra e que a mesma cumpre os requisitos técnicos, legais e de segurança estipulados. Estes intervenientes são:

- Dono da obra: Entidade por conta de quem é realizada a obra, que no caso de obra pública é definido no código dos contratos públicos;

- Autor do projeto (projetista): técnicos que elaboram os projetos de arquitetura ou de engenharia e que aprovam e assinem as declarações e termos de responsabilidade obrigatórios;
- Coordenador de projeto: técnico que integra a equipa de projeto, responsável pela coordenação da equipa com o intuito de garantir a conformidade da obra e o cumprimento das disposições legais e regulamentares das especialidades de cada autor do projeto;
- Diretor de obra: técnico habilitado responsável que se assegura da execução da obra e o cumprimento das condições de licenciamento, comunicações prévias, e também das normas legais e regulamentos em vigor do projeto de execução;
- Diretor de fiscalização de obra: técnico habilitado, que de acordo com os termos da lei atual, garante a correta execução da obra em conformidade com o projeto de execução, e tal como o diretor de obra, o cumprimento das condições de licenciamento, comunicação prévia, normas legais e regulamentos aplicáveis, além das competências previstas no código dos contratos públicos quando aplicável;
- Coordenador de segurança: pessoa singular ou coletiva, responsável pela verificação em matéria de segurança e saúde durante a execução da obra;
- Entidade executante: entidade executante, habitualmente o empreiteiro mas também pode ser o dono de obra, é a entidade que se obriga a execução do projeto;
- Subempreiteiro: empreiteiro contratado ao qual se encarrega de cumprir a obra encomendada ao preço da celebração de um contrato.

Como referido anteriormente, a realização de um projeto de construção depende essencialmente da colaboração entre os diversos intervenientes. O DL n.º 31/2009, divulgado no Diário da República n.º 127/2009, Série I, em 03 de julho de 2009, estabelecia os requisitos de qualificação profissional para os técnicos responsáveis pela gestão, supervisão, criação e validação de projetos. Posteriormente, o DL n.º 40/2015, de 1 de junho, veio alterar essa mesma legislação, excluindo a definição de diretor de obra e fiscalização e transitando essa responsabilidade para o dono de obra e outros regulamentos legais. Contudo, permanece a obrigatoriedade de arquitetos, arquitetos paisagistas, engenheiros e/ou engenheiros técnicos com experiência na área e devidamente registados nas suas respetivas ordens profissionais na equipa [11] e [12].

### 2.1.3. Especialidades da construção

Para a execução de uma obra de edificação são implicadas varias especialidades, para fins de garantir a qualidade e a segurança dos diversos intervenientes alem de promover uma adequada fiscalização, está previsto na Portaria n.º 71-A/2024, de 27 de fevereiro a entrega de termos de responsabilidade, estudos e projetos de acordo a função da obra de edificação a executar. Assim e de acordo com a portaria podemos considerar que os tipos projetos requeridos em sim conjugam as possíveis especialidades da construção, como por exemplo [13]:

- Projeto de arquitetura;
- Projeto de estabilidade que inclua o projeto de escavação e contenção periférica;
- Projeto de reforço sísmico;
- Projeto de instalações elétricas;
- Projeto de instalação de gás;
- Projeto de redes prediais de água e esgotos;
- Projeto de águas pluviais;
- Projeto de arranjos exteriores;
- Projeto de infraestruturas de telecomunicações;
- Projeto de comportamento térmico;
- Projeto de instalações eletromecânicas, incluindo as de transporte de pessoas e ou mercadorias;
- Projeto de segurança contra incêndios em edifícios;
- Projeto de condicionamento acústico;
- Projeto de instalações, equipamentos e sistemas de aquecimento, ventilação e ar condicionado (AVAC);
- Projeto de sistemas de gestão técnica centralizada.

Estes projetos, cada um com finalidades de diferentes objetivos, podem vir a ser aplicados na execução da obra dependendo da utilização de cada construção, atualmente estas especialidades criam soluções para problemas e requisitos tais como a eficiência energética, conforto técnico e acústico, além da segurança contra incêndios e integridade estrutural do edifício, assegurando-se assim da qualidade e segurança da construção.

Estes projetos de especialidade são executados por entidades qualificadas, tal como previsto na lei, requerendo que por vezes a mesma entidade, tendo as competências necessárias, possa executar mais que um projeto de especialidade assim garantindo a correta execução e compatibilidade entre as especialidades executadas.

### 2.1.4. Desafios atuais no setor

O processo construtivo das infraestruturas, nomeadamente em Portugal, tem sofrido evoluções com o decorrer dos anos. Há 50 anos fatores como a falta de qualificação e formação por parte dos trabalhadores envolvidas aliada a elevados custos de matérias-primas, uma vez que só eram utilizados produtos nacionais, refletiam-se em entraves ao crescimento e conceção das obras [14].

Contudo, a globalização de materiais, resultado da facilidade de comunicação e circulação dos mesmos, conduziu à redução de barreiras técnicas, alfandegárias e legais segundo a política europeia comum nos critérios de normalização dos materiais. A aplicação de conhecimentos derivados de estudos de engenharia ou áreas afins contribuiu para o avanço tecnológico, ao nível da informática (com a adoção de *softwares* e métodos mais eficientes) como também ao nível da investigação experimental (o estudo constante neste setor potenciou a otimização de novos processos e a sua validação), o que se traduziu em ganhos ao nível do desempenho, fiabilidade e segurança em obra.

Esta evolução foi, também, impulsionada por:

- Aumento da variedade de clientes e partes interessadas (*stakeholders*): quanto maior for a diversidade destes intervenientes, maior será a heterogeneidade de ideias, objetivos e tolerâncias exigindo a adoção de medidas mais eficientes para a gestão e coordenação do projeto;
- Longos ciclos de projeto: obras com horizontes temporais extensos tendem a sofrer alterações nomeadamente na descontinuação de materiais, inflação de custos ou até mesmo nas próprias equipas sendo necessário integrar novos planos de gestão;

- Obras de grandes dimensões: promovem o aumento exponencial da complexidade organizacional e logística e, conseqüentemente, o aumento de riscos acumulados. Isto implica a adoção de novas técnicas e *softwares* de gestão e planeamento de forma a garantir a correta coordenação das diversas frentes de trabalho enquanto são cumpridos prazos, orçamentos e níveis de qualidade e segurança previamente definidos;
- Independência entre setores de construção: ainda que, idealmente, exista cooperação entre as equipas dos diversos setores da construção, existirão fases da execução de obra que tal não será possível. Isto levou à adoção de especializações técnicas por parte dos próprios setores aumentando o rigor e a qualidade da infraestrutura.

Esta evolução contribuiu também para a utilização de metodologias integradas em infraestruturas novas, como por exemplo, o Building Information Modeling (BIM). Segundo o DL n.º 10/2024, de 8 de janeiro, os projetos em BIM serão obrigatórios a partir de 1 de janeiro de 2030 com início do projeto-piloto para a utilização desta metodologia e validação dos projetos já a partir de 1 de janeiro de 2027 [15].

A Gestão Técnica Centralizada (GTC), o desempenho energético (que inclui indicadores de uso de energia primária, energia primária renovável, classificação como edifício de necessidades quase nulas de energia e classes de desempenho energético), infraestruturas de carregamento de veículos elétricos e instalações de elevação, constituem as novas obrigadoriedades/requisitos para a execução de edifícios novos tendo, por isso, caráter obrigatório em cada obra [16].

### 2.2. Especialidade de instalações elétricas

Atualmente, é imperativa a existência de fornecimento elétrico para a habitabilidade de um edifício e a qualidade de vida dos seus utilizadores. A especialidade de instalações elétricas é, possivelmente, a especialidade das obras de edificação mais transversal e indispensável para o funcionamento e segurança dos edifícios, sendo também assistente em garantir o nível requerido das outras especialidades em diversos casos.

No presente capítulo será realizado um enquadramento legal pelo qual as instalações elétricas de baixa tensão se regulam, seguido da constituição dos projetos elétricos onde se especificará como cada projeto é constituído. Serão também estabelecidas as entidades envolvidas no planeamento e execução de obra e por fim será ainda incorporado a fiscalização e segurança em obra, essenciais para a sua correta execução.

#### 2.2.1. Enquadramento Legal

Em Portugal, as instalações elétricas de baixa tensão são reguladas por um conjunto abrangente de diplomas legais, que visam garantir a segurança, conformidade, eficiência energética e qualidade de todas as instalações no território nacional. Para a prática de funções na área, é essencial o conhecimento e compreensão dos principais DL, estes, que ao seu conhecimento, permitem estabelecer uma base sólida para a elaboração, execução e fiscalização de projetos de instalações elétricas. Este corpo normativo, sempre em atualização, assegura o cumprimento dos requisitos técnicos e de segurança, mas também a adaptação das atuais exigências de sustentabilidade, inovação e integração das soluções energéticas. Os principais diplomas em vigor são [17]:

1. DL n.º 26852, de 30 de julho - Regulamento de licenças para instalações eléctricas - RLIE, atualmente na sua maioria absorvido ou revogado por outros diplomas mais atuais [18];
2. DL n.º 96/2017, de 10 de agosto - Estabelece o regime das instalações eléctricas particulares, é o diploma mais atual, que veio na sua íntegra substituir uma grande parte do RLIE, trouxe várias alterações com objetivo de simplificar os procedimentos e modernizar a disciplina normativas [17];
  - (a) Lei n.º 61/2018, de 21 de agosto - Primeira alteração ao DL n.º 96/2017, de 10 de agosto, e até ao momento a única [19];

3. DL n.º 226/2005 - Estabelece os procedimentos de aprovação das regras técnicas das instalações eléctricas de baixa tensão, efetivamente revogando as anteriores em vigor, e aprovando as da Portaria n.º 949-A/2006, de 11 de setembro [20];
  - (a) Portaria n.º 949-A/2006, de 11 de setembro - Regras Técnicas das Instalações Eléctricas de Baixa Tensão (RTIEBT) [21] ;
  - (b) Portaria n.º 252/2015, de 19 de agosto - Alteração as RTIEBT por aditamento de uma nova secção à sua Parte 7, a secção 722 - Instalações eléctricas para a alimentação de veículos eléctricos [22];
4. DL n.º 740/74, de 26 de dezembro - Aprova os Regulamentos de Segurança de Instalações de Utilização de Energia Elétrica e de Instalações Colectivas de Edifícios e Entradas [23];
5. DL n.º 220/2008, de 12 de Novembro - Estabelece o regime jurídico da segurança contra incêndio em edifícios, abreviadamente designado por SCIE [24];
  - (a) Portaria n.º 1532/2008, de 29 de dezembro - Aprova o Regulamento Técnico de Segurança contra Incêndio em Edifícios (SCIE) [25];
6. DL n.º 101-D/2020, de 7 de dezembro - Estabelece os requisitos aplicáveis a edifícios para a melhoria do seu desempenho energético e regula o Sistema de Certificação Energética dos Edifícios (SCE) [16];
  - (a) Despacho n.º 6476-H/2021, de 1 de julho - Aprova o Manual do SCE [26].

Em síntese, o enquadramento legal português para as instalações elétricas, trata-se de uma estrutura normativa bastante extensa, esta, que na sua composição responde as necessidades de regulação em território nacional, mas sobretudo compreende as normativas europeias e mundiais estabelecidas para a harmonização. A evolução destes diplomas, demonstra uma tendência para a simplicidade de processos, a partir de apoios tecnologias, mas também para a modernização com preocupações ambientais e de sustentabilidade futura.

Deste modo, a elaboração e execução de qualquer projeto de instalações elétricas deve ser desenvolvido em conformidade como o corpo normativo em vigor, assegurando não só a sua segurança e conformidade, mas também a sua adaptação às exigências tecnológicas e energéticas do futuro [17].

### 2.2.2. Constituição dos projetos

De acordo com o DL n.º 96/2017, os projetos de instalações elétricas correspondem ao conjunto de peças escritas e desenhadas, bem como de outros elementos necessários à execução e correta exploração de uma instalação elétrica. Do mesmo modo, o projeto simplificado de instalações elétricas, exigido para efeitos de verificação das disposições regulamentares de segurança aplicáveis na vistoria ou inspeção, consiste num conjunto sucinto de peças escritas e desenhadas, acompanhado de outros elementos representativos da instalação elétrica [17].

#### Projetos simplificados de instalação elétrica

De acordo com o Despacho da DGEG n.º 26/2017, de 29 de dezembro, são definidos os elementos constituintes do projeto simplificado de instalações elétricas. Este projeto tem como finalidade representar a instalação elétrica de modo a permitir a verificação do cumprimento das disposições regulamentares de segurança aplicáveis pelas entidades licenciadoras, fiscalizadoras, inspetoras ou pelos técnicos responsáveis [27].

A informação incluída no projeto simplificado deve ser extraída da versão final do projeto da instalação elétrica a partir do qual foi executada a obra. A sua estrutura deve organizar-se, caso exista e consoante o tipo de instalação elétrica e o regulamento aplicável, nas seguintes secções:

- Enquadramento do projeto;
- Subestações, postos de seccionamento e postos de transformação de consumo;
- Rede de distribuição particular em MT ou AT;
- Rede de distribuição particular em BT;
- Instalações de utilização de MT/AT;
- Instalações de utilização de BT;
- Grupos geradores (de carácter temporário ou itinerante, de segurança ou de socorro).

## 2.3. Entidades

Existem um conjunto de entidades envolvidas no planeamento e conceção das obras, nomeadamente, em obras de especialidade de instalações elétricas. Estas possuem diferentes níveis de atuação (internacional, europeu e nacional) e, conseqüentemente, diferentes importâncias mas sempre de forma a promover uma base técnica e regulamentar universal para qualquer obra.

A nível nacional:

- Direção Geral de Energia e Geologia (DGEG): órgão da administração central do Estado que prossegue a definição, implementação e avaliação de políticas públicas relativas à energia e aos recursos geológicos, com o objetivo de garantir a satisfação regular e contínua das necessidades coletivas nos setores que estão sob sua responsabilidade [28];
- Redes Energéticas Nacionais (REN): empresa responsável por garantir o fornecimento ininterrupto de eletricidade e gás em Portugal Continental. A REN atua de acordo com os objetivos energéticos da União Europeia, ajudando o Planeta a combater as alterações climáticas, sem esquecer a segurança e qualidade do abastecimento de energia, que é cada vez mais produzida por fontes renováveis [29];
- E-REDES: garante a distribuição de eletricidade com qualidade e segurança assumindo o compromisso com a inovação, a integração de energias renováveis e a transição energética, sempre com imparcialidade em relação aos comercializadores [30];
- Instituto Português da Qualidade (IPQ)/Associação Portuguesa de Certificação (APCER): o IPQ é um instituto público, criado em 1986 com o objetivo de assegurar a “procura da qualidade de produtos e serviços para o aumento da qualidade de vida dos cidadãos, aumento da competitividade das atividades económicas num contexto de progressiva liberdade de circulação de bens”. A APCER assegura, através da sua atividade de certificação, a conformidade dos sistemas de gestão, produto, processo e/ou serviço, de acordo com os requisitos aplicáveis e integra o Sistema Português da Qualidade. No âmbito dos Roteiros para a promoção da Qualidade em Portugal, iniciativa integrada na Agenda Estratégica para a Qualidade 2030, o IPQ reforçou a parceria com a APCER na promoção da Qualidade em Portugal [31] e [32];
- Lista de Entidades Inspetoras de Instalações Elétricas (EIEL): lista de entidades habilitadas para realizar inspeções a unidades de produção ligadas em BT reconhecida pela

DGEG e pelo Instituto Português de Acreditação. Alguns exemplos presentes na EIIEEL são entidades como o Instituto de Soldadura e Qualidade, o Laboratório Industrial da Qualidade, Prova Ímpar, Unipessoal Lda, entre outros [28];

- Agência para a Energia (ADENE): segundo o disposto no DL n.º 223/2000, de 9 de setembro, na sua atual redação, promove e realiza atividades de interesse público na área da energia e seus interfaces com outras políticas setoriais, em articulação com as demais entidades com atribuições nestes domínios, e ainda promove e realiza atividades de interesse público nas áreas do uso eficiente da água e da eficiência energética na mobilidade [33] [34].

A nível europeu:

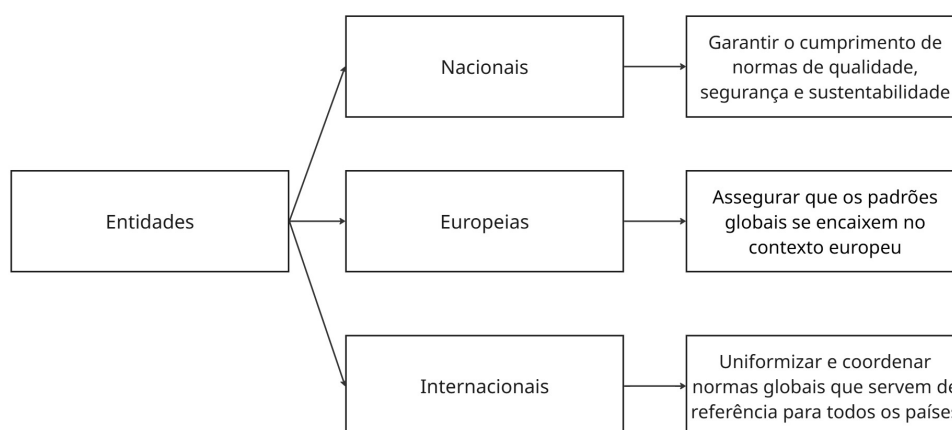
- Comité Europeu de Normalização Eletrotécnica (CENELEC): organização internacional que visa a harmonização das normas europeias, bem como a preparação voluntária de normas no âmbito da eletrotecnia e tecnologias associadas, que contribuam, nomeadamente, para o desenvolvimento do mercado único europeu e a coesão do espaço económico europeu [35];
- Agência de Cooperação dos Reguladores da Energia (ACER): as autoridades que integram a ACER desempenha um papel fundamental na promoção de uma maior integração do mercado da energia em toda a Europa, a fim de proporcionar às empresas e aos cidadãos europeus os benefícios de uma energia a preços comportáveis, segura e descarbonizada [36];
- *Council of European Energy Regulators* (CEER): atua como uma plataforma de cooperação, troca de informações e assistência entre os reguladores nacionais de energia da Europa e é a sua interface a nível da união europeia e internacional facilitando a criação de um mercado interno único, competitivo, eficiente e sustentável para o gás e a eletricidade na Europa [37].

A nível internacional:

- *International Electrotechnical Commission* (IEC): organização sem fins lucrativos que desenvolve e publica normas relativas às tecnologias elétricas, das quais existe uma variedade realmente ampla no mundo moderno de hoje. A IEC desempenha um papel crucial na coordenação e unificação dos esforços realizados em diferentes países, tais como o desenvolvimento de várias unidades de medida e a normalização da forma moderna do sistema métrico [38];

- *Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE)*: maior organização profissional técnica do mundo dedicada ao avanço da tecnologia em benefício da humanidade. A IEEE e os seus membros inspiram uma comunidade global através das suas publicações altamente citadas, conferências, normas tecnológicas e atividades profissionais e educacionais [39];
- *International Organization for Standardization (ISO)*: rede global dos principais organismos de normalização do mundo. São reunidos especialistas para o desenvolvimento de Normas Internacionais de forma a orientar milhares de documentos através da elaboração, revisão, votação e publicação, também oferecemos uma gama de serviços que apoiam os objetivos estratégicos [40].

A Figura 2.1 serve para sintetizar o que foi, anteriormente, referido.



**Figura 2.1:** Esquema representativo das entidades intervenientes por níveis.[Autoria Própria]

Apesar das entidades apresentarem, como já referido, diferentes níveis e funções, todas convergem para o mesmo fim: assegurar a qualidade, segurança, sustentabilidade e a conformidade técnica.

### 2.4. Fiscalização e Segurança

A fiscalização e a segurança em obra constituem elementos essenciais no processo construtivo, assegurando simultaneamente a conformidade legal e técnica da execução e a proteção dos trabalhadores. Enquanto a fiscalização garante que os projetos são realizados de acordo com a legislação, normas de qualidade e prazos estabelecidos, a segurança em obra promove a prevenção de riscos através do cumprimento das regras de higiene, saúde e utilização de equipamentos de proteção adequados. A articulação entre estas duas vertentes torna-se, assim, indispensável para a obtenção de resultados de qualidade, seguros e em conformidade com os requisitos regulamentares.

#### 2.4.1. Fiscalização de obra

De acordo com o estabelecido no RJUE, que neste contexto, designa também a função de diretor de fiscalização de obra, como, garantir que a realização da obra esteja em conformidade não apenas com o projeto, mas também com a legislação e regulamentos aplicáveis, certificando-se de que as normas de segurança e os padrões de qualidade sejam cumpridos [5].

Assim, torna-se crucial destacar a legislação que deverá ser cumprida como o DL n.º 273/2003, de 29 de outubro que institui o conjunto de regras de segurança, higiene e saúde no trabalho em estaleiros e nos restantes ambientes de obra e ainda a lei n.º 31/2009, de 3 de julho, alterada pelo DL n.º 66/2019, de 21 de maio estabelece o regime jurídico da qualificação dos técnicos responsáveis por projetos, direção de obra e direção de fiscalização de obra, assim, só técnicos com este título é que poderão exercer este tipo de funções [41] [42].

A fiscalização pode ainda ser interna ou externa, isto é, poderá ser realizada pelos próprios técnicos da obra ou por uma empresa contratada, assegurando que objetivos como o controlo de prazos, custos, qualidade, segurança e conformidade contratual são assegurados [9].

Neste sentido, a fiscalização assume uma amplitude variada, abrangendo além dos aspetos técnicos e da qualidade da construção, apenas a vertente técnica e de qualidade construtiva, o cumprimento das normas legais relativas à segurança, saúde e ambiente, servindo como ferramenta fundamental para verificar e assegurar a conformidade legal e o padrão de qualidade das construções.

### 2.4.2. Segurança em obra

A segurança em obra é um pilar fundamental presente em qualquer obra uma vez que define a execução de trabalhos, protege os trabalhadores e seus utilizadores. O cumprimento de leis e regulamentos aplicáveis assegura a implementação de boas práticas em obra contribuindo para a mitigação do risco de acidentes e incidentes enquanto promove a qualidade da obra.

O DL 273/2003, de 29 de outubro, estabelece as condições de trabalho, higiene e segurança no trabalho e possui caráter obrigatório no sector da construção civil e obras públicas, na atividade de fiscalização e nos restantes sectores mais afetados pela incidência de acidentes de trabalho e doenças profissionais.

De entre as variadas medidas destaca-se a obrigatoriedade da utilização de Equipamentos de Proteção Individual (EPI) como capacetes, botas isolantes, óculos de proteção e arnês em trabalhos em altura. Estes equipamentos deverão cumprir certas normas como, por exemplo, a ISO 45001 e a EN50110 para trabalhos de instalações elétricas [43] e [44]. Denotar, também, a importância de planos de prevenção e emergência utilizados em situações críticas com a adoção de medidas preventivas e corretivas adequadas a cada tipo de situação, como por exemplo, procedimentos de evacuação, kits de primeiros socorros e combate a incêndios.

A contínua formação dos trabalhadores também se reflete na redução da sinistralidade em obra. Técnicos mais informados e devidamente habilitados, operam em condições de segurança mais eficazes contribuindo para uma cultura de segurança quer individual quer em equipa.

## 2.5. Materiais e componentes de Instalações elétricas

Possuir uma base sólida sobre materiais e componentes utilizados em obras de especialidade de eletricidade, ajudam numa seleção mais adequada destes elementos constituindo um fator essencial para a segurança, durabilidade e eficiência dos sistemas, fomentando o espírito crítico na análise de trabalhos em obra e na procura de soluções técnicas mais eficientes. Neste capítulo serão, então, apresentados os principais materiais e componentes, normalmente, utilizados em instalações elétricas.

### 2.5.1. Cabos e condutores elétricos

Os condutores elétricos são materiais essenciais à execução da obra visto serem a partir destes que passa a corrente elétrica. Assim, cada condutor deverá ser revestido de acordo com a sua finalidade e meio em que serão aplicados, respeitando os quadros normativos de segurança

aplicáveis.

Desta forma, os cabos podem ser classificados de acordo com o seu objetivo sendo cabos de conectividade, cabos especiais e cabos de energia [45] e [46].

Tal como ilustrado na Figura 2.2, os cabos de conectividade possuem as seguintes designações:

- Cabos de pares de cobre: responsáveis pela transmissão de dados em sistemas de redes estruturadas;
- Cabos de fibra óptica : cabo de comunicação que pode ser utilizado separadamente ou em grupo utilizando uma ou mais fibras óticas no cabo como meio de transmissão;
- Cabos coaxiais: responsáveis pela transmissão de sinais e vídeo;



**Figura 2.2:** Exemplos de tipos de cabos de conectividade [47] [48] [49].

Tal como ilustrado na Figura 2.3, os cabos especiais dividem-se em:

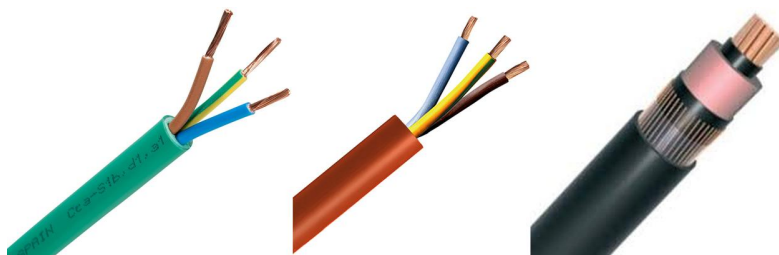
- Cabos de comando e controlo: são indicados para circuitos de instrumentação, comando e controlo, sinalização e medida, em máquinas ferramenta, sistemas de AVAC e maquinaria de produção;
- Cabos para sistemas de deteção de intrusão e incêndio: são utilizados em circuitos de segurança, de alarme e de intrusão em locais de elevado risco de incêndio;
- Cabos borracha: são usados na alimentação de aparelhos com necessidade de movimentação de cargas (motores, bombas, ferramentas portáteis, maquinaria agrícola);
- Cabos para soluções de transmissão de sinal: baseado na tecnologia KNX são indicados para todos os edifícios inteligentes: industriais, comerciais, hotéis ou residenciais;
- Cabos de som: são responsáveis pela alimentação e transmissão do sinal.



**Figura 2.3:** Exemplos de tipos de cabos especiais [50].

A partir da Figura 2.4 conseguimos evidenciar que os cabos de energia podem ser:

- Cabos de energia (cobre): adequados para o transporte e distribuição de energia em BT;
- Cabos de energia (alumínio): adequados para o transporte e distribuição de energia em BT, normalmente utilizados em ambientes exteriores e como soluções para altas secções;
- Cabos livres de halogéneos e resistentes ao fogo: utilizados em circuitos de emergência em edifícios públicos, salas de espetáculos, hospitais, centros de informática, hotéis e todos os edifícios e locais onde, em caso de incêndio, se pretende preservar pessoas, ou equipamentos de elevado valor;
- Cabos livres de halogéneos: responsáveis pelo transporte e distribuição de energia, de tensão estipulada 0,6/1kV, especialmente indicado para alimentação de sistemas ou equipamentos em locais públicos. Não são propagadores da chama, são auto-extinguíveis e não emitem gases tóxicos ou corrosivos;
- Cabos de MT: responsáveis pela distribuição de energia em MT [51].



**Figura 2.4:** Exemplos de tipos de cabos de energia [52] [53] [47].

### 2.5.2. Tubagens

As tubagens em instalações elétricas são um sistema de encaminhamento dos condutores e cabos elétricos, estas, podem ser usadas para instalações interiores ou exteriores, embebido, encastrado, à vista ou enterrado, dependendo da natureza da instalação, a sua finalidade é garantir a proteção mecânica, a temperaturas, corrosibilidade e a reação a fogo.

As principais tubagens utilizadas nas instalações elétricas, podem ser consideradas tubagens flexíveis, rígidas ou metálicas.

Tubos flexíveis possuem as seguintes especificações [54]:

- Tubos anelados: ideais para utilização em tetos ou encastrados em paredes (com variações livre de halogéneos) (Figura 2.5);
- Tubos isogris: indicado para canalizações elétricas embutidas em paredes ou pavimentos (com variações livre de halogéneos);
- Tubos corrugados de dupla parede: para utilizações de distribuição normalmente nos exteriores e enterrados (com variações livre de halogéneos).



**Figura 2.5:** Tubo anelado LH [55].

Tubos rígidos geralmente são [56]:

- Tubos rígido VD LH: apropriados para utilizações em instalações à vista, interiores ou exteriores, resistentes a fogo e auto extingüível e livres de halogéneos (Figura 2.6);
- Tubos rígido PVC: apropriados para utilizações em instalações à vista, interiores ou exteriores.



**Figura 2.6:** Tubo VD LH [55].

Tubos metálicos são [57]:

- Tubos aço galvanizado: indicados para instalações à vista, onde requerido elevada proteção mecânica, também resistentes a fogo (Figura 2.7);
- Tubos aço INOX: indicados para instalações à vista, onde requerido elevada proteção mecânica, para zonas de humidade, de trabalhos com elementos químicos ou de trabalhos de industria alimentar, também resistentes a fogo;
- Tubos alumínio: indicados para instalações à vista, onde requerido elevada proteção mecânica para zonas secas, também resistentes a fogo.



**Figura 2.7:** Tubo aço galvanizado [58].

### 2.5.3. Calhas e caminhos de cabos

As calhas e caminhos de cabos, à semelhança das tubagens, são o principal sistemas de encaminhamento de cabos, geralmente utilizados para a distribuirão de grandes quantidades de circuitos. Os caminhos de cabos são geralmente utilizados em instalações industriais ou infraestruturas coletivas, já as calhas são soluções para ambientes interiores, podem ser instalados salientes ou embutidos, dependendo da necessidade, e podem também ser utilizados para a distribuição de aparelhagem [59].

Geralmente as calhas são:

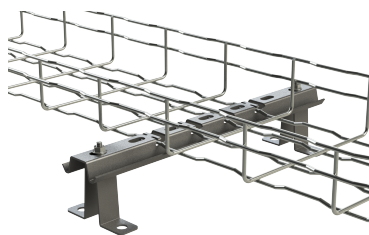
- Calhas de instalação: indicada para a distribuição de cabos em instalações interiores à vista, com versões livre de halogéneos ou metálicas resistentes a fogo;
- Calhas de cablagem: indicada para o encaminhamento de cabos para dispositivos ou em quadros elétricos, em instalações interiores à vista, com versões livre de halogéneos;
- Calhas ou colunas técnicas: ideias para soluções para distribuição de aparelhagem em ambientes interiores à vista, com versões livre de halogéneos ou metálicas resistentes a fogo (Figura 2.8);
- Calhas de chão: solução para distribuição de cabos em instalações interiores à vista pela chão, com versões livre de halogéneos ou metálicas resistentes a fogo.



**Figura 2.8:** Calha técnica [60].

Os principais tipos de caminhos de cabos são [61]:

- Caminho de cabos em varão: indicada para distribuição de cabos em instalações à vista ou em teto falso, onde a flexibilidade e ventilação são essenciais, não propagadora de chama (Figura 2.9);
- Caminho de cabos em chapa: indicada para encaminhamento de cabos em instalações à vista, onde a proteção e resistência são necessários, não propagadora de chama;
- Caminho de cabos em escada: indicada para encaminhamento de cabos de potencia em instalações à vista ou em dutos técnicos, onde a ventilação e resistência são necessários, não propagadora de chama.



**Figura 2.9:** Caminho de cabos em varão [61].

#### 2.5.4. Quadros elétricos

Os quadros elétricos constituem elementos centrais das instalações elétricas, desempenham a função de distribuição, proteção, comando e seccionamento dos circuitos da instalação. Estes envolvem os dispositivos de corte, proteção e comando responsáveis pelos circuitos elétricos da instalação, permitindo a organização, proteção e exploração dos mesmos em segurança [62] [63].

Existe uma grande variedade de quadros elétricos, cada com diferentes finalidades e características que os tornam apropriados para diversos tipos de utilizações, então, para definir os quadros elétricos a utilizar é necessário ter em consideração tais características. As principais são:

- Classe de isolamento - Nível de proteção contra choques elétricos, definidas como "0", "I", "II" e "III", de acordo com a norma IEC 61140;
- IP - Índice de Proteção, classifica a proteção contra a entrada de sólidos e líquidos, definidos como "IP" e dois algarismos separados, um para a proteção contra sólidos, de "0" a "6", e o outro para a proteção contra líquidos, de "0" a "9", de acordo com a norma IEC 60529;
- IK - Índice de proteção mecânica, classifica a resistência contra impactos físicos, definido como "IK" e dois algarismos de "00" a "10" na norma IEC 62262;
- ICC - Intensidade de curto-circuito suportável, comprovada pelo fabricante com base em ensaios de conformidade segundo a norma IEC 61439;

De acordo então com estas características, que normalmente são definidas em projeto, é possível ter uma apreciação dos quadros elétricos, estes que tem varias tipologias como por exemplo [64]:

- Caixas de distribuição salientes: indicados para distribuições de baixas potencias, geralmente utilizados em ambientes exteriores;

- Caixas de distribuição embutidos: indicados para distribuições de baixas potencias, geralmente utilizados em ambientes interiores;
- Armários de distribuição murais: indicados para distribuições de medias potencias, de afixação a parede, geralmente utilizados em industrias;
- Armários de distribuição em pedestal: indicados para distribuições de medias potencias, suportados em pedestal, geralmente utilizados em industrias;
- Painéis de distribuição: indicados para distribuições de altas potencias, geralmente utilizados para distribuição central de industrias (Figura 2.10).



**Figura 2.10:** Painel de distribuição [64].

### 2.5.5. Dispositivos de proteção

Os dispositivos de proteção elétrica são mecanismos que interrompem o fluxo da corrente elétrica sempre que este ultrapasse os limites suportados pelo circuito ou aparelho. Os mais utilizados/comuns são fusíveis, disjuntores, interruptores, contactores, relés entre outros que serão apresentados ao longo do presente capítulo. O dimensionamento e a seleção adequada destes equipamentos são fundamentais para evitar acidentes, tais como sobrecargas, incêndios, choques e queima de equipamentos, tanto em instalações residenciais quanto industriais [65].

Assim, os disjuntores podem ser [66]:

- Disjuntor monofásico: apropriado para a proteção de alimentações monofásicas. Ideal para instalações residenciais e comerciais nomeadamente para circuitos de iluminação, tomadas de uso geral e pequenos aparelhos;

- Disjuntor trifásico: apropriado para a proteção de alimentações trifásicas. Ideal para instalações industriais, grandes comércios e edifícios, onde há motores trifásicos, máquinas de alta potência e sistemas de distribuição de energia mais complexos;
- Disjuntor magnético: apropriado para rápidas atuações em caso de curtos-circuitos. Este disjuntor possui uma bobina eletromagnética que cria, instantaneamente, um campo magnético sempre que ocorre um pico elevado de corrente. Esse campo move um pistão, que por sua vez aciona o mecanismo de desarme;
- Disjuntor térmico: apropriado na proteção contra sobrecargas. É ideal para proteger equipamentos que possam sofrer com um aumento gradual da corrente;
- Disjuntor termomagnético: é a combinação dos disjuntores magnéticos com os disjuntores térmicos reunindo as vantagens de ambos. É utilizado em instalações residenciais, comerciais e industriais sendo mais comum e versátil (Figura 2.11).



**Figura 2.11:** Disjuntor termomagnético [67]

Os principais tipo de interruptores são [68] [69] [70]:

- Interruptores de corte em carga: asseguram, em simultâneo, a comutação em carga como o isolamento garantindo a segurança do operador durante a instalação elétrica;
- Interruptores de caixa moldada: asseguram o corte em carga e o seccionamento das linhas elétricas em BT (Figura 2.12);
- Interruptores-seccionadores de potência: garantem o isolamento da fonte energética do cliente ao desconectar a alimentação de energia.



**Figura 2.12:** Interruptor de caixa moldada [67].

Estes dispositivos de proteção elétrica também podem ser [65] [71]:

- Fusíveis: dispositivos de proteção compostos por um elemento condutor capaz de fundir-se quando ocorre uma corrente específica e em intervalo de tempo bem determinado;
- Porta-fusíveis: equipamento que mantém um fusível firmemente no lugar e fornece conexões elétricas para o circuito (Figura 2.13).



**Figura 2.13:** Porta-fusíveis [72].

Outros equipamentos destinados à proteção elétrica podem também ser [73]:

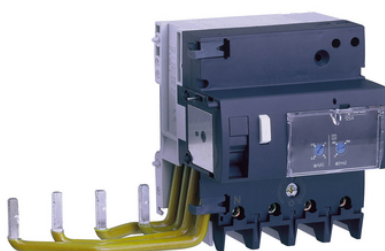
- Contactores: são componentes eletromecânicos que têm como função seccionar (“abrir” ou “fechar”) um circuito (Figura 2.14);
- Relés: dispositivo elétrico fundamental para controlar a passagem de corrente num circuito, utilizando um sinal de controlo de baixa potência.



**Figura 2.14:** Contactor [74].

É ainda possível recorrer a outros dispositivos de proteção elétrica como [75]:

- Dispositivos de corrente residual: dispositivos são capazes de identificar pequenos desequilíbrios na corrente elétrica de um circuito, resultante de uma possível fuga de corrente para a terra ou de um contacto accidental;
- Disjuntores de proteção contra fuga à terra: dispositivos que para além de protege contra choques elétricos, também podem proteger as instalações contra incêndios, desarmando o circuito.



**Figura 2.15:** Bloco diferencial [76].

### 2.5.6. Sistemas de aparelhagem elétrica

A aparelhagem elétrica são pequenos componentes essenciais ao normal funcionamento de instalações elétricas permitindo instalar, proteger e operar circuitos em baixa tensão. Desta fazem parte: caixas de derivação, tomadas de energia, interruptores, placas, molduras e mecanismos.

As caixas de derivação são aparelhos com a finalidade de facilitar a conexão e distribuição de fios, protegendo o circuito e garantindo uma organização adequada dos cabos e podem ser [77] [78] [79]:

- Caixas de derivação de encastrar: aparelho escondido impossibilitando a manipulação por pessoas de forma a evitar qualquer tipo de dano;
- Caixas de derivação salientes: aparelho instalado à superfície da parede ou teto com o objetivo de proteger e alojar os circuitos elétricos e facilitar a sua distribuição;
- Caixas de derivação livres de halogénios: aparelho cuja constituição (plásticos autoextinguíveis) torna-se ideal para lugares públicos visto que a produção de fumos é reduzida assim como a sua toxicidade e ainda a libertação de gases corrosivos é quase inexistente;
- Caixas de derivação resistentes ao fogo: aparelho que suporta altas temperaturas de forma a garantir a continuidade do circuito elétrico (Figura 2.16).



**Figura 2.16:** Caixa de derivação resistente ao fogo [80].

As tomadas de energia podem ser classificadas tendo em conta a montagem, tipo de serviço e ambiente de aplicação.

Quanto à sua montagem [81] [82]:

- Tomadas de encastrar: encontram-se dentro da parede sendo visível. São utilizadas, tipicamente, em escritórios e habitações;
- Tomadas salientes: a caixa localiza-se à superfície da parede ou teto. São úteis em garagens, caves e obras de reabilitação.

Quanto ao tipo de serviço [83]:

- Tomadas monofásicas: ponto de conexão da instalação elétrica que fornece corrente monofásica;

- Tomadas trifásicas: ponto de conexão da instalação elétrica que fornece corrente trifásica (Figura 2.17).

Quanto ao ambiente de aplicação [84]:

- Tomadas residenciais: utilizadas em ambientes habitacionais oferecendo uma maior segurança aos seus utilizadores, mitigando choques ou curtos-circuitos por utilização incorreta;
- Tomadas industriais: utilizadas em ambientes fabris com proteção contra água e poeira, mitiga o sobreaquecimento e, consequentes, danos do equipamento industrial.



**Figura 2.17:** Tomada trifásica [85].

Os interruptores, placas, molduras e mecanismos constituem componentes de operação e acabamento das instalações elétricas, assegurando o comando funcional dos circuitos, a proteção contra contactos acidentais e a integração normativa e estética da aparelhagem. Existe ainda uma grande variedade destes dispositivos, adaptando-se a diferentes requisitos técnicos, funcionais e arquitetónicos.



## Capítulo 3.

# Funções de Direção de obra em pré execução

As funções de direção de obra são, essencialmente, atividades que tenham como objetivo assegurar os vários aspetos necessários para a execução da obra em conformidade com o projeto do cliente, do mesmo modo, garantindo o cumprimento das normas, legislação e a rentabilidade da obra. Parte destes trabalhos são, geralmente, realizados num ambiente de escritório devido à sua natureza técnica. Neste capítulo serão exploradas as atividades de *backoffice* que foram executadas ao longo do estágio.

### 3.1. Análise de projetos e medições dos mapas de quantidades

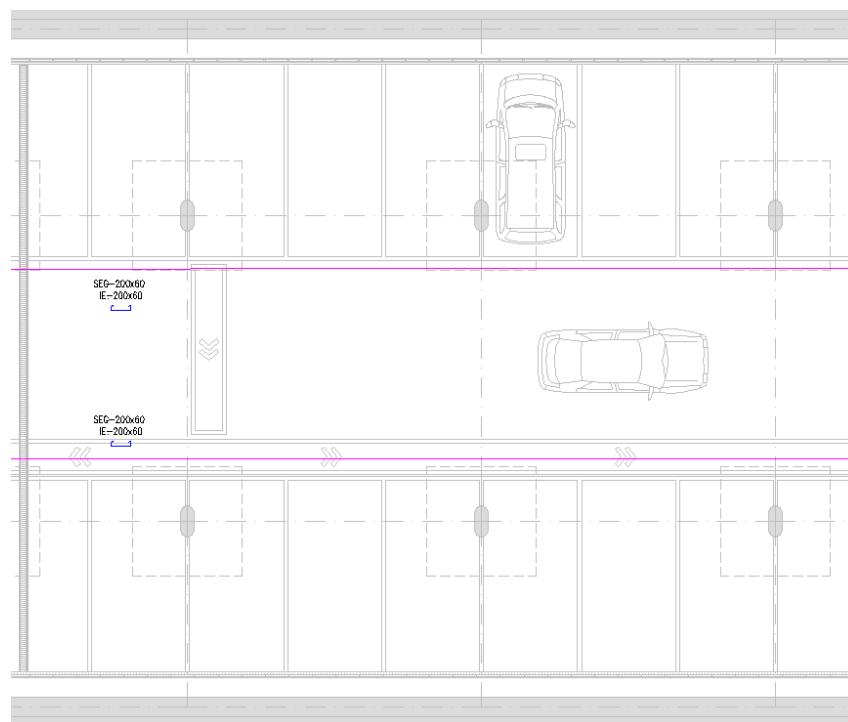
Numa primeira etapa, depois da receção da obra pela parte da direção de obra, é necessário compreender qual a natureza da obra, tal como referido anteriormente no Capítulo 2. Tal é possível a partir da memória descritiva, condições técnicas, mapas de quantidades e, principalmente, das peças desenhadas. Assim, a interpretação da natureza da obra torna-se imprescindível para possíveis aprovisionamentos na sua execução conforme os acabamentos e, eventuais, trabalhos necessários.

Por norma um dos primeiros passos para a execução de obra é, então, analisar o projeto e proceder à medição dos seus elementos de forma a comparar com as quantidades do mapa de quantidades do orçamento. Torna-se mais prático a realização destas atividades em paralelo, garantindo assim que, numa fase preliminar da obra, sejam identificados erros, omissões e incompatibilidades entre as diversas especialidades dos projetos.

#### 3.1.1. Caso prático - Análise de projetos

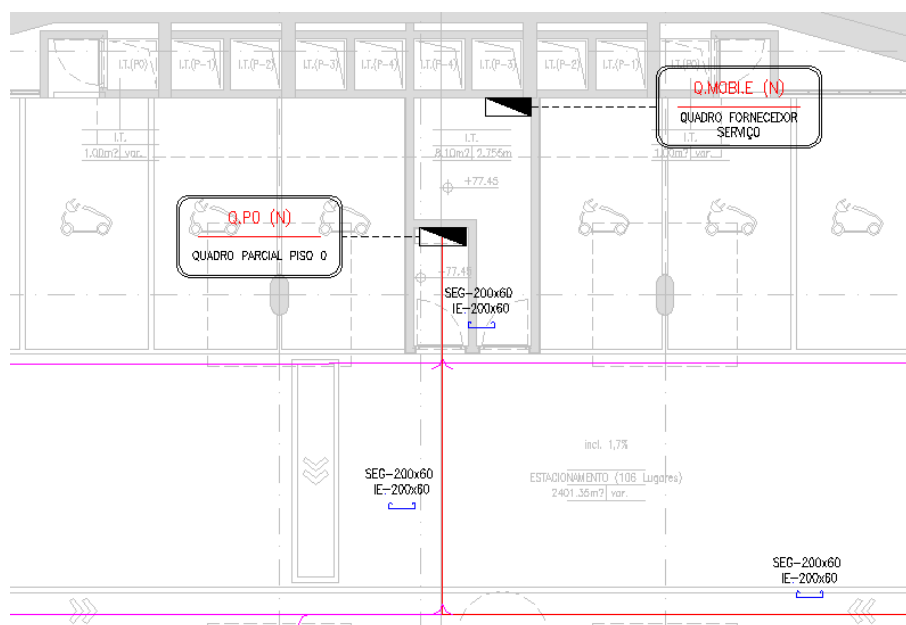
Este exemplo prático surge de uma obra de estacionamento subterrâneo, onde, tal como referido anteriormente, é crucial conhecer a natureza da obra de forma a prever os trabalhos. Neste caso depois de consultada a memória descritiva e o projeto de arquitetura é possível ver que os acabamentos são simples, os tetos e paredes da área de estacionamentos serão betão da estrutura, os tetos das áreas técnicas serão iguais mas as paredes serão de alvenaria com reboco e pintura, tendo em consideração estas características é possível definir que os primeiros trabalhos será a colocação de caminho de cabos nas áreas dos estacionamentos, porque no momento da entrada das equipas em obra estas áreas já estarão finalizadas para a colocação de material. Deste modo, é necessário começar por uma análise do projeto nos desenhos dos caminhos de cabos, garantindo que não existam erros.

De forma a criar uma visualização do estacionamento, este pode ser descrito como linear, onde existe apenas uma via de sentido único de circulação de automóveis, acompanhada de uma via pedonal e com estacionamentos nas laterais em todo o comprimento, isto implica a existência de elementos de iluminação normal, segurança e outros equipamentos de ambos os lados da via. O objetivo dos caminhos de cabos é criar o caminho mais simples para a distribuição das alimentações e derivações dos equipamentos. A Figura 3.1 é um exemplo da tipologia do estacionamento e do caminho de cabos.



**Figura 3.1:** Exemplo de tipologia e caminho de cabos.

Numa primeira apreciação dos desenhos foi possível notar que não existia caminho de cabos para alguns quadros, mas ainda mais relevante, foi também constatado que existiam algumas inconsistências nas dimensões dos caminhos de cabos para a quantidade de cabos elétricos que atravessariam o percorrer desses ramais. A figura 3.2 é um exemplo dos casos descritos, onde o caminho de cabos a vermelho é o ramal em questão.



**Figura 3.2:** Problema dos caminho de cabos (adaptado).

Para a resolução deste problema foi necessário ter em conta alguns aspetos, primeiramente a quantidade, a dimensão e o peso dos cabos elétricos que seriam necessários atravessar o ramal do caminho de cabos em questão, as dimensões e a capacidade de carga do caminho de cabos.

Para a resolução do problema, o primeiro passo foi recorrer aos esquemas dos quadros elétricos e estimar o numero de cabos incluídos no ramal de distribuição em questão. É importante notar dois aspetos: a localização do QE "Q.P0(N)" foi definida para passar os cabos entre pisos, o que implicando a passagem de todos os cabos de alimentação dos quadros dos restantes pisos; o segundo aspeto é que a alimentação do QE "Q.MOBI.E(N)", que não tem caminho de cabos para a sua alimentação, estava também prevista neste ramal.

Sendo impossível e irrelevante apresentar todos esquemas dos quadros implicados, foi elaborada uma tabela **3.1** para proceder à quantificação dos condutores. A tabela contém o tipo de condutor, o diâmetro e o peso, todos de acordo com as características apresentadas na ficha técnica do fornecedor dos condutores do orçamento da obra.

**Tabela 3.1:** Tabela de especificações dos condutores[Autoria própria]

Quantidade	Condutor	Diâmetro(mm)	Peso(kg/m)
14	1x150	21	1,473
20	1x50	13,6	0,555
17	1x35	12	0,402
3	1x16	9,2	0,205
12	3x1,5	9,9	0,13
28	3x2,5	11	0,168
10	5x2,5	12,8	0,262

De acordo com a figura **3.2** o caminho de cabos em questão tem as dimensões de 200x60 mm e de acordo com as condições técnicas da obra, a distancia entre apoios prevista é de 2,0 metros. Consultando a ficha técnica do fornecedor, este caminho de cabos para apoios com 2,0 metros de distância tem capacidade de aproximadamente 56 kg/m e uma secção transversal útil de 11800 mm<sup>2</sup>. Com todos estes aspetos definidos é possível identificar a não conformidade, tomando medidas para a resolver.

Em termos de peso, a quantidade total seria de aproximadamente 50 kg/m que está próximo do limites dos 56 kg/m. A resolução mais simples seria diminuir a distância entre apoios. Para o caso de apoios com distâncias de 1,5 metros, a capacidade máxima sobe para os 102 kg/m, resolvendo assim este ponto do problema.

O próximo ponto, e mais critico, é a secção transversal máxima útil. A soma da área de todos os condutores resulta em aproximadamente 14750 mm<sup>2</sup>, isto implica que independentemente de um empacotamento perfeito, seria impossível a passagem dos condutores no caminho de cabos visto que este só conta com 11800 mm<sup>2</sup> de área útil. A opção mais lógica para a resolução do problema seria aumentar as dimensões do caminho de cabos. No entanto, é importante também referir que é um boa prática manter aproximadamente 60% do espaço livre para ventilação, manutenção e futuras intervenções. Assim foram aumentadas as dimensões para 500x60 mm, que respeita 60% de espaço livre, ou seja, teríamos 29800 mm<sup>2</sup> de secção transversal útil, resolvendo então o problema.

### 3.1.2. Caso prático - medições dos mapas de quantidades

Para atividades futuras, é necessário ter uma contabilização de todos os elementos dos projetos e ter em consideração as características de cada elemento em função do que está definido nas características técnicas, memórias descritivas ou orçamento. Para esta finalidade, é necessário que, durante a análise do projeto, se tenha em consideração estes pontos e confirmar se as características são as respeitadas e/ou previstas.

Este exemplo, também proveniente da mesma obra do ponto anterior, provém de uma atividade com o principal objetivo de verificar a medição do mapa de quantidades de acordo com os desenhos de iluminação do projeto. Na Figura 3.3 retirada do *software* CAD é possível ver parte do desenho de iluminação normal do estacionamento.

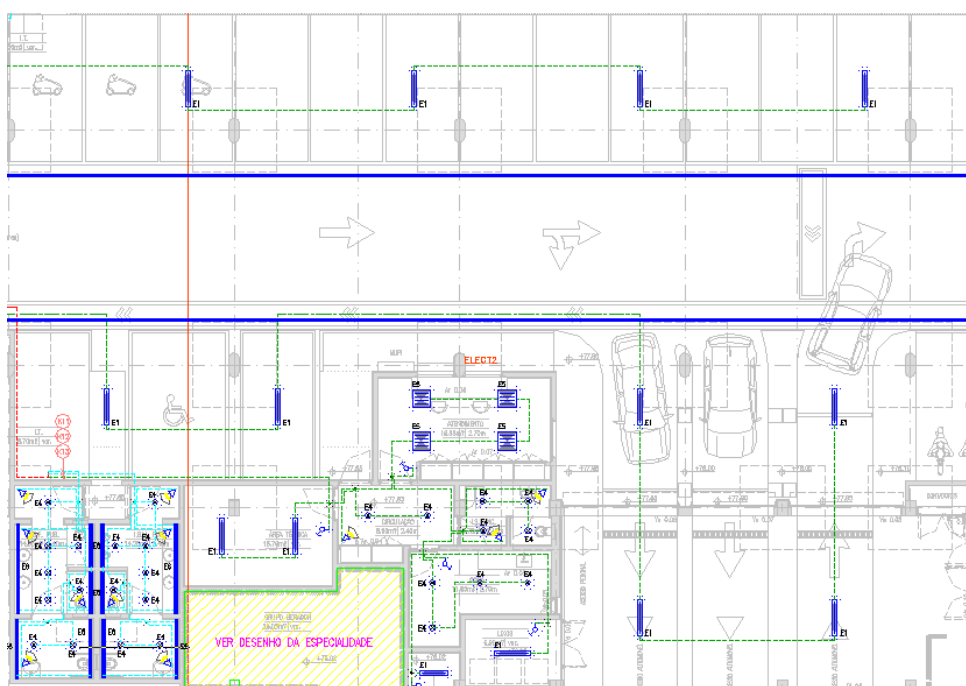


Figura 3.3: Desenho do projeto de iluminação

As atividades executadas neste desenho, tiveram como objetivo confirmar a conformidades do mapa de quantidades e as quantidades dos elementos de iluminação presentes no projeto. Esta atividade foi essencial para que em atividades futuras seja possível saber as quantidades certas das diferentes tipologias de luminárias. Para este efeito, a contagem das luminárias no desenho foi feita com recurso a comandos do *software* CAD.

### 3. Funções de Direção de obra em pré execução

Tal como referido anteriormente, a contagem dos elementos de iluminação do projeto tem vários objetivos para atividades futuras. Para esse efeito, é necessário manter uma organização e registos do progresso, como por exemplo, recorreu-se a uma folha de calculo e análise de dados. A forma mais simples e eficaz foi utilizar o documento do orçamento e adaptá-lo. Na seguinte figura 3.4 temos um exemplo do mapa de quantidades do orçamento.

7.3	Iluminação Normal				
<b>7.3.1</b>	<b>Luminárias</b>				
7.3.1.1	E1	Un	1630	111,48 I	<b>181 712,40 I</b>
7.3.1.2	E2	Un	26	302,93 I	<b>7 876,18 I</b>
7.3.1.3	E3	Un	68	244,27 I	<b>16 610,36 I</b>
7.3.1.4	E4	Un	26	133,91 I	<b>3 481,66 I</b>
7.3.1.5	E5	Un	4	115,74 I	<b>462,96 I</b>
7.3.1.6	E6	m	20	37,80 I	<b>756,00 I</b>
<b>7.3.2</b>	<b>Equipamento</b>				
7.3.2.1	Interruptor Simples	Un	78	8,26 I	<b>644,28 I</b>
7.3.2.2	Detector de movimentos 90º	Un	11	34,49 I	<b>379,39 I</b>
7.3.2.3	Detector de movimentos 180º	Un	12	38,23 I	<b>458,76 I</b>
<b>7.3.3</b>	<b>Caixas</b>				
7.3.3.1	Caixas de Derivação (livres de halogéneo)	Un	161	8,30 I	<b>1 336,30 I</b>
<b>7.3.4</b>	<b>Cabos</b>				
7.3.4.1	XG(zh)-U 3G1,5mm2 - RZ1-K(AS) -	m	4966	2,09 I	<b>10 378,94 I</b>
7.3.4.2	XG(zh)-U 3x1,5mm2 - RZ1-K(AS) -	m	92	2,09 I	<b>192,28 I</b>
7.3.4.3	XG(zh)-U 2x1,5mm2 - RZ1-K(AS) -	m	152	1,90 I	<b>288,80 I</b>
<b>7.3.5</b>	<b>Tubagem</b>				
7.3.5.1	VD (zh) φ25	m	2815	2,87 I	<b>8 079,05 I</b>
7.3.5.2	Abraçadeiras	Un	8445	0,26 I	<b>2 195,70 I</b>

Figura 3.4: Mapa de quantidades(adaptado)

Para adaptar o mapa de quantidades, decidiu-se de acordo com a tipologia da obra, criar uma coluna para cada piso, uma coluna para o cálculo total, uma coluna para a diferença das quantidades do orçamento e por fim outra coluna para observações. A figura 3.5 é um exemplo do mapa de quantidades adaptado e os resultados da medição das quantidades das peças desenhadas do projeto.

CAP	DESIGNAÇÃO	UN	QTD	Diferença	Total	Piso -4	Piso -3	Piso -2	Piso -1	Piso 0	Piso 1	OBSERVAÇÕES
<b>7.3</b>	<b>Iluminação Normal</b>											
<b>7.3.1</b>	<b>Luminárias</b>											
7.3.1.1	E1	Un	1630	24	1654	315,41	331,27	329,27	329,27	349,25		sem dali Piso -4= 26, Piso -3,=19, piso -2,-1=17, Piso 0 =25
7.3.1.2	E2	Un	26		26	4	4	4	4	4	6	
7.3.1.3	E3	Un	68		68	12	12	12	12	12	8	
7.3.1.4	E4	Un	26		26					26		
7.3.1.5	E5	Un	4		4					4		
7.3.1.6	E6	m	20		19,406					19,406		
<b>7.3.2</b>	<b>Equipamento</b>											
7.3.2.1	Interruptor Simples	Un	78		78	15	14	14	14	21		
7.3.2.2	Detector de movimentos 90º	Un	11	-11								
7.3.2.3	Detector de movimentos 180º	Un	12	-1	11					11		trocamos pelo de 90º
<b>7.3.3</b>	<b>Caixas</b>											
7.3.3.1	Caixas de Derivação (livres de halogéneo)	Un	161	521	682	119	135	135	137	150	8	derivação de armaduras E1
<b>7.3.4</b>	<b>Cabos</b>											
7.3.4.1	XG(zh)-U 3G1,5mm2 - RZ1-K(AS) -	m	4966	3586	8551,97	2020339	1575509	1575509	1575509	1805099		Piso -4 faz as escadas
7.3.4.2	XG(zh)-U 3x1,5mm2 - RZ1-K(AS) -	m	92									
7.3.4.3	XG(zh)-U 2x1,5mm2 - RZ1-K(AS) -	m	152									
<b>7.3.5</b>	<b>Tubagem</b>											
7.3.5.1	VD (zh) φ25	m	2815		2480	452	452	452	452	552	120	
7.3.5.2	Abraçadeiras	Un	8445		7440	1356	1356	1356	1356	1656	360	3 por metro

Figura 3.5: Mapa de medição de quantidades (adaptado)

Assim, de acordo com a figura **3.5**, é possível notar que existem diferenças, por déficit, em quantidades, resultado de alterações no projeto nas fases pós orçamentação. Isto pode acontecer por várias questões, como por exemplo licenciamentos ou mesmo alterações da arquitetura por incompatibilidades com projetos de especialidades, sendo estas situações indesejáveis, apesar de estes casos terem tendência a acontecer. Com este tipo de atividade é possível prever problemas futuros, quando se tem apenas em consideração as quantidades do mapa de quantidades, cuja consequência seria a falta de materiais em obra, implicando custos extras e atrasados desnecessários para a execução da obra.

#### 3.1.3. Considerações finais e boas práticas

Os exemplos anteriores tiveram como objetivo explicar a importância de uma análise metódica dos projetos e respectivos mapas de quantidades, e tal como referido anteriormente, estas tarefas são paralelas a outras.

No caso do primeiro exemplo, a análise dos desenhos de caminho de cabos e as respetivas medições serviram também para elaborar corretamente os pedidos de cotações a fornecedores, pedidos de esclarecimento ao cliente, preparações de obra e outras tarefas. Para desfecho do problema descrito, depois de se notar outros casos de omissões de quantidades, como por exemplo o caminho de cabos para ITED e Closed-Circuit Television (CCTV), e outros casos de erros de dimensionamento, como por exemplo o caminho de cabos entre gerador - quadro de transferência e QGBT - quadro de entrada, houve a necessidade de procurar outras soluções e questionar o cliente, de forma a garantir a conformidade final da obra.

No caso do segundo exemplo, a tarefa desempenhada serviu para dar seguimento a outras tarefas tal como no exemplo anterior. Da mesma forma foi possível notar que existiu uma diferença elevada nas quantidades de cabo e de caixas de derivação previstas para os trabalhos, isto porque as luminárias, de acordo com a ficha técnica e com as condições técnicas do projeto, não seriam adequadas, nem estaria previsto fazer derivações no seu interior. Foi também notado que existia nas condições técnicas a especificação que todos os equipamentos de iluminação deveriam vir equipados com DALI. Porém, no projeto inicialmente não estava previsto cablagem para o comando, nem equipamentos nos quadros para o controlo. Desta forma, perante estes problemas, foi realizado um pedido de esclarecimento ao cliente para resolver a não conformidade do projeto perante as condições técnicas.

Estes casos embora não recorrentes, requerem especial atenção de forma a evitar problemas futuros durante a execução da obra e prazos de conclusão.

## 3.2. Análise de orçamento e pedidos de cotação

Aquando da necessidade de aprovisionar o fornecimento de materiais para a execução da obra, surgem as tarefas de analisar os orçamentos e fazer pedidos de cotação ao mercado. Esta tarefa tem como objetivo perceber a previsão de custos do orçamento a partir da estimativa do custo da mão de obra para a execução da obra e dos pedidos de cotação feitos anteriormente pelo departamento de comercial.

Simultaneamente, a partir das medições realizadas anteriormente, é possível criar listas de elementos do mapa de quantidades para consultar o mercado. Consoante a especialização de cada fornecedor é realizado um pedido de cotação que abrange os materiais que este poderá fornecer. A importância deste passo advém do facto que o mercado tem preços voláteis e os preços do orçamento no momento desta consulta poderem não estar de acordo com os preços iniciais.

Posteriormente são elaborados mapas comparativos com os preços resultantes dos pedidos de cotação e os preços do orçamento, de maneira a ser possível avaliar quais as propostas de fornecimento mais vantajosas. É possível também a execução de mapas comparativos para pedidos de cotação de mão de obra de subempreiteiros a partir da estimativa de preços de mão de obra do orçamento.

Reunindo estas tarefas, para além dos seus propósitos individuais, é possível também a partir da junção dos seus resultados efetuar por fim a adjudicação do fornecimento dos materiais.

Assim, a partir do pedido de material ao departamento de compras, onde são compilados os resultados obtidos nas atividades anteriores, estes procedem à adjudicação e encomenda dos materiais consoante a necessidade da obra.

### 3.2.1. Caso prático - Análise de orçamentos

A análise de orçamentos é uma tarefa fundamental para a gestão de custos. Por esta razão, numa primeira observação do orçamento, o principal objetivo é compreender qual é a estrutura dos preços para cada artigo. A figura 3.6 é um exemplo de parte de um modelo de orçamento para a execução da rede de terras de um edifício.

CAP	DESIGNAÇÃO	UN	QTD	M.O. I	MD Total	Custo do Material	Custo Material Final	Custos Indirectos	Preço Unitário (I)	Total (I)
E	ALIMENTAÇÃO E DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA									
<b>3</b>	<b>REDES DE TERRAS</b>									
22.1.1	Fita 30x3mm com marcação BPROTEC, ref.3005E, Aço Cobreado 70µm	ml	755,12	4,00 I	4 983,79 I	5,58 I	4 213,57 I	0,50 I	15,91 I	12 013,96 I
22.1.2	Eléctrodo em piquet 2m Ø5/8", ref.4001Q, Aço cobreado 250µm - Considerado execução com ponta cabo entre electrodo e fita + ligador cabo-electrodo + soldadura cabo-fita	un	15	15,00 I	371,25 I	23,07 I	346,05 I	1,98 I	61,33 I	919,95 I
22.1.3	Ligação equipotencial, fita de 30x3mm/ferro Ø16mm, ref.4030A, Aço cobreado 70µm/ferro - Considerado ligador bimetalico, ligação ferro-fita, considerado execução pela c. civil ponta ferro	un	34	15,00 I	841,50 I	9,58 I	325,72 I	1,30 I	40,42 I	1 374,28 I
22.1.4	Soldadura Eletrogénea para ligação ao ferro da estrutura	un	66	20,00 I	2 178,00 I	28,83 I	1 902,88 I	2,54 I	78,79 I	5 200,14 I
22.1.5	Cartucho Cadweld Plus 90PLUSF20, ref.165705 - Item 22.14	un	66							
22.1.6	Empaquetaduras SCDM01, ref.120886 - Item 22.14	un	7							
22.1.7	Caixa de visita em betão, ref.4005B, 285x240x205mm	un	1	50,00 I	82,50 I	47,94 I	47,94 I	5,14 I	159,55 I	159,55 I
22.1.8	Barra Coletora 7 furos 300x40x5mm, ref.4022C, cobre	un	1	15,00 I	24,75 I	31,51 I	31,51 I	2,40 I	74,41 I	74,41 I
22.1.9	Conetor KS simples, Ø6-10mm, ref.2024C, aço inox	un	2	4,00 I	13,20 I	5,30 I	10,60 I	0,48 I	15,03 I	30,06 I
22.1.10	Ligador em linha 2 placas, Ø8-10, fl.30mm/, Ø8-10, fl.30mm, ref.2017F, aço inox	un	1	4,00 I	6,60 I	4,84 I	4,84 I	0,46 I	14,32 I	14,32 I
	Total				9 394,52 I		7 971,76 I	687,60 I		21 663,19 I

Figura 3.6: Mapa de orçamento (simulado).

Os primeiros aspetos a notar é a designação dos artigos, o que implica o fornecimento de materiais e o trabalho relacionado com o artigo. Como por exemplo, o primeiro artigo da figura 3.6 trata-se do fornecimento de uma fita de aço cobreado e dos trabalhos de instalação, sendo desta forma, preciso ter em especial atenção o que a instalação da mesma implica, nomeadamente os suportes, espaçadores, ligadores ou até mesmo terminais. Estas implicações podem ser encontradas nas condições técnicas da obra, no projeto ou até mesmo na ficha técnica do material em questão.

De seguida, a atenção volta-se para os custos atribuídos à mão de obra, este custo é atribuído de acordo com o tempo expectável e complexidade do trabalho, seguido por o ajustes que levam ao valor final da mão de obra. É importante perceber estes valores, especialmente para a subcontratação, de forma a entender se os valores das propostas destes estão de acordo com o nosso valor.

O custo do material é calculado de diversas formas, dependendo se é material de stock corrente ou se requer consulta ao mercado. No caso de ser material de stock o custo já está tabelado, mas no caso de ser necessária consulta ao mercado, esta é feita a vários fornecedores e, consoante as cotações, é calculado o preço que, posteriormente, é somado os vários custos atribuídos ao artigo, e vários materiais caso sejam necessários.

Seguidamente o valor passa por ajustes e por fim é calculado o valor final do material.

### 3. Funções de Direção de obra em pré execução

Os custos indiretos são custos atribuídos de acordo com aspetos indiretos ao artigo, normalmente são calculados para a totalidade da obra, estes custos são atribuídos consoante a necessidade de serviços da obra, como por exemplo, custo de transporte de materiais para a obra de acordo com a distância; custos de estaleiro depende, dos serviços implicados; custos de estrutura como a direção de obra, preparadores, técnicos de segurança e ou fiscalização; e por fim custos de equipamentos necessários, como por exemplo, plataformas elevatórias, gruas, andaimes e/ou camiões grua. Todos estes custos dependem do que será necessário para a obra, sendo calculados na totalidade e diluídos por todos os artigos.

A figura 3.7 apresenta o valor final, onde são somados todos os custos unitários, multiplicados pela respetiva quantidade.

CAP	DESIGNAÇÃO	UN	QTD	Preço Unitário (€)	Total (€)
<b>3</b>	<b>REDES DE TERRAS</b>				
22.1.1	Fita 30x3mm com marcação BPROTEC, ref.3005E, Aço Cobreado 70µm	ml	755,12	17,91	<b>13 524,20</b>
22.1.2	Eléctrodo em piquet 2m Ø5/8", ref.4001Q, Aço cobreado 250µm	un	15	68,03	<b>1 020,45</b>
22.1.3	Ligação equipotencial, fita de 30x3mm/ferro Ø16mm, ref.4030A, Aço cobreado 70µm/ferro	un	34	44,90	<b>1 526,60</b>
22.1.4	Soldadura Eletrogénea para ligação ao ferro da estrutura	un	66	94,78	<b>6 255,48</b>
22.1.5	Cartucho Cadweld Plus 90PLUSF20, ref.165705 - Item 22.14	un	66		
22.1.6	Empaquetaduras SCDM01, ref.120886 - Item 22.14	un	7		
22.1.7	Caixa de visita em betão, ref.4005B, 285x240x205mm	un	1	177,57	<b>177,57</b>
22.1.8	Barra Coletora 7 furos 300x40x5mm, ref.4022C, cobre	un	1	77,94	<b>77,94</b>
22.1.9	Conetor KS simples, Ø6-10mm, ref.2024C, aço inox	un	2	19,15	<b>38,30</b>
22.1.10	Ligador em linha 2 placas, Ø8-10, fi.30mm/, Ø8-10, fi.30mm, ref.2017F, aço inox	un	1	15,24	<b>15,24</b>
22.1.11	Fita 30X2mm, ref.3003A, cobre estanhado	ml	10	27,05	<b>270,50</b>
22.1.12	União para eléctrodo roscado Ø14,2mm, ref.4002E, bronze	un	3	21,24	<b>63,72</b>
22.1.13	Eléctrodo de Grafite, ref.4001J, grafite	un	1	496,85	<b>496,85</b>
22.1.14	Produto de melhoramento de terras, ref.163670	un	1	425,77	<b>425,77</b>
22.1.15	Barra coletora com ligador amovível, ref.4011H, cobre - QGBT/PT (piso 1)	un	1	383,66	<b>383,66</b>
22.1.16	Cabo XV-1G50 - ligação do QGBT à rede de terras	ml	12	46,73	<b>560,76</b>
22.1.17	Tubo ERM50 - enterrado p\ alimentação dos poços de bombagem e caixa de visita da rede de terras	ml	33	76,79	<b>2 534,07</b>
22.1.18	Ensaio necessários ao bom funcionamento da rede de terras incluindo medição da resistência de terra	vg	1	389,95	<b>389,95</b>
22.1.19	Telas Finais da rede de terras instalada - Incluído	vg	1		
Total					<b>27 761,06</b>

Figura 3.7: Exemplo de orçamento (simulado).

Durante esta análise é necessário ter em atenção vários pontos, tal como referido anteriormente, a designação do artigo é geral e pode ou não incluir todos os trabalhos e materiais associados, no caso do exemplo deste orçamento todos os artigos estão discriminados de acordo com a memória descritiva, condições técnicas e projeto. Porém este facto não impede a consulta dos mesmos para a compreensão dos materiais necessários para a execução dos trabalhos. Torna-se crucial perceber como estão estruturados os custos, o que advém da necessidade de gerir os custos do fornecimento de materiais e/ou da subcontratação de terceiros da forma mais rentável possível.

### 3.2.2. Caso prático - Pedidos de cotação e análise de propostas

Os pedidos de cotação tratam-se de consultas ao mercado a fim obter propostas dos fornecedores relativamente a preços e prazos de entrega de artigos ou serviços. Para realizar estas consultas normalmente organizam-se os artigos dos mapas de quantidades consoante a área do fornecedor, e, de acordo com as medições dos elementos da obra, cria-se um mapa com as quantidades de fornecimento para a execução da obra. Para garantir que o fornecedor compreende o que se pretende com o fornecimento, este mapa é acompanhado geralmente de toda a documentação relevante, isto é, caderno de encargos, memória descritiva e desenhos do projeto. A figura 3.8 trata-se de uma resposta a um pedido de cotação de acordo com o descrito anteriormente.

**LISTA DE PREÇOS:**

DESIGNAÇÃO	QTD.	PREÇO UNITÁRIO [EUR]	PREÇO TOTAL [EUR]
Grupo Eletrogéneo 545 kVA Construção	1	53.178,00	53.178,00
Quadro Inversor Rede-Grupo 800A (opcional)	1	2.962,00	2.962,00
Módulo de expansão com 8 relés	1	377,00	377,00
Modem	1	348,00	348,00
<b>INCLUI:</b>			
Depósito diário de combustível, incorporado na estrutura do grupo (sem combustível), incluindo válvulas.			
Conjunto de baterias de arranque.			
Carregador automático de baterias.			
Resistência de pré aquecimento.			
<b>Entrega &amp; Comissionamento (*)</b>			
Transporte e entrega em cima do camião (sem descarga), arranque e ensaios segundo nossas normas ET, incluindo formação aos técnicos em horário laboral	1	750,00	750,00

(\*): **Entrega:** Na obra, em camião (SEM DESCARGA).

**NOTA** Todo o circuito elétrico a jusante e a montante dos equipamentos, bem como todos os trabalhos extra como instalação elétrica associada, tubagem de escape, obras de construção civil associadas e tratamento acústico são da responsabilidade do cliente e deverão estar de acordo com normas de instalação.

**Figura 3.8:** Excerto de proposta de fornecimento (adaptado).

Após o envio dos pedidos de cotação, habitualmente dirigidos a vários fornecedores, estes procedem à sua avaliação e respondem com a respetiva proposta de fornecimento. A análise destas propostas também é de especial atenção, dado que por vezes os fornecedores podem não ter em atenção a documentação e não responder com uma proposta de acordo com o especificado. No caso do exemplo da figura 3.8, o fornecedor respondeu exatamente com o pedido, que apesar de não estar aqui representada, a proposta foi também acompanhada pelas fichas técnicas e declaração de conformidade CE respetivas, tal como datas previstas de entrega, o que demonstra um grande compreensão do fornecedor para com as necessidades do cliente.

### 3. Funções de Direção de obra em pré execução

Estes procedimentos representam uma gestão de compras estratégica contribuindo para a garantia da qualidade dos equipamentos apresentados ao cliente.

#### 3.2.3. Caso prático - Elaboração de mapas comparativos

Numa fase posterior aos pedidos de cotação, quando estes tem diversos fornecedores, são elaborados mapas comparativos com as diversas propostas, com o objetivo de identificar e analisar os preços unitários e globais da propostas. Estes mapas comparativos são compostos pelo excerto do mapa de fornecimento do pedido de cotação e os preços secos dos materiais do orçamento. Para efeitos de comparação são também discriminados os fornecedores e as propostas com observações consideradas relevantes. A figura 3.9 trata-se de um exemplo da execução de um mapa comparativo dos cabos de distribuição da energia de uma obra.


OBRA				ORÇAMENTO BRAGALUX		FORNECEDOR 1		V1		FORNECEDOR 2		V1	
				SECO		Preço Líquido (€)    Total (€)		132 261,09 €		Preço Líquido (€)    Total (€)		130 959,22 €	
				Preço Unitário (€)	Total (€)			Observações	Observações				
Artig	Descrição	Un	Qtd.										
7.2	Distribuição de Energia				- €								
7.2.3	Cabos				- €								
7.2.3.1	RZ1-K(AS) 5G25 mm <sup>2</sup>	m	1809	14,00 €	25 324,19 €	12,55 €	22 702,95 €	FT + CE		12,17 €	22 021,86 €		aprox 40 dias
7.2.3.2	RZ1-K(AS) 5G35 mm <sup>2</sup>	m	1153	18,68 €	21 536,89 €	17,47 €	20 142,91 €	FT + CE		17,30 €	19 941,48 €		
7.2.3.3	XG(frs)- 5G25mm <sup>2</sup>	m	1661	17,05 €	28 318,39 €	14,70 €	24 416,70 €	FT + CE		14,41 €	23 928,37 €		
7.2.3.4	XG(frs) -R 1x25 mm <sup>2</sup>	m	266	3,68 €	979,68 €	3,13 €	832,58 €	FT + CE		2,82 €	749,32 €		
7.2.3.5	XG(frs) -R 1x50 mm <sup>2</sup>	m	1420	6,47 €	9 180,30 €	5,54 €	7 866,80 €	FT + CE		5,48 €	7 788,13 €		
7.2.3.6	XG(frs) -R 1x70 mm <sup>2</sup>	m	104	8,85 €	920,40 €	7,65 €	795,60 €	FT + CE		8,03 €	835,38 €		
7.2.3.7	XG(frs) -R 1x95 mm <sup>2</sup>	m	1424	11,11 €	15 822,06 €	9,81 €	13 969,44 €	FT + CE		9,52 €	13 550,36 €		
7.2.3.8	XG(frs) -R 1x120 mm <sup>2</sup>	m	945	14,71 €	13 900,95 €	12,60 €	11 907,00 €	FT + CE		12,85 €	12 145,14 €		
7.2.3.9	LXG(zh) 1x185 mm <sup>2</sup>	m	1809	3,21 €	5 810,51 €	2,91 €	5 264,19 €	FT + CE		2,97 €	5 369,47 €		
7.2.3.10	RZ1-K(AS) 1x25 mm <sup>2</sup>	m	215	2,96 €	636,62 €	2,52 €	541,80 €	FT + CE		2,51 €	539,63 €		
7.2.3.11	RZ1-K(AS) 1x50 mm <sup>2</sup>	m	860	5,52 €	4 746,34 €	4,85 €	4 171,00 €	FT + CE		5,58 €	4 796,65 €		
7.2.3.12	RZ1-K(AS) 1x120 mm <sup>2</sup>	m	105	13,21 €	1 386,84 €	10,92 €	1 146,60 €	FT + CE		10,70 €	1 123,67 €		
7.2.3.13	RZ1-K(AS) 1x150 mm <sup>2</sup>	m	546	16,97 €	9 263,98 €	13,62 €	7 436,52 €	FT + CE		13,21 €	7 213,42 €		
VE	RZ1-K(AS) 5G10 mm <sup>2</sup> VERDE	m	2100		- €	5,27 €	11 067,00 €	FT + CE		5,22 €	10 956,33 €		
				137 827,14 €		TOTAL PROPOSTA: 132 261,09 €				TOTAL PROPOSTA: 130 959,22 €			
						COMPARÁVEL: 137 827,14 €				COMPARÁVEL: 137 827,14 €			
						DIFERENCIAL CUSTO : 4,04%				DIFERENCIAL CUSTO : 4,98%			

Figura 3.9: Exemplo mapa comparativo (simulado).

O exemplo da figura 3.9, numa primeira análise, parece uma decisão simples, ou seja, o fornecedor 2 tem claramente uma melhor proposta que o fornecedor 1. Porém existem outros pontos a ter em consideração. Para além dos preços de uma proposta é preciso também prestar atenção a outros aspetos como por exemplo a qualidade e o cumprimento das normas regulamentares dos artigos, tal como a experiência do fornecedor, a capacidade de cumprimento de prazos e as condições de pagamento. Deste modo, tendo em consideração as particularidades mencionadas anteriormente, e de acordo com as observações do mapa comparativo, é possível notar que existem fichas técnicas e declarações de conformidade CE indicado na proposta do fornecedor 1, para além um prazo de entrega pós adjudicação menor que o fornecedor 2, criando

assim um maior nível de confiança neste perante o outro fornecedor.

Assim, a elaboração de mapas comparativos é entendido como um procedimento que permite um apoio à decisão, que permite justificar a adjudicação com transparência, contribuindo para a otimização de custos, mitigação de riscos contratuais e uma garantia de qualidade para a execução da obra.

### 3.2.4. Caso prático - Pedidos de Material

Os pedidos de material são um processo interno, com o objetivo de formalizar a comunicação entre a direção de obra e o departamento de compras, sobre a adjudicação do fornecimento de materiais. Estes pedidos são realizados quando existe a necessidade de fornecimento de materiais em obra, geralmente, no seguimento aos pontos referidos atrás para garantir a conformidade do processo. A figura 3.10 é um exemplo prático de um pedido de material constituído por quadros elétricos.

Pos.		Data em Obra	FORNECEDOR	Marca	Modelo	Descrição	Un	Qty	Custo BLX		Custo Compra	
									Unitário (€)	Total (€)	Unitário (€)	Total (€)
01	IMEDIATO			SHNEIDER	PRISMASET P	Q.G.B.T	un	1	947,643 €	947,643 €	846,1095	846,110 €
02	IMEDIATO			SHNEIDER	PRISMASET XL	Q.E.FORNOS	un	1	1 099,493 €	1 099,493 €	981,69	981,690 €
03	IMEDIATO			SHNEIDER	PRISMASET XL	Q.E.P.T.A (N)	un	1	392,090 €	392,090 €	350,0805	350,081 €
04	IMEDIATO			SHNEIDER	PRISMASET XL	Q.E.P.T.A (S)	un	1	157,186 €	157,186 €	140,3445	140,345 €
05	IMEDIATO			SHNEIDER	PRISMASET XL	Q.E.P.T (N)	un	1	1 418,999 €	1 418,999 €	1266,963	1 266,963 €
06	IMEDIATO			SHNEIDER	PRISMASET XL	Q.E.P.T (S)	un	1	180,644 €	180,644 €	161,289	161,289 €
07	IMEDIATO			SHNEIDER	PRISMASET XL	Q.E.ARMazÉM(N)	un	1	653,693 €	653,693 €	583,6545	583,655 €
08	IMEDIATO			SHNEIDER	PRISMASET XL	Q.E.ARMazÉM(S)	un	1	179,538 €	179,538 €	160,302	160,302 €
09	IMEDIATO			SHNEIDER	KAEDRA	Q.MANUTENÇÃO	un	1	49,500 €	49,500 €	44,196	44,196 €
10	23/04/2024			SHNEIDER	PRISMASET XL	Q.E.BALNEARIOS(N)	un	1	529,944 €	529,944 €	473,1645	473,165 €
11	23/04/2024			SHNEIDER	PRISMASET XL	Q.E.BALNEARIOS(S)	un	1	159,281 €	159,281 €	142,215	142,215 €
12	23/04/2024			SHNEIDER	PRISMASET XL	Q.CANTINA(N)	un	1	400,678 €	400,678 €	357,7485	357,749 €
13	23/04/2024			SHNEIDER	PRISMASET XL	Q.CANTINA (S)	un	1	143,512 €	143,512 €	128,136	128,136 €
14	23/04/2024			SHNEIDER	PRISMASET XL	Q.SERV (S)	un	1	361,534 €	361,534 €	322,7985	322,799 €
15	23/04/2024			SHNEIDER	PRISMASET XL	Q.SERV (EST.)	un	1	510,641 €	510,641 €	455,9295	455,930 €
16	23/04/2024			SHNEIDER	PRISMASET XL	Q.E.ESTACIONAM.(N)	un	1	397,826 €	397,826 €	355,2015	355,202 €
17	23/04/2024			SHNEIDER	PRISMASET XL	Q.E.ESTACIONAM.(S)	un	1	157,334 €	157,334 €	140,4765	140,477 €
18	23/04/2024			SHNEIDER	THALASSA PLA	Q.SEGURANÇA	un	1	1 775,127 €	1 775,127 €	1584,9345	1 584,935 €
19	23/04/2024			SHNEIDER	PRISMASET XL	Q.SEG.EST.	un	1	368,876 €	368,876 €	329,3535	329,354 €
20	23/04/2024			SHNEIDER	THALASSA PLM	Q.DESENF.P0	un	1	312,369 €	312,369 €	278,901	278,901 €
						Morada : Rua da Aparelada						
<b>TOTAL:</b>									<b>10 195,91 €</b>		<b>9 103,49 €</b>	

Figura 3.10: Pedido de material (simulado).

Conforme é possível observar na figura 3.10, o modelo de pedido de material tem diversos pontos por preencher consoante os materiais em questão para fornecimento. Estes pontos são definidos com a finalidade de assegurar uma comunicação clara dos materiais desejados, a quantidade, o preço seco para a empresa e o custo de compra destes, sendo também associado ao mesmo, o local e a data desejada de entrega dos materiais. Contudo, ocasionalmente, quando se

trata de materiais correntes existe a possibilidade de efetuar estes pedidos sem preencher certos pontos, deixando assim a encargo do departamento de compras a adjudicação do fornecimento dos materiais de acordo com os melhores preços no mercado.

Este processo é indispensável para a execução de uma obra e tem a finalidade de garantir a adjudicação e/ou a consulta para com os fornecedores, contribuindo, da mesma forma, como um instrumento de coordenação e de eficiência dentro da empresa.

#### **3.2.5. Considerações finais e boas práticas**

Estes processos, descritos anteriormente, encontram-se profundamente interligados entre si e com outros processos de gestão de obra. A partir da análise dos orçamentos, é possível compreender os artigos do mapa de quantidades e identificar como foi constituído o preço para cada um deles.

Com base nessa informação, avançam-se para os pedidos de cotação, nos quais, tendo em consideração qual é a constituição dos artigos, procede-se as consultas do mercado, obtendo preços atualizados junto dos diferentes fornecedores. Posteriormente, após a análise dos custos indicados no mapa de quantidades do orçamento e das propostas recebidas individualmente, elabora-se o mapa comparativo, que permite analisar todos as propostas, comparando os custos e outros aspetos relevantes. Esta análise possibilita, em alguns casos, a negociar de preços com os fornecedores, ou, em alternativa, a adjudicação direta à melhor proposta. Concluídas estas etapas, são realizados os pedidos de material ao departamento de compras, geralmente, acompanhados com a proposta do fornecedor, de forma a formalizar a adjudicação do fornecimento.

Este processo revela-se fundamental para a execução da obra, uma vez que, através de uma análise metódica de todos os artigos dos mapas de quantidade, das propostas de fornecimento e dos mapas comparativos, é possível evitar potenciais problemas futuros, selecionar as soluções mais vantajosas e mitigar riscos de atrasos associados a fornecimentos.

Em síntese, todos estes procedimentos têm como objetivo assegurar a transparência e eficiência do processo de adjudicação, reforçando o controlo de custos e a viabilidade financeira da obra.

### **3.3. Boletim de aprovação de materiais e equipamentos**

Os Boletim de Aprovação de Materiais e Equipamentos (BAME), também designados como Fichas de Aprovação de Materiais e Equipamentos (FAME) ou Pedidos de Aprovação de Materiais (PAM), dependendo da entidade, são formulários com o objetivo de validar previamente a utilização de determinados materiais ou equipamentos.

Este processo tem como finalidade garantir que não são implementados em obra materiais ou equipamentos que não cumpram o caderno de encargos, as especificações do projeto, normas regulamentares em vigor e condições impostas pelo dono de obra ou pela fiscalização.

Geralmente a criação da BAME é um dos processo antecedente à adjudicação de fornecimento, garantindo que não é efetuada a compra de um material que não será incorporado na obra. Este boletim reúne a marca, modelo e características do material proposto e é acompanhado das fichas técnicas e declarações de conformidade CE, entre outros, sendo por vezes até enviado uma amostra do material em questão.

Os elementos são assim submetidos à fiscalização ou à equipa de projeto para a verificação de conformidade perante o caderno de encargos e especificações do projeto, que, dependendo destes aspetos, é posteriormente emitida uma decisão de aprovação, aprovação condicionada ou rejeição.

Os Mapas Comparativos de Materiais (MCM) são documentos que podem acompanham a BAMEs em ocasiões especiais. Estes mapas que consistem em matrizes comparativas com o objetivo de comparar de forma clara e estruturada o material previsto com o proposto.

### 3.3.1. Caso prático - Boletim de aprovação de materiais e equipamentos

A criação de BAMEs são processos típicos no decorrer do ciclo da obra. Tal como descrito anteriormente estes boletins são submetidos para a avaliação pelo dono da obra ou fiscalização. A figura 3.11 trata-se de um exemplo de uma FAME submetida para um equipamento de iluminação decorativa de um estabelecimento de ensino.

**FICHA DE APROVAÇÃO DE  
MATERIAIS E EQUIPAMENTOS  
Nº: IE 043**

Obra: ESTABELECIMENTO DE ENSIO Nº Obra: XXXXXX  
 Dono de Obra: IRRELEVANTE

**IDENTIFICAÇÃO DO MATERIAL/EQUIPAMENTO PREVISTO**

Identificação Material/Equip. Tipo IL.09.J  
 Localização na Obra: Iluminação decorativa  
 Ref.ª da Lista de Preços: E.6.4 - Artigo E.6.4.2.1.111  
 Ref.ª Cond. Técn. Específicas: Cp.6.2 pag 78  
 Marca/Modelo de projecto: KAIA Etu Globe

**IDENTIFICAÇÃO DO MATERIAL/EQUIPAMENTO PROPOSTO**

Marca / Modelo: SUSPENSÃO MIRALE 9416930 LED E27 da Nova Luce / DECO LED  
TECNO VINTAGE TRANSPARENT T9 FLT90527 da Dura Lamp  
 Características: Mirale- 30x187mm , cor (gold, clear e black), material (metal e glass) / DECO LED -  
vintage, "filament LED", cor led 2700k, 5W

Anexos:

Declaração de Desempenho (DOP)	<input type="checkbox"/>	Certificado Empresa	<input type="checkbox"/>
Declaração Conformidade CE	<input checked="" type="checkbox"/>	Registo Empresa na ANPC (SCI)	<input type="checkbox"/>
Certificado de Produto	<input type="checkbox"/>	Termo de Responsabilidade/Garantia*	<input type="checkbox"/>
Cert. Controlo Produção Fábrica	<input type="checkbox"/>	Ficha / Especificações Técnicas	<input checked="" type="checkbox"/>
Doc. Homologação, Classificação, etc.	<input type="checkbox"/>	Catálogos / Manuais	<input type="checkbox"/>
Estudo de Composição	<input type="checkbox"/>	Amostra	<input type="checkbox"/>
Relatório de Ensaios	<input type="checkbox"/>	Ficha Dados Segurança	<input type="checkbox"/>
Aprovação Técnica Europeia (ETA)	<input type="checkbox"/>	Outros	<input checked="" type="checkbox"/>

**Material / Equipamento sujeito a Marcação CE:**  
 No site do IPQ (<http://www1.ipq.pt/pt/assuntos/europeus/marcacao/ce/Pages/MarcacaoCE.aspx>) estão publicadas as Listas das "Diretivas Nova Abordagem" e as listas de normas harmonizadas dos produtos sujeitos a Marcação CE. No caso do "Regulamento dos Produtos de Construção" o fabricante deve emitir uma declaração de desempenho de acordo com anexo III desse regulamento (UE/305/2011).  
 \*A Entregar após conclusão dos trabalhos

Figura 3.11: Exemplo de uma ficha de aprovação de material e equipamentos (adaptado).

Estas fichas são documentos bastante explícitos e objetivos, e geralmente contêm uma secção onde são preenchidas as identificações do material/equipamento previstos e outra secção para o proposto. O material previsto já conta com uma identificação no caderno de encargos, sendo então, o objetivo identificar e descrever o material proposto da forma mais clara e evidente, de modo a facilitar uma melhor compreensão por parte da equipa de fiscalização ou equipa de projeto. Importa ainda destacar a existência de uma secção destinada a anexos. No caso do exemplo, este foi acompanhado da declaração de conformidade CE e ficha técnica, como seria expectável, mas também de um outro documento particularmente relevante, que é o mapa

comparativo de materiais.

### 3.3.2. Caso prático - Mapa comparativo de material

O acompanhamento de mapas comparativos de materiais, são casos extraordinários das BAMEs que se deve pelo facto destes não serem muito relevantes na maioria das circunstâncias, porém no caso da FAME do ponto anterior, este procedimento talvez seja decisivo para a aprovação ou rejeição do material proposto. A figura 3.12 é um exemplo do documento mencionado no ponto anterior, isto é, o mapa comparativo de materiais.

blx bragalux		MAPA COMPARATIVO DE MATERIAIS		Data:	32/13/2038
Centro de Custo:	XXXXXXXXXXXXXX			N.º MCM:	001
Designação Obra:	ESTABECIMENTO DE ENSINO				

		Material previsto	Aspecto físico:	Material proposto	Aspecto físico:
BAM 43	Descrição	IL09J		IL09J	
	Marca	KALIA		NOVA LUCE / DURA LAMP	
	Modelo	ETU Globe		Mirale/DECO LED TECNO VINTAGE	
	Potência	6W(E27)		5W(E27)	
	Flux	470 lm		550lm	
	Temperatura de Cor	2200K		2700K	
	h de funcionamento	5/Informação		15000H	
	CRI	90		>80	
	IP	IP20		IP20	
	Tensão	230 Vac		220-240 Vac	
	Material	Brass e vidro		Metal e vidro	
	Dimensões	D = Ø 350 mm e H = 200/400/600mm		D = Ø 300 mm e H = 187 mm	
	Peso	6 kg		1.3+0.040(amp) kg	
	Local de Aplicação	Tetos(suspensão)		Tetos(suspensão)	
Observações:	Considerado a lâmpada LED das opções do produto, conforme indicado no CE	Proposta para globo e lâmpada .			

Figura 3.12: Exemplo mapa comparativo de materiais (adaptado).

Estes mapas são constituídos pela comparação das principais características mencionadas no caderno de encargos, evidenciando também os aspetos físicos dos materiais tanto previstos como propostos. O principal objetivo deste procedimento é demonstrar à entidade que está a analisar a FAME, que o material proposto tem um aspeto idêntico ao previsto, cumprindo também com as principais características impostas no caderno de encargos ou projeto. Por vezes também pode ser proposto um produto diferente mas que se enquadre melhor a arquitetura. Neste caso prático, este passo tornou-se fundamental para a aprovação do material proposto, uma vez que este posteriormente à análise da fiscalização, voltou aprovado condicionalmente. A condição proposta pela fiscalização foi o uso do material de iluminação proposto com a lâmpada prevista no caderno de encargos.

#### 3.3.3. Considerações finais e boas práticas

A criação e submissão dos boletins de aprovação de materiais e equipamentos BAME constitui um processo essencial para a garantia da qualidade e conformidade técnica de uma obra. Durante a sua elaboração, é indispensável assegurar uma descrição clara, objetiva e completa dos materiais ou equipamentos propostos, da mesma forma, que o acompanhamento das respetivas fichas técnicas, declarações de conformidade CE e outras documentações relevantes. Sempre que aplicável, deve ainda ser considerada a inclusão dos mapas comparativos de materiais MCM, sobretudo em situações que os aspetos visuais ou estéticos se revelem determinantes, uma vez que uma análise comparativa imediata pode influenciar a decisão da fiscalização ou do dono de obra.

Para além da correta preparação, é igualmente fundamental manter o registo sistemático e arquivo de todo estes procedimentos, contemplando as submissões e as respetivas respostas. Este procedimento garante a necessária rastreabilidade do processo e das documentações, o que assume especial importância na salvaguarda do dono de obra e fiscalização, evitando a incorporação de materiais ou equipamentos inadequados que possam comprometer o desempenho, a qualidade e/ou a conformidade final do projeto. Simultaneamente, salvaguarda a entidade executante, de não adjudicar o fornecimento de materiais que não sejam aprovados.

Acresce que, em determinados casos, a utilização das propostas de fornecimentos e dos prazos de entrega como elementos de negociação ou como argumentos adicionais para a aprovação de determinados materiais ou equipamentos, demonstrando que este processo, pode também servir como uma articulação estratégica entre as entidades.

Em síntese, este processo garante que os materiais incorporados em obra respeitam os requisitos técnicos e regulamentares definidos no projeto e caderno de encargos, promovendo um entendimento entre os vários intervenientes e reforçando não apenas a transparência, a confiança, mas também a eficiência global da obra.

### 3.4. Pedidos de esclarecimento

Os Pedidos de Esclarecimento (PE), também designados como Pedido de Informação Adicional (PIA) em contratos públicos, *Requests For Information* (RFI) ou *Technical Query* (TQ) em projetos internacionais, são processos formais de comunicação na execução de obras, de forma a obter informações ou clarificar aspetos técnicos que não estejam devidamente explícitos no conjugado do projeto, memória descritiva, caderno de encargos e arquitetura.

Estes pedidos de esclarecimento são elaborados de forma a elucidar o dono de obra, fiscalização ou equipa de projeto, de uma incompatibilidade de especialidades, dúvidas relativas às instruções do trabalho ou materiais previstos. Posteriormente estas entidades esclarecem estes problemas com o objetivo de manter a equidade e transparência para com os envolvidos. A finalidade deste processo é o esclarecimento de adversidades à execução da obra e boas práticas de qualidade, prevenindo assim atrasos ou litígios futuros e reduzindo os riscos de erros na execução dos trabalhos.

#### 3.4.1. Caso prático - Pedido de Esclarecimento

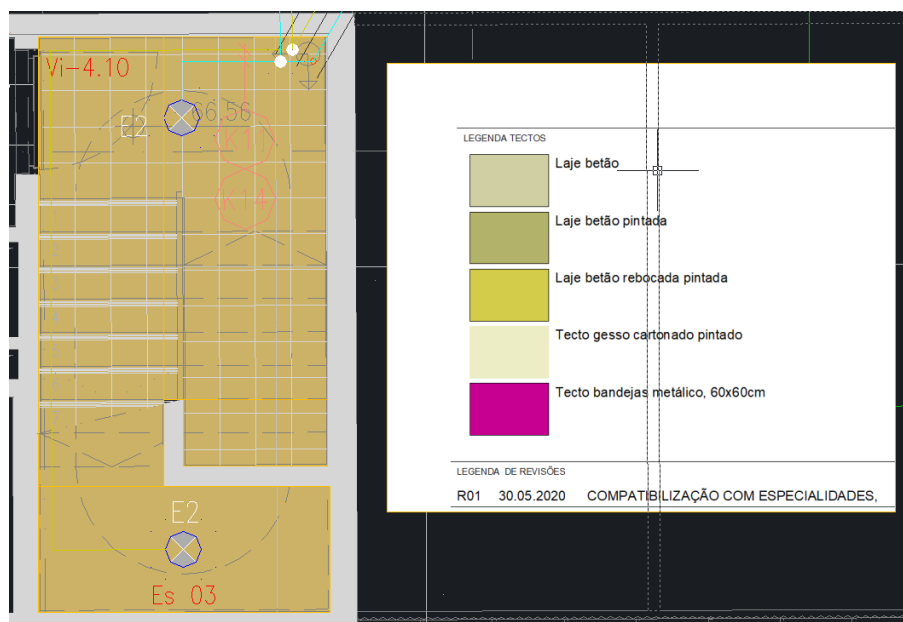
Os pedidos de esclarecimento geralmente são comunicados ao dono de obra, fiscalização ou equipa de projeto através de comunicações por email ou até por submissão de fichas em plataformas de gestão de obra. Estes normalmente são constituídos por um texto explicativo, sendo acompanhados pelos elementos necessários à justificação para a compreensão das entidades envolvidas.

Neste caso prático, foi submetido um RFI com o seguinte texto explicativo:

"Da análise dos projetos nas escadas Es 01 e Es 03, de acordo com a memória descritiva prevê-se a instalação de luminárias do tipo E2, tipologia de montagem encastrada, de acordo com a planta de tetos nesta zona prevêem-se ser do tipo de laje de betão, o que impossibilita a instalação da luminárias prevista.

Aguardamos esclarecimento."

A figura **3.13**, é uma representação dos elementos anexados ao texto do pedido de esclarecimento.



**Figura 3.13:** Exemplo elementos de PE (adaptado).

A partir do texto explicativo e dos elementos anexados, foi possível à fiscalização compreender a incompatibilidade entre o acabamento previsto para os tetos da zona e a tipologia de montagem das luminárias previstas. Posteriormente a fiscalização reencaminhou o problema para a equipa de projeto, estes mais habilitados para esclarecer a questão tendo sido enviado o seguinte esclarecimento:

"Relativamente a esta questão, a solução será prever a instalação de luminárias tipo E3, em detrimento das luminárias do tipo E2, nestas escadas."

Concluiu-se então este RFI, com uma alteração do projeto e dos elementos dos mapas de quantidades, alterando e substituindo-se a quantidade de luminárias afetadas do tipo E2 para E3, que contam com uma tipologia de montagem saliente permitindo a execução do trabalho. A partir deste exemplo é possível demonstrar que estes procedimentos não se tratam de mera burocracia, mas sim boas práticas de gestão de informação com a finalidade de promover a eficiência, conformidade, comunicação e qualidade final da obra.

#### 3.4.2. Considerações finais e boas práticas

Os pedidos de esclarecimentos PE constituem uma ferramenta indispensável de gestão de informação e comunicação entre as envolvidas entidades na execução da obra. Estes procedimentos permitem clarificar dúvidas e resolver incompatibilidades dos projetos, assegurando que todos os trabalhos executados estão em conformidade com os requisitos técnicos e regulamentares.

Destaca-se, assim, a importância de na elaboração dos PE, estes, sejam formulados de forma clara, objetiva e devidamente fundamentada, e sempre que possível, acompanhada por elementos gráficos ou técnicos que ilustrem a situação. O cuidado neste procedimento, garante assim a compreensão por parte do dono de obra, fiscalização e/ou a equipa de projeto, facilitando a tomada de decisão atempada.

É igualmente importante o registo sistemático e arquivo de todos os pedidos e respetivos esclarecimentos, assegurando a rastreabilidade do processo e da mesma forma, possibilitando a consulta futura em caso de duvida ou potenciais litígios.

Em síntese, os PE garantem que as dúvidas na execução dos preliminares á execução dos trabalhos são corretamente esclarecidas, garantindo então que não existem problemas com o resultado final da obra, contribuindo para uma redução dos riscos de erros e de atrasos dos trabalhos, reforçando a melhor qualidade do resultado e da eficiência da obra.

## 3.5. Planeamento e preparações de obra

As preparações e o planeamentos de obra constituem processos fundamentais no decorrer do ciclo da obra, uma vez que asseguram a organização, a eficiência e a coerência das atividades a desenvolver.

Estas preparações acontecem numa fase de conceção e de execução, para assegurar a eficiência dos procedimentos em obra. As preparações tem como principal objetivo consolidar as decisões técnicas, compatibilizar as especialidades e ajustar os projetos, deferindo as estratégias de execução e fornecimentos. Os planeamentos concentram-se maioritariamente em estratégias para a execução, através da criação de cronogramas de planos de trabalhos, fornecimento de materiais e gestão de recursos humanos. Assim, o planeamento permite estruturar as tarefas futuras, otimizar o uso de recursos e garantir os prazos de fornecimento.

Importante sublinhar que estas áreas têm estado no foco da dinâmica de inovação, principalmente através do uso de *softwares* especializados para BIM e gestão de planeamento, reforçando a sua importância na atualidade da digitalização, comunicação e eficiência.

### Preparações de obra

As preparações são um conjunto de tarefas transversais a diversas etapas da obra, com a finalidade de assegurar um fluxo eficiente dos trabalhos e da informação entre os diversos intervenientes. Estas, que em diferentes fases da obra assumem formas distintas, garantem

sempre que as soluções projetadas são exequíveis, coerentes e adaptadas para as condições da obra.

Em fases preliminares da obra, estas preparações concentram-se na análise crítica do projeto e na consolidação do projeto de execução. Estes procedimentos englobam a atualização dos desenhos consoante as condicionantes da obra e a criação de compatibilizações entre as especialidades. Geralmente, é nestas atividades que surgem a maioria dos pedidos de esclarecimento, os quais, uma vez que respondidos, contribuem para revisões e ajustes do projeto, garantindo sempre a viabilidade do mesmo.

No decorrer da execução da obra, as preparações mantêm-se essenciais, continuam a realizar adaptações ao projeto de acordo com as circunstâncias sucedidas em obra, estas que podem ocorrer por imprevistos técnicos, alterações regulamentares ou decisões do dono de obra. Da mesma forma, são simultaneamente preparados desenhos com cotagens e detalhes técnicos necessários para a execução, assim garantindo um apoio contínuo às equipas de execução.

#### **Planeamentos de obra**

Os planeamentos de obra, tratam-se da compilação de processos para realizar calendarizações organizadas de diversos aspetos críticos do ciclo da obra. Geralmente, estes planeamentos concentram-se em criar programações temporais para planos de trabalhos, dimensionamento de recursos de mão de obra, fornecimento de materiais ou equipamentos e de fluxo de caixa.

Os planos de trabalhos são considerandos as atividades de execução da obra, estes que devem ser ajustados em função dos diversos condicionantes da obra, requerendo uma monitorização em tempo real dos processos para a sua compatibilização. O dimensionamento de recursos de mão de obra, trata-se do processo contínuo de ajuste às equipas de execução, sendo assim articulado os recursos consoante a necessidade para a execução dos trabalhos, de modo a rentabilizar os custos.

O planeamento de fornecimento de material e de fluxo de caixa encontram-se profundamente interligados. A calendarização do fornecimento de materiais ou equipamentos é essencial para garantir que não existe sobrelotação do espaço disponível com materiais ou equipamentos desnecessários para a fase da obra, porém também é necessário o fornecimento atempado consoante a necessidade. O fluxo de caixa é um processo que procura o equilíbrio dos custos associados a fornecimentos e recursos humanos, com a renumeração dos trabalhos executados e materiais fornecidos, assim, garantindo que não existem valores em carteira que não estejam deduzidos consoante os restantes planeamentos.





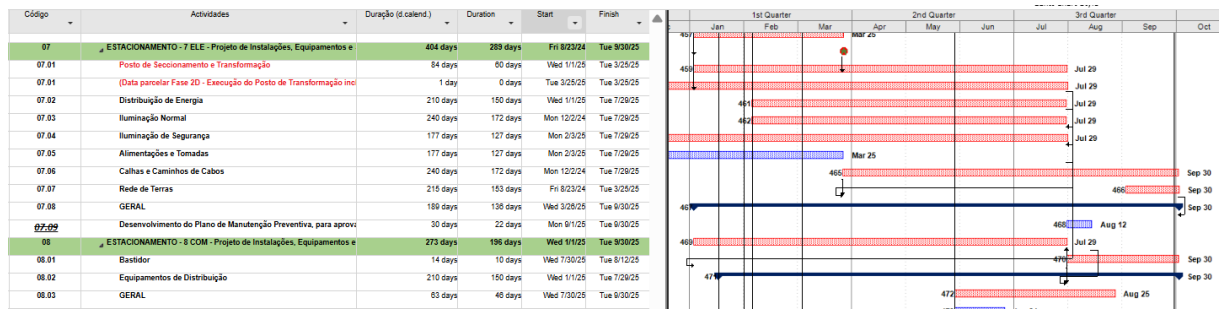


Figura 3.16: Diagrama de Gantt de plano de trabalho.

No caso da figura 3.16 trata-se de um exemplo simplificado de um plano de trabalhos que este retrata a organização baseada no diagrama de Gantt. A partir da sua observação, é possível compreender a estrutura adaptada para a otimização das tarefas da obra. Este é dividido em duas partes distintas, uma descritiva e outra gráfica. A parte descritiva concentra-se em referências e designação de atividades e pontos de controlo, como por exemplo a duração total, início e fim das atividades, atividades precedentes e sucedentes, ou até recursos essenciais. A parte gráfica trata-se de uma representação da parte descritiva, reproduzindo a data das execuções e interligando as diversas atividades, garantindo assim uma visão integrada para uma análise da totalidade do plano.

Desta forma, demonstra-se que estes planos são instrumentos dinâmicos de gestão, normalmente elaborados nas fases preliminares da obra e conciliados com os desvios ou alterações no decorrer da obra. Estes para além das funções organizativas, representam também uma base para a monitorização e controlo interpessoal, permitindo assim uma avaliação do progresso real face ao previsto, identificando assim pontos críticos que possam comprometer objetivos e prazos.

### 3.5.3. Considerações finais e boas práticas

As preparações e os planeamentos de obra constituem processos fundamentais para a correta execução de qualquer empreitada. Estes procedimentos, de natureza técnica e organizacional, permitem identificar antecipadamente as principais dificuldades da obra e definir os trabalhos de acordo com os prazos estabelecidos para a sua execução.

As preparações têm como objetivo assegurar que todos os trabalhos da obra são exequíveis, através da adaptação dos desenhos às necessidades específicas da obra, às especialidades envolvidas ou até mesmo às decisões do dono de obra. É igualmente necessária a atualização contínua destes desenhos durante a execução, de acordo com as situações que possam surgir. Estas preparações devem ser de fácil compreensão, uma vez que representam a principal forma

de comunicação técnica com as equipas de execução.

O planeamento tem como principal finalidade a criação de um cronograma estruturado para a realização dos trabalhos, fornecimentos e mobilização de recursos humanos, assegurando a organização preliminar das várias tarefas. Reforça-se, contudo, a necessidade da sua monitorização contínua, de modo a identificar desvios nos prazos de execução e, sempre que necessário, reajustar o planeamento ou intensificar os esforços para garantir o seu cumprimento.

Em síntese, as preparações e os planeamentos traduzem-se num aumento da previsibilidade da obra, garantindo maior eficiência na execução dos trabalhos e o cumprimento dos prazos definidos.

### **3.6. Trabalhos a mais/menos e Autos de medição**

No percurso da execução da obra, é frequente surgirem situações que obriguem a fazer alterações ao mapa de quantidades do orçamento, tal como referido anteriormente. Tais alterações surgem a partir de incompatibilidades, pedidos de esclarecimento, alterações e decisões do dono de obra.

O resultante destas situações pode traduzir-se em trabalhos a mais, quando se verifica a necessidade de executar prestações adicionais, ou em trabalhos a menos, quando determinadas tarefas inicialmente previstas deixam de ser realizadas. O objetivo destes processos é, consoante a solução adotada, criar um orçamento atualizado dos custos associados, garantindo então a correta remuneração da execução da obra.

Os autos de medição são processos de registo dos trabalhos executados conforme o adjudicado no contrato, sendo a finalidade destes assegurar a validação dos progressos dos trabalhos da obra, garantindo assim a devida renumeração financeira.

Conjugados, estes processos são essenciais para manter um controlo contratual e financeiro, garantindo a rastreabilidade dos trabalhos e a gestão do fluxo de caixa.

#### **3.6.1. Caso prático - Trabalhos a mais**

Os trabalhos a mais correspondem a prestação de serviços que não constavam inicialmente no contrato da empreitada, mas que sejam essenciais para correta execução da obra ou para satisfazer os requisitos técnicos finais da obra. A execução destes trabalhos deve ser sempre devidamente fundamentada e formalmente autorizada pelo dono de obra, uma vez que estes implicam impactos diretos na execução da obra, em termos de custos, prazos de execução e do





### 3.6.3. Caso prático - Autos de Medição

Os autos de medição são documentos formais que servem para registar de forma precisa e quantificada os trabalhos realmente executados em obra. Estes autos de medição resultam da quantificação dos trabalhos realizados em determinados espaços de tempo, geralmente mensais, permitindo assim assegurar o controlo físico e financeiro da obra conforme o planeamento.

A emissão destes normalmente faz-se acompanhada por documentos justificativos que podem ser desenhos com anotações dos elementos executados, relatórios fotográficos, planeamentos, guias de receção de material em obra e/ou outros tipos de evidências que comprovem a execução, procurando, desta forma, a validação do dono de obra ou fiscalização. Assim, este processo torna-se indispensável para o cumprimento do planeamento da obra, validando a execução dos trabalhos e garantindo a remuneração dos mesmos.

A figura 3.19 é um exemplo de um auto de medição emitido.

CAP	DESIGNAÇÃO	UN	QTD	Preço Unitário (€)	Total	Acumulado Anterior		Situação Mensal		Total Acumulado		Saldo	
						Qt.	Preço Parcial	Qt.	Preço Parcial	Qt.	Preço Parcial	Qt.	Valor
<b>E.</b>	<b>INSTALAÇÕES ELÉTRICAS</b>												
<b>E.3</b>	<b>QUADROS ELÉTRICOS</b>												
E.3.1.1	Quadros gerais												
E.3.1.1.1	Q.G.B.T	u	1	<b>1 781,77 €</b>	1 781,77 €	1,00	1 781,77 €	- €	1,00	1 781,77 €			
E.3.1.1.2	Q.G.E_N/S	u	1	<b>8 560,36 €</b>	8 560,36 €	1,00	8 560,36 €	- €	1,00	8 560,36 €			
E.3.1.1.3	Q.G.E_U	u	1	<b>1 055,30 €</b>	1 055,30 €	1,00	1 055,30 €	- €	1,00	1 055,30 €			
E.3.1.1.4	Q.G.E_SE	u	1	<b>2 663,89 €</b>	2 663,89 €	0,95	2 530,69 €	0,05	133,19 €	1,00	2 663,89 €		
E.3.1.1.5	Q.E1/E2.P0.GE_N/S	u	1	<b>3 324,96 €</b>	3 324,96 €			0,95	3 158,72 €	0,95	3 158,72 €	0,05	166,25 €
E.3.1.1.8	Q.E3.P0.GE_N/S	u	1	<b>1 433,54 €</b>	1 433,54 €		0,50 €		- €	0,50	716,77 €	0,50	716,77 €
E.3.1.1.11	Q.E3.P0.DC_N/S	u	1	<b>407,80 €</b>	407,80 €			0,50	203,90 €	0,50	203,90 €	0,50	203,90 €
E.3.1.1.13	Q.E3.P0.COZ_N/S	u	1	<b>1 496,11 €</b>	1 496,11 €				- €		1,00	1 496,11 €	
E.3.1.1.14	Q.E4.P0.GE_N/S	u	1	<b>1 431,38 €</b>	1 431,38 €				- €			1,00	1 431,38 €
E.3.1.1.17	Q.E5.P1.GE_N/S	u	1	<b>2 383,74 €</b>	2 383,74 €				- €			1,00	2 383,74 €
	<b>Total</b>				<b>24 538,86 €</b>		<b>13 928,62 €</b>		<b>3 495,81 €</b>		<b>18 140,70 €</b>		<b>6 398,16 €</b>

Figura 3.19: Auto de medição (simulado).

O exemplo de auto de medição da figura 3.19 serve para explicar a tipologia destes, a sua constituição baseada na organização do mapa de quantidades já descrito anteriormente neste capítulo, com a adição de 4 secções. Estas secções, tal como é possível observar, mantêm um registo dos custos. A sua designação corresponde ao seu objetivo, acumulado anterior, refere-se às quantidades deduzidas no auto anterior ao presente; situação mensal, refere-se às quantidades a deduzir no presente auto; total acumulado, refere-se à quantidade total deduzido no aglomerado dos autos emitidos; e o saldo, refere-se às quantidades ainda por deduzir.

Da observação da figura 3.19 é possível também notar que, embora as quantidades sejam unitárias, criando a ideia que tenham de ser deduzidas unicamente, estas estão deduzidas parcialmente. Isto deve-se ao facto que a dedução de certos artigos poder estar condicionada a etapas estipuladas no contrato, o que, neste caso, o fornecimento dos quadros representa a primeira

etapa. Posteriormente quando instalados, é deduzida outra parte, e a etapa final é os ensaios, que com o seu cumprimento permite deduzir o resto da totalidade.

Estas condicionantes geralmente provêm do contrato, sendo práticas comuns, porém, na sua ausência também são alvos de negociação com o dono de obra. Isto porque o fornecimento de certos equipamentos implica custos e por vezes estes equipamentos não são imediatamente deduzidos no auto, arriscando assim serem acidentalmente danificados ou até furtados.

#### **3.6.4. Considerações finais e boas práticas**

Os trabalhos a mais/menos e os autos de medição são procedimentos que surgem pela necessidade de adaptar o contrato inicial as condições reais da execução dos trabalhos, assegurando, não só, a execução dos trabalhos conforme os requisitos de conformidade técnica e regulamentar, mas também, a transparência e equilíbrio entre o dono de obra e a entidade executante, contribuindo para a prevenção de conflitos e boa condução da obra.

Os trabalhos a mais constituem um procedimento de adaptação do contrato às circunstâncias reais da execução da obra, garantindo então a renumeração de trabalhos não contratuais sem comprometer a conformidade final da obra. Esta gestão é fundamental para preservar o equilíbrio entre as partes e assegurar a sustentabilidade financeira, técnica e temporal da execução da obra.

Já os trabalhos a mais/menos, além que semelhantes, contraem diferentes implicações reais na execução da obra, mas ambos se tratam de metodologias essenciais para a gestão contratual previstas para a manter a transparência e o equilíbrio entre as entidades.

Os autos de medição são uma base fundamental de gestão, reforçando a importância da renumeração dos trabalhos executados na obra, garantindo assim devido fluxo de caixa. A sua aprovação é essencial para garantir a emissão de faturas consoante a conformidade da obra, assegurando que as relações contratuais entre o dono de obra e as entidades executantes, decorrem de forma justa, transparente e devidamente documentada garantido um rastreio de todas as etapas do processo.

Em síntese, estes procedimentos, em conjunto, constituem um sistema de controlo e validação contratual, indispensável para a execução da obra em conformidade, promovendo a equidade, a confiança entre as partes e a devida remuneração das entidades executantes.

## Capítulo 4.

# Funções de Direção de obra em execução

A direção de obra caracteriza-se por ser uma função que, para além de exigir conhecimento técnico, também requer conhecimento prático dos trabalhos. O domínio técnico permite definir e orientar a execução das atividades, mas é conhecimento prático que possibilita o acompanhamento eficaz da obra e a resolução das situações que surgem no decorrer da execução.

Neste capítulo serão abordados os aspetos mais práticos associados ao acompanhamento de obras, destacando as funções, responsabilidades e desafios que fazem parte do papel da direção de obra.

### 4.1. Acompanhamento de obra

O principal aspeto da função da direção de obra é o conhecimento prático dos trabalhos, indispensável para a correta execução da empreitada. Este conhecimento é resultado do acompanhamento contínuo da obra, sendo, por isso, necessário visitas regulares à obra.

As visitas à obra constituem a ponte entre os aspetos técnicos definidos em projeto e a realidade prática da execução. Permitem acompanhar o desenvolvimento real dos trabalhos no terreno, compreender as condicionantes e verificar se o progresso da obra está em conformidade, não apenas com os requisitos técnicos e regulamentares, mas também com os requisitos do planeamento e as obrigações contratuais.

Durante estas visitas procede-se à observação real do estado da obra, verificando a correta execução dos trabalhos face aos desenhos e especificações, identificando também as incompatibilidades entre as especialidades e promove-se as suas respetivas compatibilizações. Em paralelo, avalia-se também a necessidade de fornecimento de materiais ou equipamentos consoante o progresso dos trabalhos e, da mesma forma, decide-se também a necessidade do aprovisionamento adicional de equipas quando existe desvios do prazo ou frentes críticas que exijam reforços de

recursos humanos.

As visitas são também o principal ponto de interação direta com as entidades envolvidas, como o dono de obra, fiscalização e restantes direções de obra, reforçando a confiança e a compreensão entre as partes. De igual modo, é importância também mencionar que nestas vistas se interage diretamente com as equipas de execução, estas que geralmente são compostas por chefe de equipa, que coordenam os trabalhos em diferentes obras e servem de comunicação do estado da obra com a direção de obra; os encarregados de obra, que coordenam os trabalhos na obra e estabelecem a comunicação do estado da obra com o chefe de equipa e a direção de obra; os oficiais, normalmente técnicos com experiência que trabalham sobre as ordens superiores; ajudantes, geralmente técnicos iniciantes na área de trabalho e por fim os subempreiteiros, entidades que realizam trabalhos a contrato. A interação com as equipas revela-se bastante importante, são nestas que se esclarece dúvidas sobre as tarefas da obra, se reforça as normas de segurança e o uso de EPI e que se compreende o estado e as condicionantes da obra, da mesma forma, ajudando a criar confiança e compreensão com as equipas.

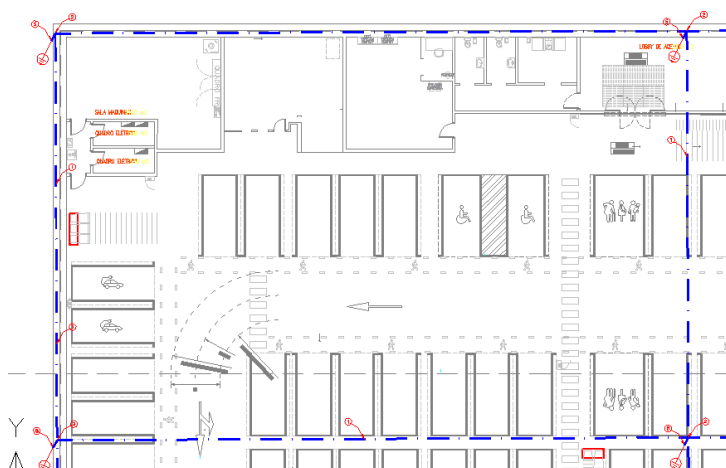
Em síntese, as visitas à obra garantem um acompanhamento contínuo e objetivo, o cumprimento do projeto, ligando o planeamento à execução, antecipando problemas e assegurando que os trabalhos decorrem com qualidade, segurança e dentro dos prazos estabelecidos.

##### **4.1.1. Caso prático - Execução de rede de terras**

A execução da rede de terras constitui uma das primeiras tarefas a realizar na conceção de uma obra, sendo normalmente executada após a fase de escavação e, preferencialmente, em simultâneo com o armamento do ferro destinado à betonagem das sapatas da estrutura.

Neste caso, o objetivo do trabalho é criar a rede de terras para a equipotencialização do condutor terra da instalação, previsto como terra única. Para tal, procede-se à instalação de cabo condutor de cobre nu de 50mm<sup>2</sup>, enterramento de elétrodos de terra, a sua interligação, e ao reforço da rede através da ligações à estrutura de ferro armado.

De forma a garantir a correta execução dos trabalhos a realizar, foi fornecido os desenhos da rede de terras do edifício à equipa de execução. Previamente, foi também provido o fornecimento do material, para que, na data da execução dos trabalhos não houvesse nenhuma condicionante devido à falta de material. A figura 4.1 apresenta uma parte do desenho fornecido à equipa.



**Figura 4.1:** Excerto do desenho de rede de terras.

O primeiro passo para a execução do trabalho foi estender o cabo de cobre numa vala em anel à volta do edifício, previamente aberta pela construção civil, garantido assim a continuação dos trabalhos de movimento de terras. Posteriormente, procedeu-se à instalação no interior do edifício, onde se criou um "X", interligado com o anel exterior do edifício.

Simultaneamente, foi também requisitado pelo dono de obra a instalação de um gerador para alimentação de uma grua. Para tal, realizou-se a instalação de uma pequena rede de terras dedicada ao gerador e à grua.

Por fim, para efeitos de teste, precedeu-se à medição do valor da resistência de aterramento com um medidor de resistência de terra. A figura 4.2 apresenta os resultados da medição.



**Figura 4.2:** Medição da resistência de aterramento [Autoria Própria].

#### 4. Funções de Direção de obra em execução

---

Da observação da figura 4.2 é possível notar que o valor de resistência de aterramento se encontra demasiado elevado. Para garantir o valor recomendado, a rede de terras do gerador e grua, foi então interligada à rede de terras do edifício. Na continuação dos trabalhos no interior do edifício, foram também interligadas a estrutura metálica das sapatas, tal como o enterramento dos elétrodos de terra. A figura 4.3 é uma representação do enterramento dos elétrodos de terra.



**Figura 4.3:** Enterramento de elétrodo de terra [Autoria Própria].

Após a conclusão dos trabalhos, foi medido novamente os valores da resistência de aterramento. A figura 4.4 apresenta a medição final.



**Figura 4.4:** Medição da resistência de aterramento final [Autoria Própria].

Da análise da figura 4.4 é possível verificar que foi atingido um valor de resistência inferior a 1 Ohm, que corresponde ao objetivo definido para um edifício com sistema de terra única, conforme referido anteriormente.

Este exemplo prático teve como finalidade demonstrar os procedimentos de instalação da rede de terras de um edifício, reforçando a importância do fornecimento atempado de materiais para a execução dos trabalhos, bem como do acompanhamento técnico de forma a garantir que a instalação é realizada em conformidade com a regulamentação aplicável.

#### 4.1.2. Caso prático - Montagem de caminho de cabos

A Montagem de caminho de cabos é um dos primeiros trabalhos a ser executados após a entrada das equipas em obra. Esta entrada em obra ocorre apenas quando estão reunidas as condições para o início dos trabalhos, isto é, quando existe frentes de trabalho, como, neste caso, lajes de teto concluídas e livres de estrutura de betonagem, permitindo assim a montagem do caminho de cabos.

A partir do planeamento da obra e do contacto com o dono de obra, é possível prever quando existirão frentes de trabalho e, dessa forma, programar a data para a entrada das equipas em obra. Neste processo, deve ser garantido o aprovisionamento de materiais, assegurando que, no momento do arranque, todos os materiais para a montagem do caminho de cabos já se encontram em obra. Do mesmo modo, é fundamental também garantir a disponibilidade de meios elevatórios para os trabalhos, uma vez que estes são executados em altura.

De acordo com o referido anteriormente, no momento da entrada em obra, já deverá existir o projeto de execução preparado e disponível para a consulta das equipas, de modo a que as equipas possam consultar os desenhos e evitar que existam dúvidas no decorrer dos trabalhos. A figura 4.5 apresenta um exemplo de desenho de caminho de cabos de uma obra.

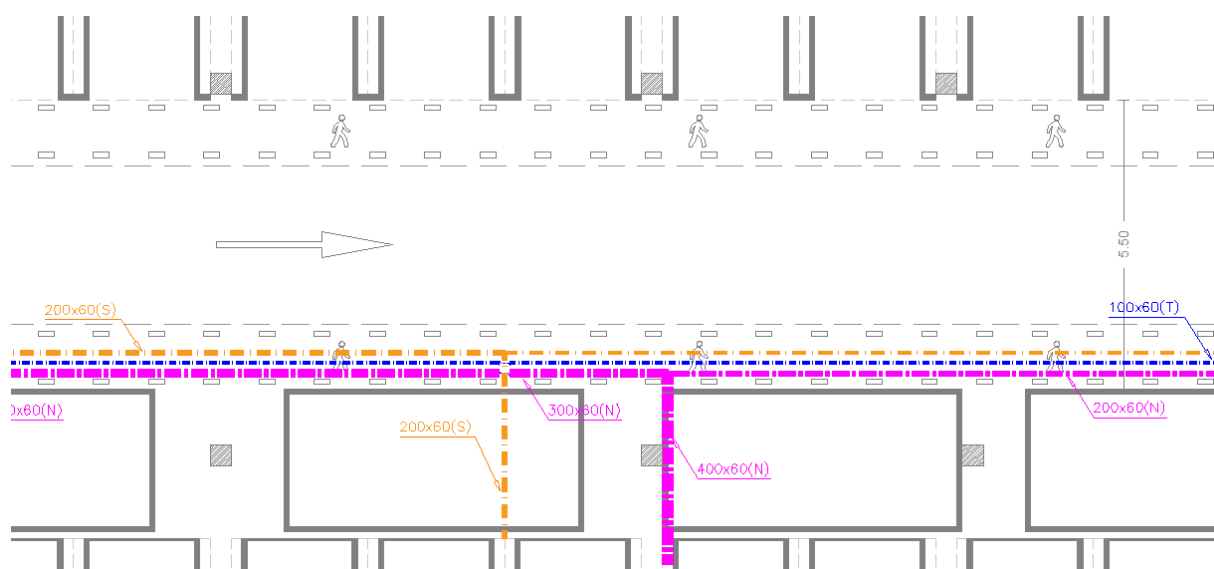


Figura 4.5: Desenho de caminho de cabos.

#### 4. Funções de Direção de obra em execução

---

O principal ponto de acompanhamento neste trabalho é a definição da altura de instalação, ou seja, a que cota em relação ao pavimento final serão montados os caminhos de cabos. Neste caso específico, o dono de obra teve de esclarecer as prioridades de montagem entre as especialidades. A partir da análise dos projetos, foi possível compreender que a prioridade de instalação seria a rede hidráulica.

Considerando que a altura final do teto seria 3 metros, e que a hidráulica precisaria de 50 centímetros para a sua instalação sem incompatibilidades com o caminho de cabos, definiu-se a altura do caminho de cabos para os 2 metros e 50 centímetros.

Com esta decisão, as equipas puderam iniciar a preparação dos suportes de acordo com as larguras previstas para os vários caminhos de cabos e com a altura definida em relação ao teto. A figura 4.6 demonstra a instalação do caminho de cabos relatada no texto.



**Figura 4.6:** Montagem de caminho de cabos [Autoria Própria].

A figura 4.6 para além de exemplificar a instalações de caminho de cabos, constitui também um reforço da importância para o acompanhamento da obra. Neste caso, a partir da figura 4.5, é possível notar que para este troço do caminho de cabos, previa-se três caminhos de cabos distintos, um para correntes fracas de 100x60 mm; um para instalação de segurança de 200x60 mm, e por fim um de correntes fortes de 300x60 mm.

No entanto, a partir da análise da figura anterior, é possível observar que em obra foram

instalados dois caminho de cabos de 100x60 mm, e um de 200x60 mm em vez do previsto. Este desvio, representa um erro na execução dos trabalhos, o qual foi identificado durante o acompanhamento e corrigido de imediato, evitando que este erro tivesse impacto nos futuros trabalhos.

Simultaneamente, durante o acompanhamento destes trabalhos, verificou-se um adiantamento dos trabalhos face ao planeamento inicial, resultante de duas circunstâncias. Em primeiro lugar, o dono de obra solicitou o adiamento dos trabalhos numa determinada zona, devido à passagem de equipamentos que necessitariam da altura do caminho de cabos livre. Em segundo lugar, no piso em questão ainda não se encontravam outras especialidades a iniciar trabalhos, o que, em conjunto com a boa arrumação e organização da obra, proporcionou uma maior fluidez e facilidade na execução dos trabalhos.

Diante desta realidade, tornou-se necessário o adiantamento do fornecimento dos cabos eléctricos, de forma a garantir a continuidade dos trabalhos e evitar períodos de ociosidade das equipas em obra. A figura 4.7 demonstra a instalação do caminho de cabos após a passagem dos cabos.



**Figura 4.7:** Caminho de cabos após a passagem de cabos [Autoria Própria].

A partir da observação da figura 4.7, para além de ser possível verificar alguns cabos já preparados para o encaminhamento no restante caminho de cabos, ainda por instalar, que neste caso corresponderia à entrada da sala dos respetivos quadros, é também possível observar a correção efetuada nas dimensões dos caminho de cabos, relativamente ao erro mencionado anteriormente.

Este exemplo demonstra que, através do acompanhamento da obra, foi possível verificar o avanço dos trabalhos em comparação ao planeamento, permitindo articular o fornecimento

antecipado dos cabos, de modo a evitar a falta de frente de trabalhos, e conseqüentemente, prevenir períodos de inatividade das equipas em obra.

##### **4.1.3. Considerações finais e boas práticas**

Os casos práticos apresentados anteriormente constituem apenas uma pequena parte de todos os possíveis acompanhamentos a realizar em obra. Poder-se-ia ainda destacar, por exemplo, a marcação de roços para a instalação de aparelhagem e tubagens, ou a colocação de aparelhos de iluminação, onde se torna imprescindível fornecer às equipas as cotas corretas.

As visitas à obra assumem-se como o pilar das funções de direção de obra, permitindo articular o planeamento com a execução, assegurar que os trabalhos decorrem de forma coerente, eficiente e em conformidade com o projeto e requisitos técnicos e regulamentares. Para além de um mecanismo de controlo, estas visitas criam também a oportunidade de iteração com as outras entidades envolvidas na conceção da obra, reforçando a comunicação e a cooperação em todo o processo.

Dos procedimentos a adotar neste âmbito, destacam-se:

- Regularidade das visitas: a presença continua em obra garante uma leitura real e atualizada do progresso dos trabalhos e facilita a identificação precoce de desvios e constrangimentos;
- Planeamento e fornecimentos: as visitas devem servir também para avaliar as necessidades de materiais e equipamentos, articulando o aprovisionamento com os avanços da obra;
- Gestão de recursos humanos: perante as frentes críticas ou desvios de prazos, deve ser ponderado o reforço de equipas para assegurar a continuidade dos cronogramas;
- Verificação da segurança: reforçar o cumprimento das normas de segurança e a utilização de EPI garantindo assim a integridade física dos trabalhadores;
- Interação com as equipas de execução: o diálogo direto com os chefes de equipa, encarregados, oficiais e ajudantes permite esclarecer dúvidas, alinhar os procedimentos e criar um ambiente de confiança que se reflete na qualidade da execução.

Em síntese, as visitas à obra são procedimentos de supervisão ativa que garantem a ligação técnica do projeto com a execução dos trabalhos, promovendo qualidade, eficiência e segurança de todas as fases da conceção da obra.

## 4.2. Reuniões de obra

As reuniões de obra constituem um procedimento fundamental de comunicação, coordenação e acompanhamento entre os diferentes intervenientes da obra, nomeadamente o dono de obra, fiscalização, projetistas, arquitetos, empreiteiros e subempreiteiros.

Estas reuniões, que normalmente se realizam em obra, com uma periodicidade semanal ou quinzenal, dependendo da dimensão, estado e da complexidade da obra, tem a participação dos envolvidos na obra condicionada à necessidade e estado da obra. Durante as mesmas são discutidos aspetos como os planeamentos de obra, o estado dos trabalhos, bem como eventuais alterações ou custos adicionais.

Para registo das deliberações tomadas em reunião são formalizadas atas de reunião, que garantem a rastreabilidade das decisões e compromissos assumidos. Assim, o principal objetivo destas reuniões de obra, é assegurar a partilha de informação atualizada, de forma a promover a tomada de decisões atempadas e garantir o correto desenvolvimento da obra.

### 4.2.1. Caso prático - Reunião de obra

A participação em reuniões de obra é fundamental para manter uma relação de confiança e compreensão mutua com as restantes entidades da conceção da obra. Geralmente, estas reuniões são dirigidas pelo dono de obra ou fiscalização, e dependendo dos donos de obra, o conteúdo dos assuntos discutidos, pode ou não ser programado anteriormente.

Regra geral é que todo o conteúdo discutido na reunião, seja formalizado na ata de reunião. Esta tarefa é normalmente atribuída à fiscalização, que posteriormente distribui o documento aos devidos intervenientes, de forma a manter a concordância entre as entidades.

Existem vários modelos tipos para as atas de reunião, geralmente, estes são constituídas pelo número da reunião, a data, as entidades e membros presentes. Para a constituição do seu conteúdo são criadas tabelas para planeamentos, atividades, prazos e questões. Estas atas, tem também a versatilidade de poderem ser adaptadas consoante as necessidades. A figura 4.8, um exemplo simplificado mostra uma ata de reunião.

TEMA: R Semanal		
DIA: 22	MÊS: 10	ANO: 2024
Presentes:		Nº FOLHA: 1
[Redacted]		

ACUERDOS	RESPONSABLE	FECHA
<b>1 – BALIZAMENTO AO PLANO DE TRABALHOS:</b>		
a) Elaborado plano de trabalhos com todas as entidades presentes. (Anexo I)	Todos	
<b>2 – ASSUNTOS DE OBRA</b>		
a) [Redacted] informou que o carote para o frio será realizado durante o dia de 23/10.	[Redacted]	
b) [Redacted] solicitou reforço da iluminação no parque de estacionamento. [Redacted] deu indicações à Bragalux para o reforço ser feito com a colocação de focos e fita led;	Bragalux	[.....]
c) Definida solução enterrada para o traçado do saneamento da sala dos lixos. Solicitada execução das caixas à [Redacted];	[Redacted]	
d) Definida localização das botoneiras de emergência na entrada de loja. [Redacted] solicitou esboço, com a implementação das botoneiras, às entidades intervenientes;	Todos	
e) [Redacted] informou que a localização do nicho de água foi alterada;	[Redacted]	

Figura 4.8: Ata de reunião (adaptado).

O exemplo de ata de reunião da figura 4.8 trata-se de um reunião de obra onde foi discutido e elaborado o plano de trabalhos por todas as entidades, sendo este anexado e enviado posteriormente com a ata de reunião. É possível notar que foram discutidos vários assuntos de obra, com pedidos a outras entidades sobre trabalhos a executar, reforçando assim a comunicação dos trabalhos e as necessidades para o cumprimento dos mesmo em conformidade.

#### 4.2.2. Considerações finais e boas práticas

As reuniões de obra garantem a comunicação pessoal entre os vários intervenientes da obra, promovendo assim que os problemas sejam expostos e resolvidos atempadamente, de modo a não condicionar a execução dos trabalhos. Estas reuniões tem também a finalidade de esclarecer e informar o dono de obra e a fiscalização, possibilitando assim, o alerta para respostas a BAME's e PE's.

Em síntese, as reuniões de obra são procedimentos de gestão colaborativo, que contribuem para a colaboração e prevenção de conflitos, garantindo também a rastreabilidade das decisões tomadas e compromissos assumidos, sendo este bastante importante no caso de litígios.

### 4.3. Relatórios de obra

Os relatórios de obra são documentos formais de comunicação, registo e acompanhamento do progresso da obra. Geralmente elaborados com periodicidade mensal, são formalmente remetidos aos donos de obra, assumindo um papel de monitorização para fins de qualidade e controlo.

Estes relatórios reúnem um conjunto diversificado de informações, incluindo o estado dos trabalhos, das condicionantes dos mesmos, do cumprimento do planeamento, do fornecimento de materiais e da mobilização de recursos humanos. Adicionalmente, são frequentemente anexadas tabelas de aprovações, correspondentes à data do relatório, contendo o registo atualizado do progresso de tratamento de BAME's e esclarecimentos de PE. A estrutura e tipologia destes relatórios de obra é bastante flexibilidade, garantido assim a comunicação de todos os elementos que sejam necessário manter registo através da sua formalização.

A sua principal finalidade é documentar o estado do desenvolvimento da obra, servindo como base de verificação do progresso de trabalhos, cumprimento de prazos e fornecimento de materiais, assegurando a transparência perante o dono de obra e fiscalização.

#### 4.3.1. Caso prático - Relatórios de obra

A elaboração dos relatórios de obra é uma atividade normalmente realizada em contexto de obra, uma vez que apenas através das visitas ao local da obra e o contacto com as equipas da execução da obra é possível compreender o estado físico dos trabalhos e identificar as principais condicionantes para o avanço dos trabalhos.

Desta forma, procede-se ao registo fotográfico das diversas situações mais relevantes, que servirão de justificativo na elaboração do relatório. Estas situações incluem, entre outras, os trabalhos afetados por outras especialidades, que podem ser atrasos na execução de trabalhos, equipamentos danificados e/ou trabalhos que se encontrem incompatíveis.

Com base nesta informação, procede-se então à realização do relatório, onde são descritos os problemas de forma clara e acompanhados de registo fotográfico, data e identificados os intervenientes para a medida corretiva. Desta forma, assegura-se que todo o conteúdo do documento é apresentado de forma clara e explicita, garantindo a compreensão do dono de obra, fiscalização ou outras partes interessadas.

A figura 4.9 trata-se de um relatório elaborado após uma visita à obra.

**2. REGISTO FOTOGRÁFICO**

DATA	REGISTO FOTOGRÁFICO	DESCRIPTIVO	MEDIDAS CORRETIVAS
30/07/2024		DEPOIS DE SOLUCIONADO O PROBLEMA ENCONTRADO NOS ESTORES (ESMAGAREM O FIO DE ALIMENTAÇÃO NO APARTAMENTO 1K) AINDA NÃO FOI TERMINADO A LIGAÇÃO DOS MECANISMOS PELA NOSSA PARTE.	BLX

**Figura 4.9:** Excerto de relatório de obra.

Da análise da estrutura do relatório, a partir da figura 4.9, é possível confirmar o que foi anteriormente descrito, o documento organiza-se em 4 colunas, uma onde é indicada a data da ocorrência em questão; uma para o registo fotográfico; uma para o descritivo e por fim, uma para a identificação da entidade a exercer a medida corretiva.

O exemplo apresentado refere-se a uma situação de atraso nos trabalhos por parte da empresa, mas evidencia também que o atraso em questão teve origem devido ao descuido de outra entidade em obra. Estes registos assumem particular importância, uma vez que permitem explicar as causas associadas aos atrasos, deixando o dono de obra elucidado sobre as circunstâncias que afetam os progressos da obra.

No caso específico deste relatório, a obra já se encontrava em desfasamento face ao planeamento original e fora do prazo contratual da empreitada. Perante estas circunstâncias, foi também solicitado ao dono de obra, o envio de uma versão atualizada do planeamento, de forma a reprogramar o plano de trabalhos. Adicionalmente, o relatório incluiu uma síntese do estado dos trabalhos associados às necessidades para a conclusão da execução da obra.

A figura 4.10 é um excerto do relatório de obra onde é descrito o exemplificado anteriormente.

### 3. CONCLUSÕES / OBSERVAÇÕES

- Solicitado plano de trabalhos atualizado, sendo que o prazo da empreitada já se deu por concluído.

- Ao momento temos de mencionar que estamos a solicitar ajuda por parte da ■ para a abertura de mais frentes de trabalho, nomeadamente aos subsequentes trabalhos abaixo referenciados:

- Varandas – a BLX ainda não tem frente continua para a colocação das luminárias e aparelhagens correspondentes às mesmas obrigando a constantes desmobilizações das equipas.
- Cozinhas – Continuamos sem qualquer acabamento de bancadas de cozinhas para fazer montagem das aparelhagens, fazendo com que a BLX desperdice tempo e recursos deixando as mesmas para montagem posteriori. Temos vindo a acompanhar a montagem das cozinhas, mas ainda é possível notar um atraso na montagem das mesmas e falta de vários acabamentos, uma vez que as mesmas estão somente no piso 4.
- Pinturas – a falta de pintura nas frações, trazendo maior risco para extravio e estrago da aparelhagem já colocada uma vez que a pintura não está na frente da colocação das mesmas como é suposto.
- Tetos Falsos – Os tetos falsos das zonas comuns continuam sem qualquer tipo de acabamento não permitindo a instalação dos equipamentos previstos.]

**Figura 4.10:** Excerto de conclusões de relatório de obra.

Tal como é possível observar, na figura 4.10, correspondente ao final do relatório, foram identificadas as principais frentes de trabalho que permanecem condicionadas a outros trabalhos devido a atrasos. Juntamente, foram descritas as condições em que se encontram e como dificultam a continuação dos trabalhos e os respetivos impactos para o resultado final da obra. Este registo permite uma análise mais abrangente dos principais problemas, apresentado de forma clara as condicionantes existentes para a execução dos trabalhos, reforçando a necessidade da sua resolução.

#### 4.3.2. Considerações finais e boas práticas

Atualmente, a prática de elaboração de relatórios de obra constitui um procedimento fundamental para a formalização e registo do progresso das atividades da empreitada. Através de uma exposição clara dos factos, acompanhada de justificativos e datas, é possível identificar atrasos, fundamentar as suas causas e, deste modo, salvaguardar a posição das partes perante o não cumprimento do planeamento ou dos prazos de execução.

Para além de constituírem uma ferramenta de acompanhamento técnico e de comunicação entre as entidades, estes relatórios de obra assumem também particular relevância no controlo e gestão contratual, uma vez que documentam as condições que influenciam a execução dos trabalhos, assegurando assim a sua utilidade como proteção jurídica em situações de litígios.

### 4.4. Atuações e Manutenções

As atuações e manutenções constituem trabalhos realizados em obras já concluídas, ou seja, em instalações já em funcionamento e que tenham sido previamente realizadas pela empresa. Estes trabalhos têm como principais objetivos a manutenção preventiva ou corretiva das instalações, de forma a garantir o seu bom funcionamento, bem como proceder a alterações ou ampliações solicitadas pela entidade exploradora. Assim, estas intervenções revelam-se fundamentais para prolongar a vida útil dos equipamentos das instalações, assegurar a sua fiabilidade e adaptar as soluções existentes a novas necessidades.

Após o comunicado a solicitar a intervenção, geralmente acompanhado dos elementos necessários para a compreensão do objetivo dos trabalhos, o primeiro passo consiste em analisar a finalidade e a complexidade da mesma. Seguidamente, procede-se à consulta das telas finais para entender os elementos já presentes nas instalações, preparando assim a visita ao estabelecimento, essencialmente para compreender se existe algum desvio entre as telas finais e as condições reais.

Posteriormente à visita, elaboram-se as preparações necessárias, tanto para facilitar a compreensão das equipas de execução como também para proceder às medições dos elementos necessários para o trabalho. Nessa mesma visita, também se avalia as condições de execução dos trabalhos, identificando-se a eventual necessidade de meios auxiliares para os trabalhos, como por exemplo, plataformas elevatórias para trabalhos em alturas.

Após o processo normal de pedidos de cotação e posteriormente os pedidos de material, e confirmados os prazos de fornecimento dos materiais, procede-se ao agendamento do trabalho com a entidade exploradora e ao destacamento da equipa para execução do trabalho.

Por fim, durante a execução dos trabalhos, é realizado o acompanhamento da intervenção, onde podem surgir dificuldades ou até mesmo falhas na previsão, o que exige uma resposta imediata para a realização dos devidos ajustes. Concluídos os trabalhos, são elaborados os autos de medição para a devida renumeração e atualização das telas finais, garantindo o contínuo arquivo do processo para consultas futuras.

Importa salientar que as intervenções de atuações e manutenções constituem procedimentos específicos e exclusivos de uma determinada entidade, não devendo ser confundidas com os processos regulares. No entanto, esta distinção não diminui a sua relevância, uma vez que demonstram dinâmicas semelhantes aos processos convencionais.

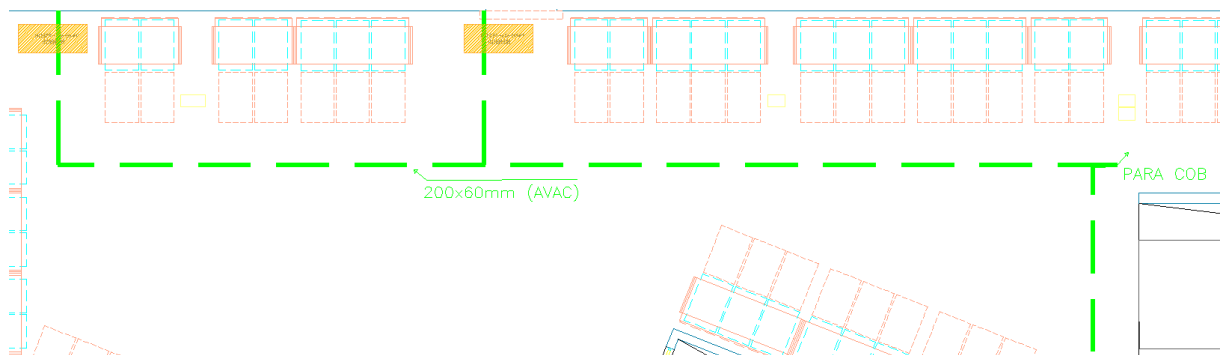
#### 4.4.1. Caso prático - Atuações

As atuações são intervenções realizadas em instalações, com a finalidade de alterar ou ampliar os elementos existentes. Sendo desenvolvidas em estabelecimentos em exploração, estas exigem cuidados especiais, de forma a não comprometer o seu contínuo funcionamento.

Neste caso prático, após a comunicação do dono de obra a solicitar a intervenção, a pedido pela entidade exploradora, foi feita a devida análise aos trabalhos a executar. O objetivo da intervenção consiste na instalação de equipamentos de climatização num armazém. Para além da planta com a localização das unidades interiores e exteriores, foram também disponibilizado as fichas técnicas dos equipamentos e um dossiê de intervenção. Analisada esta documentação, procedeu-se à análise das telas finais, de modo a identificar os elementos já presentes na instalação, seguido de uma visita técnica ao estabelecimento.

A visita ao estabelecimento, teve como objetivo compreender a necessidade de materiais e meios auxiliares para a execução dos trabalhos. Através da análise direta das instalações, verificou-se a inexistência de caminho de cabos adequados para a instalações de AVAC, confirmando assim a necessidade da sua execução. Constatou-se igualmente a necessidade do uso de meios de fixação específicos para a suportaçao de caminhos de cabos, uma vez que estes não teriam rebordos para a fixação convencional. Em simultâneo, confirmou-se a disponibilidade no quadro elétrico mais próximo para a instalação dos equipamentos, e definiu-se também a necessidade de meios de elevação para os trabalhos, devido à altura dos trabalhos a que estes seriam realizados.

A figura 4.11 apresenta um excerto da preparação para os caminhos de cabos a executar.



**Figura 4.11:** Excerto preparação atuação.

Os próximos passos do procedimento, são as preparações dos desenhos para as equipas de execução. A partir da localização das unidades exteriores e interiores, tornou-se possível estabelecer o melhor percurso para o caminho de cabos, considerando simultaneamente a necessidade

da interligação entre unidades e as condicionantes específicas do estabelecimento. Assim, foi definido o traçado do caminhos de cabos e, de acordo com estes, efetuou-se as medições dos cabos necessários tanto para a alimentação entre o quadro e as unidades exteriores, como para a interligação entre as unidades exteriores e interiores.

Seguidamente, com base nas características do quadro elétrico existente e as fichas técnicas das unidades de climatização, foram definidos os blocos diferenciais e os disjuntores de proteção necessários. O dossiê da intervenção referia ainda a necessidade de contagem da energia consumida por estes equipamentos, pelo que, foi igualmente definido um contador de energia. Durante a análise do quadro, realizada na visita técnica ao estabelecimento, verificou-se também a necessidade da instalação de um bloco de barramentos modular adicional, dado que o existente não dispunha de disponibilidade para a cablagem da intervenção.

Concluídas as preparações e medições dos materiais, foi elaborado o pedido de materiais ao departamento de compras, que confirmou posteriormente a sua adjudicação e prazo de fornecimento. Com esta confirmação, tornou-se possível definir a data de execução dos trabalhos em articulação com o dono de obra, destacar a equipa de execução e assegurar o aprovisionamento da plataforma elevatória necessária para os trabalhos em altura.

A figura 4.13 demonstra os trabalhos executados de caminho de cabos e passagem de cabos até as unidade interiores.



**Figura 4.12:** Unidades interiores de climatização [Autoria própria].

Para a realização dos trabalhos, foi acordado com o dono de obra que a entidade responsável pelo AVAC deveria instalar as unidades interiores e exteriores previamente. Esta decisão teve como objetivo evitar a possíveis incompatibilidade relativamente as localizações definidas inicialmente.

Este procedimento revelou-se indispensável, uma vez que, durante a montagem dos equipamentos, verificou-se a impossibilidade de instalar as unidades exteriores no local previsto devido

a limitações de acesso. Após a definição de uma nova localização, as máquinas foram devidamente instaladas, permitindo, de seguida, o prosseguir com a montagem dos caminhos de cabos e da passagem dos cabos de alimentação e interligação em função das alterações.

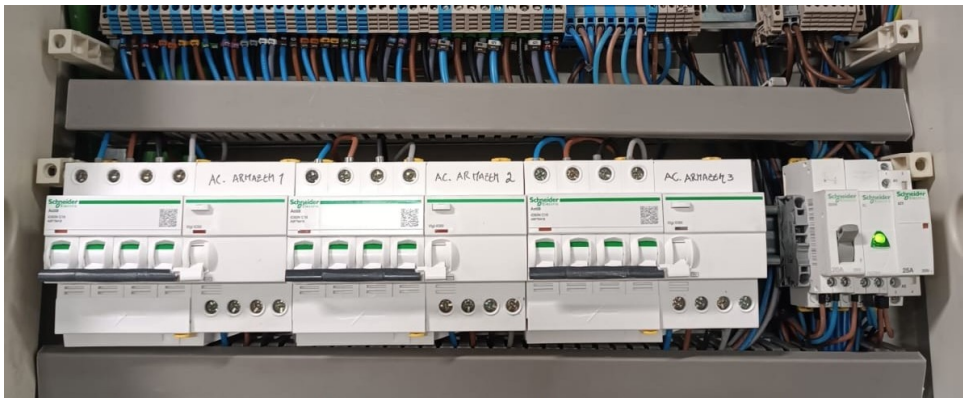
A figura 4.13 demonstra os trabalhos executados de caminho de cabos e passagem de cabos até às unidades exteriores.



**Figura 4.13:** Unidades exteriores de climatização [Autoria própria].

Após a conclusão dos trabalhos de montagem do caminho de cabos e da passagem dos cabos, foi necessário aguardar que a equipa do AVAC executasse a passagem dos tubos de cobres e a ligação das unidades de climatização. Só depois destes trabalhos foi possível avançar com as ligações no quadro elétrico, o que implicou a desmobilização das equipas até à conclusão dos trabalhos da especialidade de AVAC.

A figura 4.14 apresenta os trabalhos executados no quadro.



**Figura 4.14:** Blocos diferenciais e disjuntores instalados [Autoria própria].

Para a execução dos trabalhos no quadro elétrico em condições de segurança, e não existindo necessidade de intervir em tensão, foi articulado com o dono de obra e a entidade exploradora

do estabelecimento um corte temporário da alimentação. Desta forma, assegurou-se a segurança do técnico durante a intervenção no quadro.

Após a conclusão dos trabalhos, mencionados anteriormente, pela equipa de AVAC, procedeu-se, na data e hora previamente acordadas, ao corte da alimentação desde o quadro de entrada até ao quadro da intervenção. Seguidamente, foram realizados as ligações e instalação dos equipamentos de proteção no quadro, conforme mostrado na figura 4.14.

Por fim, concluídos os trabalhos no quadro, a equipa de AVAC procedeu à realização dos ensaios da instalação, dando assim por finalizados os trabalhos solicitados pelo dono de obra. Em sequência, foi elaborado o auto de medição de acordo com os trabalhos executados e, simultaneamente, procedeu-se à atualização das telas finais. Estas foram revistas com apoio das preparações inicialmente elaboradas e ajustadas em conformidade com o trabalho real executado. Por último, o auto de medição, acompanhado pelas telas finais atualizadas, foi encaminhado ao dono de obra e entidade executante, concluindo assim o processo.

Estas intervenções de atuações requerem especial atenção por parte da direção de obra, uma vez que se desenvolvem em instalações já em funcionamento e, por essa razão, não se pode, comprometer o normal funcionamento do estabelecimento. No caso deste exemplo, a visita prévia ao local revelou-se fundamental para garantir que a execução dos trabalhos fosse devidamente planeada, evitando limitações na sua realização e, assim, assegurando a maior brevidade de trabalhos e interrupções ao funcionamento normal do estabelecimento.

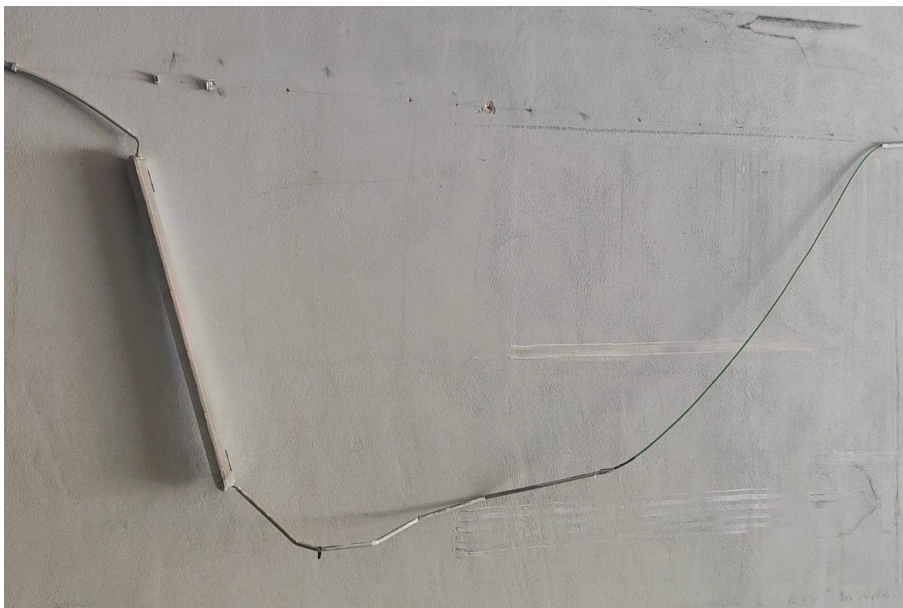
#### **4.4.2. Caso prático - Manutenções**

As manutenções, à semelhança das atuações, constituem também intervenções realizadas em estabelecimentos em exploração, requerendo, então, os mesmos cuidados e precauções. A sua finalidade é assegurar manutenção corretiva e preventiva, de modo a garantir o adequado funcionamento das instalações. Estas intervenções são geralmente comunicadas pelo dono de obra, embora, em determinadas situações, possam ser solicitadas diretamente pela entidade exploradora.

As manutenções consistem em trabalhos com menor complexidade que as atuações, porém, as suas circunstâncias podem ter impacto no correto funcionamento das instalações, pelo que, o ponto crítico destas intervenções reside na capacidade assegurar a resolução rápida e eficaz dos problemas.

Normalmente, na comunicação destas intervenções, são descritas as circunstâncias e as implicações identificadas, acompanhadas por registos fotográficos que permitem uma melhor compreensão do problema e facilitam o aprovisionamento de materiais necessários.

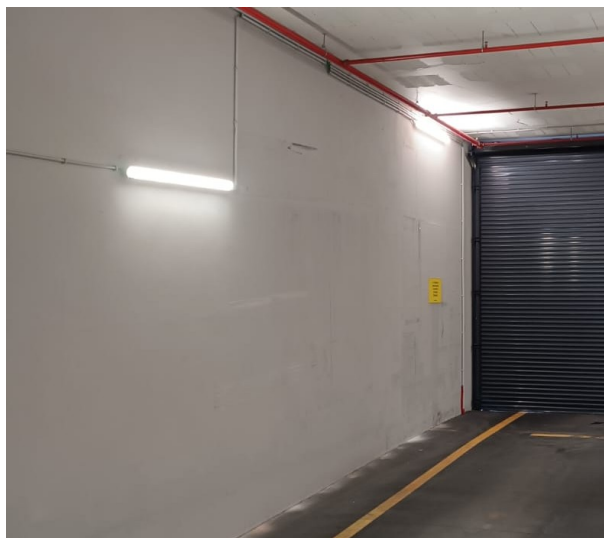
No caso pratico apresentado, a solicitação da entidade exploradora foi acompanhada pela figura 4.15, onde se esclarece que a ocorrência se apresenta no cais de descarga de camiões. Este local, devido as suas dimensões limitadas, dificultam a manobra ao motorista, originando recorrentes constrangimentos.



**Figura 4.15:** Registo fotográfico pré manutenção [Autoria própria].

Na figura 4.15 é possível observar uma armadura de iluminação danificada, bem como a sua alimentação e instalação, consequência dos embates do camião contra a parede onde se encontrava afixada. A solicitação da entidade exploradora consistia não só na correção desta situação, mas também na procura de uma solução que prevenisse futuros constrangimentos no caso de novos embate.

Os materiais necessários para a intervenção resumiram-se apenas a uma pequena quantidade de tubo VD e cabo, ambos disponíveis em stock. Assim, destacou-se de imediato uma equipa para se deslocar ao local e proceder à execução dos trabalhos.



**Figura 4.16:** Registo fotográfico pós manutenção [Autoria própria].

A iluminação em questão tinha como objetivo assegurar a visibilidade no acesso do camião, servindo de apoio ao motorista durante as manobras. Através da análise das marcas existentes na parede, complementada pelo relato da entidade exploradora, constatou-se que os embates ocorriam, na maioria das vezes, ao nível médio das armaduras de iluminação, incidindo diretamente sobre o tubo VD que alimentava a última armadura da série, o que originava a danificação recorrente desta iluminação.

Uma vez que a remoção da iluminação não era viável, tendo em conta a sua função, sugeriu-se a realocação da tubagem e da última armadura da série para uma cota superior, de modo a evitar a possibilidade de impacto com os camiões. A solução proposta e executada encontra-se representada na figura 4.16.

Uma vez concluída a intervenção, procedeu-se à elaboração do respetivo auto, que posteriormente foi devidamente encaminhado. Este exemplo, embora simplificado, demonstra que o principal objetivo das manutenções é garantir a resolução mais rápida possível dos problemas, considerando sempre as implicações que estes possam ter no funcionamento das instalações.

#### 4.4.3. Considerações finais e boas práticas

As atuações e manutenções, apesar de se tratarem de intervenções em instalações já concluídas e em exploração, assumem uma relevância essencial para o ciclo de vida das infraestruturas. Estas práticas, devem ser entendidas como meios de assegurar a continua fiabilidade, segurança e a adaptação das instalações às necessidades reais da entidade exploradora.

É importante reforçar a correta análise da solicitação, bem como os elementos de apoio

fornecidos, complementada pelas visitas técnicas ao local. Estes processos garantem um correto planeamento dos trabalhos, a elaboração clara de preparações para apoio das equipas de execução e o aprovisionamento de todos os materiais ou meios necessários para a execução dos trabalhos.

Outro aspeto determinante é comunicação transparente com a entidade exploradora sobre os trabalhos e as suas condicionantes, de modo a não existir nenhum constrangimento no funcionamento do estabelecimento na duração dos trabalhos. Por fim, destaca-se a importância de um correto registo e arquivo de todo o processo, desde a solicitação até à conclusão da intervenção, incluindo autos de medição e atualização das telas finais. Este procedimento não só garante rastreabilidade, mas também constitui uma base de consulta para futuras intervenções.

## 4.5. Ensaio das instalações

Os ensaios constituem uma etapa fundamental na conclusão da execução da obra, uma vez que permitem verificar, validar e documentar o correto funcionamento das instalações em conformidade com o projeto, os requisitos técnicos e as normas de segurança. Este procedimento é de carácter obrigatório antes da entrada em funcionamento das instalações, garantindo assim a conformidade regulamentar e a segurança dos futuros utilizadores.

Normalmente, os ensaios são executados após a conclusão das principais frentes de trabalho, numa fase terminal da empreitada. Estes compreendem uma lista de testes funcionais, tendo como base, medições elétricas, confirmação do correto funcionamento de equipamentos e testes de segurança. Os resultados são habitualmente registados em fichas específicas de procedimentos ou ensaios preparadas para a instalação em causa, de forma a abranger a totalidade das instalações e garantir a identificação de eventuais falhas de execução nos pontos críticos.

Para além do cumprimento regulamentar, que assegura a verificação e o correto funcionamento das instalações para a sua entrada em exploração, os ensaios assumem-se também como uma ferramenta de qualidade e de transparência perante o dono de obra. O registo formal e devidamente documentado dos resultados é encaminhado para aprovação, servindo como justificação da conformidade da execução da obra face aos requisitos do projeto, às normas aplicáveis e às condições de segurança.

##### 4.5.1. Caso prático - Ensaio de instalações

Os ensaios das instalações são geralmente realizados na fase final da obra, quando já não existem trabalhos pendentes que possam comprometer a sua validação. Estes ensaios são habitualmente executados com base em fichas específicas, adaptadas às instalações em questão. Normalmente, utilizam-se os circuitos dos quadros elétricos como ponto de referência, uma vez que estes abrangem a totalidade da instalação.

O objetivo principal dos ensaios é confirmar o correto funcionamento de todos os elementos da instalação. Para tal, procede-se à verificação individual de cada circuito, assegurando que todas as tomadas possuem alimentação, que todas as comutações dos pontos de luz funcionam corretamente e que o quadro cumpre os requisitos de proteção definidos para a instalação.

O caso prático apresentado refere-se aos ensaios da instalação elétrica de um edifício de apartamentos. Para a sua execução, foram utilizadas fichas fornecidas pelo dono de obra, organizadas em cinco paginas distintas:

1. "Instalações elétricas gerais" - Síntese de todos os resultados;
2. "Ensaio medições" - destinada as medições de tensões, resistências de terra e frequência de toda a instalação;
3. "Proteção diferencial" - verificação das proteções diferenciais do quadro;
4. "QE - Circuitos" - dedicada à proteções, comandos, funcionamento e conformidade com o projeto de cada circuito;
5. "Resistência de isolamento" - dedicada à resistência de isolamento de cada circuito.

Estas fichas são também acompanhadas pelo desenho das respetivas instalações a ensaiar, garantindo a validação individual de todos os elementos da instalação elétrica.

Com estes elementos, os técnicos podem realizar os ensaios e verificar todos os pontos da instalação. Para a sua realização foi utilizado um aparelho medidor multifunções, especificamente desenvolvido para ensaios em instalações elétricas. Este equipamento reduz a necessidade de recorrer a vários aparelhos distintos, uma vez que integra diferentes funcionalidades de medição, permitindo ainda a realização de vários ensaios em simultâneo, o que otimiza o processo e garante maior eficiência nos trabalhos.

A figura 4.17 apresenta a ficha "Instalações elétricas gerais" preenchida durante os ensaios.

Pontos	Descrição dos pontos de controlo	Planos/ referências Critérios de rejeição	Tipo de inspeção	x ✓
1	Verificar a concordância da instalação com as Especificações Técnicas de Projecto	Projecto / Caderno de Encargos	Visual	✓
2	Verificar se os trabalhos se encontram concluídos.	Obra	Visual	✓
3	Equipotencialização das massas metálicas: serralharias, equipamento, caleiras, condutas, portas equipamento de utilização	$R < 0,2 \text{ mts/Ohm}$ - segundo RSSPTS / IEC 60364	Funcional e/ou medição FRM-IE-003	✓
4	Verificar a continuidade dos condutores de protecção.	$R < 0,2 \text{ mts/Ohm}$ - segundo RSSPTS / IEC 60364	Funcional e/ou medição FRM-IE-003	✓
5	Medição da resistência de isolamento (F-F(RST), F-N, F-T, N-T)	$U = 250V / 500V / 1000V$ - Tensão variável de acordo com Tensão de ensaio; $R \geq 1 \text{ Mohm}$ - segundo EN 61557-2	Funcional e/ou medição FRM-IE-004	✓
6	Verificação das protecções diferenciais	Tensão de Contacto (Inst. Especiais): $\leq 25V$ ; Tensão de Contacto (Inst. Normais): $\leq 50V$ ; Corrente de Funcionamento: de acordo com especificações técnicas do fabricante; Tempo de Actuação: variável em função do equipamento instalado	Medição: FRM-IE002	✓
7	Verificação da possibilidade de desenfiamento e enfiamento de condutores isolados ou cabos em tubos ou condutas	Ensaio funcional em função do diâmetro das canalizações e condutores 25% reserva de espaço.	Visual	✓
8	Verificação da identificação dos circuitos	Desenhos e eventuais pedidos de alteração do cliente	Visual	✓
9	Confirmação e ensaios de funcionamento dos equipamentos ligados nos circuito com as plantas.	Desenhos e eventuais pedidos de alteração do cliente	Medição: FRM-IE002	✓
10	Ensaio de funcionalidade das tomadas medição de tensão ou com equipamento de apoio	Amostragem – 100%	Medição: FRM-IE001 e FRM-IE006	✓
11	Verificação e ensaio da iluminação por actuação nos comandos com a confirmação das comutações se existirem - ensaio funcional	Identificação do local e do tipo de Aparelho de Iluminação; Verificação da correcta instalação. Verificação da implantação, referências e ensaios funcionais. Amostragem – 100%	Medição: FRM-IE005 e/ou FRM-IE006	✓
12	Fazer análise crítica sobre as orientações das teclas dos comutadores de lustre e outros relativamente aos pontos de luz.	Amostragem – 100%	Visual	✓
13	Verificação da Limpeza geral dos equipamentos	obra	Visual	✓

Figura 4.17: Excerto de ficha de ensaios.

Da observação da figura 4.17 é possível verificar que todos os aspetos da instalação são avaliados, sendo alguns pontos verificados através de medições e outros de inspeção visual. Contudo, todas estas verificações são essenciais para a correta realização dos ensaios da instalação.

Concluídos os ensaios, as respetivas fichas de ensaios de cada instalação são arquivadas e os registos são formalmente encaminhados para o dono de obra e fiscalização, a fim de validar a realização dos ensaios e assegurar a conformidade da instalação, para a entrada em exploração.

#### 4.5.2. Considerações finais e boas práticas

Os ensaios representam a fase final de validação da obra, sendo uma prática essencial para garantir que todas as instalações estão alinhadas ao projeto, aos requisitos técnicos e às normas de segurança atuais para entrada em exploração. Mais do que uma simples formalidade, esses

testes asseguram a qualidade e a confiança da execução, aumentando a segurança dos futuros utilizadores e a transparência com dono de obra.

Para a sua implementação, é necessário um planeamento rigoroso, assegurando que sejam iniciadas apenas após a finalização dos principais trabalhos, prevenindo resultados inconclusivos e a necessidade de repetir os mesmos. É igualmente fundamental que a elaboração das fichas de ensaio seja clara, direta e ajustada à instalação em questão, possibilitando uma leitura completa e sistemática de todos os aspetos críticos.

Em síntese, é fundamental destacar a relevância do registo e arquivo de todos os ensaios realizados. A documentação formal serve não apenas como evidência da conformidade da instalação, mas também como um recurso para futuras intervenções. Assim, os ensaios são encarados como um procedimento de validação conclusiva, que garante a qualidade do trabalho, fortalece a confiança entre as partes e assegura a segurança e qualidade da instalação.

## Capítulo 5.

### Conclusão

A realização deste estágio curricular constituiu uma experiência única, permitindo a aplicação prática dos conhecimentos e competências obtidas ao longo do percurso académico. Para além disso, proporcionou o contacto com a realidade empresarial na área da construção e da engenharia das instalações elétricas, permitindo compreender os desafios e exigências inerentes a este setor.

A partir da realização deste estágio, foi possível consolidar um vasto conhecimento sobre a legislação aplicável às edificações e às instalações em Portugal, bem como, sobre as entidades que intervêm nos processos construtivos e as diversas especialidades que compõem as obras. Esta experiência contribuiu para a criação de uma base sólida de conceitos fundamentais, indispensáveis para a compreensão e execução das atividades profissionais futuras.

As atividades desenvolvidas durante o estágio, destacadas no Capítulo 3, permitiram uma aproximação prática aos processos de direção de obra, fundamentais para o planeamento e execução das diferentes fases de construção. A compreensão destes processos revelou-se essencial para o desenvolvimento de competências de gestão das obras, garantindo que cada procedimento, ainda que com finalidades distintas, assegurassem a qualidade, os prazos, a eficiência e a rentabilidade da obra.

O acompanhamento direto em obra reforçou a importância do cumprimento dos aspetos técnicos, regulamentares e contratuais, assegurando assim a conformidade final da obra. Do mesmo modo, evidenciando a relevância do conhecimento aprofundado dos procedimentos construtivos e materiais, não apenas para garantir a qualidade e segurança, mas também para prevenir litígios futuros consequentes de falhas ou inconformidades.

Em geral, este estágio na Bragalux, S.A. revelou-se uma oportunidade sem igual de crescimento profissional e pessoal, permitindo não só a aplicação prática de conhecimento adquirido,

mas também de desenvolvimento de competências fundamentais para o futuro exercício da profissão como engenheiro eletrotécnico.

# Bibliografia

- [1] G20 Global Infrastructure Hub. *Global Infrastructure Outlook: Infrastructure Investment Needs 50 Countries, 7 Sectors to 2040*. Recuperado em 6 out. 2025. 2017. URL: <https://outlook.gihub.org/>.
- [2] Alejandro Izquierdo et al. *Revisiting Public Investment Multipliers*. Policy Research Working Paper 9376. Acesso em 14 out. 2025. World Bank, 2020. URL: <https://openknowledge.worldbank.org/entities/publication/a5a06649-8881-43bb-903b-e1302a7289f1>.
- [3] *Decreto-Lei n.º 15/2022, de 14 de janeiro*. Diário da República, 1.ª série — N.º 9. Acesso em 14 out. 2025. 2022. URL: <https://dre.pt/dre/detalhe/decreto-lei/15-2022-176676276>.
- [4] Bragalux. *A nossa história*. Acedido em 5 de setembro 2025. URL: <https://www.bragalux.pt/our-history/>.
- [5] *Decreto-Lei n.º 555/99, de 16 de dezembro*. Diário da República, 1.ª série, n.º 291, 16 de dezembro de 1999.
- [6] *Decreto-Lei n.º 38 382/1951 – Regulamento Geral das Edificações Urbanas (versão consolidada)*. <https://diariodarepublica.pt/dr/legislacao-consolidada/decreto-lei/1951-120610500>. Acesso em 14 out. 2025. 1951.
- [7] *Decreto-Lei n.º 10/2024, de 8 de janeiro: Reforma e simplificação dos licenciamentos urbanísticos*. [https://www.pgdlisboa.pt/leis/lei\\_mostra\\_articulado.php?nid=3737&tabela=leis&ficha=1&pagina=1&so\\_miolo=](https://www.pgdlisboa.pt/leis/lei_mostra_articulado.php?nid=3737&tabela=leis&ficha=1&pagina=1&so_miolo=). Acesso em 14 out. 2025. 2024.
- [8] *Lei n.º 41/2015 — Estabelece o regime jurídico aplicável ao exercício da atividade da construção*. <https://diariodarepublica.pt/dr/legislacao-consolidada/lei/2015-105270390>. Acesso em 14 out. 2025. 2015.

- [9] *Decreto-Lei n.º 18/2008, de 29 de janeiro*. Diário da República, 1.ª série — N.º 20. Acesso em 14 out. 2025. 2008. URL: <https://dre.pt/dre/detalhe/decreto-lei/18-2008-570182>.
- [10] *Decreto-Lei n.º 66/2025, de 10 de abril*. Diário da República, 1.ª série — N.º 72. Acesso em 14 out. 2025. 2025. URL: <https://dre.pt/dre/detalhe/decreto-lei/66-2025-xxxxx>.
- [11] *Decreto-Lei n.º 31/2009*. Diário da República n.º 127/2009, Série I, 3 de julho de 2009. Acesso em 14 out. 2025. 2009.
- [12] *Decreto-Lei n.º 40/2015, de 1 de junho*. Diário da República, 1.ª série, n.º 105. Acesso em 14 out. 2025. 2015.
- [13] *Portaria n.º 71-A/2024, de 27 de fevereiro*. Português. <https://diariodarepublica.pt/dr/detalhe/portaria/71-a-2024-853867971>. Diário da República, 1.ª série, n.º 41, 27 de fevereiro de 2024. Acesso em 18 out. 2025.
- [14] Ricardo Mateus. *Novas tecnologias construtivas com vista à sustentabilidade da construção*. Acesso em 14 out. 2025. Braga, Portugal. URL: <https://repositorium.uminho.pt/server/api/core/bitstreams/2eeebb07-c876-440e-8d18-5430b33642ca/content>.
- [15] *Decreto-Lei n.º 10/2024, de 8 de janeiro*. Diário da República, 1.ª série, n.º 5. Acesso em 14 out. 2025. 2024.
- [16] *Decreto-Lei n.º 101-D/2020, de 7 de dezembro*. Diário da República, 1.º Suplemento, Série I, n.º 237. Acesso em 14 out. 2025. 2020.
- [17] República Portuguesa. *Decreto-Lei n.º 96/2017, de 10 de agosto. Estabelece o regime das instalações elétricas particulares*. Diário da República n.º 154/2017, Série I, pp. 4654–4663. Entrada em vigor em 1 de janeiro de 2018. 2017. URL: <https://diariodarepublica.pt/dr/detalhe/decreto-lei/96-2017-107987277>.
- [18] República Portuguesa. *Decreto-Lei n.º 26852, de 30 de Julho de 1936. Diário do Governo*, n.º 177, 1.ª Série. Aprova o Regulamento de licenças para instalações eléctricas. 1936. URL: <https://diariodarepublica.pt/dr/detalhe/decreto-lei/26852-1936-360077> (acedido em 27/10/2025).
- [19] Assembleia da República. *Lei n.º 61/2018, de 21 de agosto. Diário da República*, n.º 160/2018, 1.ª Série, pág. 4292-4293. Primeira alteração, por apreciação parlamentar, ao Decreto-Lei n.º 96/2017, de 10 de agosto, que estabelece o regime das instalações eléctricas

- particulares. 2018. URL: <https://diariodarepublica.pt/dr/detalhe/lei/61-2018-116130015> (acedido em 27/10/2025).
- [20] República Portuguesa. *Decreto-Lei n.º 226/2006, de 15 de Novembro. Diário da República*, série I, n.º 224/2006. Aprova normas de enquadramento do Regulamento (CE) n.º 725/2004 e transpõe para a ordem jurídica interna a Directiva 2005/65/CE, relativa ao reforço da protecção dos navios e das instalações portuárias. 2006. URL: <https://diariodarepublica.pt/dr/detalhe/decreto-lei/226-2005-468999> (acedido em 27/10/2025).
- [21] República Portuguesa — Ministério da Economia e da Inovação. *Portaria n.º 949-A/2006, de 11 de Setembro. Diário da República*, n.º 175/2006 (1.º Suplemento), Série I, pág. 6682-(2) a 6682-(191). Aprova as Regras Técnicas das Instalações Eléctricas de Baixa Tensão. 2006. URL: <https://diariodarepublica.pt/dr/detalhe/portaria/949-a-2006-303262> (acedido em 28/10/2025).
- [22] República Portuguesa. *Portaria n.º 252/2015, de 17 de agosto. Diário da República*, n.º 158/2015, Série II, pág. 7005-5493. Regulamenta o regime de utilização de gás natural canalizado por consumidores domésticos ou equiparados. 2015. URL: <https://diariodarepublica.pt/dr/detalhe/portaria/252-2015-70055493> (acedido em 28/10/2025).
- [23] República Portuguesa. *Decreto-Lei n.º 740/1974, de 26 de Dezembro. Diário da República*, série I. Aprova os Regulamentos de Segurança de Instalações de Utilização de Energia Eléctrica e de Instalações Colectivas de Edifícios e Entradas. 1974. URL: <https://diariodarepublica.pt/dr/detalhe/decreto-lei/740-1974-242189> (acedido em 28/10/2025).
- [24] República Portuguesa. *Decreto-Lei n.º 220/2008, de 12 de Novembro. Diário da República*, n.º 220/2008, 1.ª Série. Estabelece o regime jurídico da segurança contra incêndios em edifícios. 2008. URL: <https://diariodarepublica.pt/dr/detalhe/decreto-lei/220-2008-439866> (acedido em 28/10/2025).
- [25] República Portuguesa — Ministério da Administração Interna. *Portaria n.º 1532/2008, de 29 de dezembro: Aprova o Regulamento Técnico de Segurança contra Incêndio em Edifícios (SCIE). Diário da República*, 1.ª série, n.º 250/2008, de 29 de dezembro. Entrou em vigor a 1 de janeiro de 2009. 2008. URL: <https://diariodarepublica.pt/dr/detalhe/portaria/1532-2008-444380> (acedido em 28/10/2025).

- [26] República Portuguesa — Direção-Geral de Energia e Geologia. *Despacho n.º 6476-H/2021, de 1 de julho: Aprova o Manual do Sistema de Certificação Energética dos Edifícios (SCE)*. *Diário da República*, 2.ª série, n.º 126/2021, 2.º Suplemento, págs. 66-316. Manual do Sistema de Certificação Energética dos Edifícios. 2021. URL: <https://diariodarepublica.pt/dr/detalhe/despacho/6476-h-2021-166300890> (acedido em 28/10/2025).
- [27] Mobie — Agência para a Energia. *Despacho n.º 26/2017*. Documento PDF disponibilizado pela Mobie. Aprova o manual técnico para certificação energética dos edifícios (ou conforme o conteúdo do despacho). 2017. URL: <https://www.mobie.pt/documents/699315/ff53a959-550b-10bd-a564-d04d03054482> (acedido em 28/10/2025).
- [28] *Direção-Geral de Energia e Geologia*. consultado em 11 de outubro de 2025. URL: <https://www.dgeg.gov.pt/>.
- [29] *Redes Energéticas Nacionais*. consultado em 11 de outubro de 2025. URL: <https://www.ren.pt/>.
- [30] *E-REDES*. consultado em 11 de outubro de 2025. URL: <https://www.e-redes.pt/pt-pt>.
- [31] *Instituto Português da Qualidade*. consultado em 11 de outubro de 2025. URL: <https://www.ipq.pt/>.
- [32] *Associação Portuguesa de Certificação*. consultado em 11 de outubro de 2025. URL: <https://apcergroup.com/pt/>.
- [33] *Decreto-Lei n.º 223/2000, de 9 de setembro*. *Diário da República*, I Série-A, n.º 210. Acesso em 14 out. 2025. 2000.
- [34] *Agência para a Energia*. consultado em 11 de outubro de 2025. URL: <https://www.adene.pt/a-adene/>.
- [35] *Comité Europeu de Normalização Eletrotécnica*. consultado em 11 de outubro de 2025. URL: <https://www.anacom.pt/>.
- [36] *Agência de Cooperação dos Reguladores da Energia*. consultado em 11 de outubro de 2025. URL: <https://european-union.europa.eu/>.
- [37] *Council of European Energy Regulators*. consultado em 11 de outubro de 2025. URL: <https://www.ceer.eu/>.

- 
- [38] IEC: *International Electrotechnical Commission – ANSI Webstore*. consultado em 11 de outubro de 2025. URL: [https://webstore.ansi.org/SDO/IEC?ad\\_acct=0089&gad\\_source=1&gad\\_campaignid=14086561104&gbraid=0AAAAADvqK-WFQ1ZmmIUUW3IF12dvjA-sd&gclid=Cj0KCQjwgKjHBhChARIsAPJR3xd-xSbjGS3oblihMdrX6hKb9SBT70d9oazTRoHMiwp-ABOAUkz-v94aAnEwEALw\\_wcB](https://webstore.ansi.org/SDO/IEC?ad_acct=0089&gad_source=1&gad_campaignid=14086561104&gbraid=0AAAAADvqK-WFQ1ZmmIUUW3IF12dvjA-sd&gclid=Cj0KCQjwgKjHBhChARIsAPJR3xd-xSbjGS3oblihMdrX6hKb9SBT70d9oazTRoHMiwp-ABOAUkz-v94aAnEwEALw_wcB).
- [39] *Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE)*. consultado em 11 de outubro de 2025. URL: <https://www.ieee.org/>.
- [40] ISO - *International Organization for Standardization*. consultado em 11 de outubro de 2025. URL: <https://www.iso.org/>.
- [41] Portugal. *Decreto-Lei n.º 273/2003, de 29 de outubro*. Diário da República, I Série-A, n.º 251. CONDIÇÕES DE SEGURANÇA E DE SAÚDE NO TRABALHO EM ESTALEIROS TEMPORÁRIOS OU MÓVEIS. 2003. URL: <https://dre.pt/dre/detalhe/decreto-lei/273-2003-350041>.
- [42] Portugal. *Lei n.º 31/2009, de 3 de julho, alterada pelo Decreto-Lei n.º 66/2019, de 21 de maio*. Diário da República, I Série, n.º 127. regime jurídico da qualificação dos técnicos responsáveis por projetos, direção de obra e direção de fiscalização de obra. 2009. URL: <https://dre.pt/dre/detalhe/lei/31-2009-493401>.
- [43] APCER S.A. *ISO 45001 – Sistema de Gestão da Segurança e Saúde no Trabalho*. <https://apcergroup.com/pt/certificacao/pesquisa-de-normas/177/iso-45001>. Acedido em: 27 out. 2025. 2023.
- [44] CENELEC – Comité Européen de Normalisation Électrotechnique. *EN 50110-1:2013 – Operation of electrical installations – Part 1: General requirements*. [https://aqtse.pt/wp-content/uploads/2020/11/Norma-Europeia-EN-50110-1\\_2013-2.pdf](https://aqtse.pt/wp-content/uploads/2020/11/Norma-Europeia-EN-50110-1_2013-2.pdf). Acedido em: 27 out. 2025. 2013.
- [45] S&C Sistemas & Condutores S.A. *Produtos — S&C Sistemas & Condutores S.A.* Acedido em 15 de outubro de 2025. 2025. URL: <https://www.scondutores.pt/produtos.html>.
- [46] HoneCable. *Cabo de Fibra Óptica 101: O que é e como funciona*. Acedido em 15 de outubro de 2025. 2025. URL: <https://www.honecable.com/pt-pt/cabo-de-fibra-otica-101-o-que-como-funciona/>.
- [47] Grupo Discabos. “*Como escolher o cabo de rede*”. Acesso em: 22 out. 2025. 2025. URL: <https://discabos.com.br/blog/artigos/como-escolher-o-cabo-de-rede/>.
-

- [48] Bright Better. “*Our ICT Services*”. Acesso em: 22 out. 2025. 2025. URL: <https://brightbetter.com/services.html>.
- [49] Rute Torres. “*Cabo elétrico coaxial*”. Acesso em: 22 out. 2025. n.d. URL: <https://disciplina-rc-rute2.webnode.pt/cabo-eletrico-coaxial/>.
- [50] *Cabo Especiais — Material Elétrico (Pedro de Toledo)*. Página institucional/comercial. Helenge Group. URL: <https://www.seo.helenge.com.br/cabo-especiais-material-eletrico/pedro-de-toledo> (acedido em 17/10/2025).
- [51] Caiado. *Catálogo geral — Cabos de Média Tensão*. Rel. téc. Acedido em 17 Outubro 2025. Caiado, 2025. URL: <https://www.caiado.pt/images/uploaded/CatalogosCaiado/catalogo-general-cable-media-tensao.pdf>.
- [52] Obramat. “*CABO LIVRE DE HALOGÉNEOS RZ1-K 1×6 mm<sup>2</sup> Metro Linear Verde*”. Acesso em: 22 out. 2025. n.d. URL: <https://www.obramat.pt/produtos/cabo-livre-de-halogeneos-rz1-k-1x6mm2-metro-linear-verde-10677695.html>.
- [53] Lda. Lúxivo – Material Elétrico. “*CABO SZ1-K(AS) 1kV 5G1,5 Laranja*”. Acesso em: 22 out. 2025. n.d. URL: <https://www.luxivo.com/pt/loja-online/cabos-e-fios/energia/resistente-fogo/cabo-sz1-k-as-1kv-5g1-5-laranja/?ref=sz1k5g1-5lr>.
- [54] Lda. GroupSumi – Material Elétrico. “*Tubos elétricos para instalações*”. Acesso em: 22 out. 2025. n.d. URL: <https://groupsumi.pt/electricidade/tubos-eletricos>.
- [55] JSL Material Elétrico S.A. “*TUBOS E ACESSÓRIOS*”. Acesso em: 22 out. 2025. n.d. URL: <https://jsl-online.com/tubos-e-acessorios/>.
- [56] Hilário & Alves. “*Tubos*”. Acesso em: 23 out. 2025. n.d. URL: <https://www.hilarioalves.com/pt/electricidade/tubos/pc-6864>.
- [57] Aiscan S.L. “*Aiscan – Sistemas de canalização eléctrica*”. Acesso em: 23 out. 2025. n.d. URL: <https://www.aiscan.com/>.
- [58] OBO Bettermann Portugal. “*Tubos para instalação eléctrica, ligação de encaixe*”. Acesso em: 22 out. 2025. n.d. URL: <https://www.obo.pt/produtos/instalacoes-industriais/sistemas-de-ligacao-e-de-colocacao/sistemas-de-tubos/tubos-para-instalacao-eletrica-ligacao-de-encaixe/>.

- 
- [59] Autoridade Nacional de Comunicações (ANACOM). *Manual ITED – 4.<sup>a</sup> edição: Prescrições e especificações técnicas das infraestruturas de telecomunicações em edifícios*. Versão aprovada em 14 de novembro de 2019. Nov. de 2019. URL: [https://www.anacom.pt/streaming/ITED4Final14nov2019.pdf?contentId=1495384&field=ATTACHED\\_FILE](https://www.anacom.pt/streaming/ITED4Final14nov2019.pdf?contentId=1495384&field=ATTACHED_FILE).
- [60] OBO Bettermann Portugal. “*Sistemas de caminho de cabos*”. Acesso em: 23 out. 2025. n.d. URL: <https://www.obo.pt/produtos/instalacoes-industriais/sistemas-de-caminho-de-cabos/>.
- [61] BASOR Electric S.A. “*e-Catalogue – Products*”. Acesso em: 23 out. 2025. n.d. URL: <https://www.basor.com/ecatalogo/pt/inicio>.
- [62] Gilberto Correia Machado. «Metodologias Evolutivas na Produção de Quadros Elétricos». Orientador: António Augusto Gomes. Dissertação de Mestrado em Engenharia Eletrotécnica – Sistemas Elétricos de Energia. Porto, Portugal: Instituto Superior de Engenharia do Porto (ISEP), 2018.
- [63] S.A. Hager – Sistemas Eléctricos Modulares. “*Caixas e armários de distribuição*”. Acesso em: 24 out. 2025. n.d. URL: <https://hager.com/pt/catalogo/caixas-e-armarios-de-distribuicao>.
- [64] Schneider Electric Portugal. “*Quadro de distribuição*”. Acesso em: 24 out. 2025. n.d. URL: <https://www.se.com/pt/pt/product-category/4000-quadro-de-distribui%C3%A7%C3%A3o/>.
- [65] Abel Santos. *Dispositivos de segurança elétrica: confira os mais usados*. [https://loja.br.abb.com/blog/post/dispositivos-de-seguranca-eletrica?srsltid=AfmB0oqRwk0QBzQ-mQtyC1z bzYk75g00w p fXYj-Gf-7uYEJqrmj\\_hvRg](https://loja.br.abb.com/blog/post/dispositivos-de-seguranca-eletrica?srsltid=AfmB0oqRwk0QBzQ-mQtyC1z bzYk75g00w p fXYj-Gf-7uYEJqrmj_hvRg). Acedido em: 23 Out 2025. 2020.
- [66] ABB Brasil. *Disjuntores: principais tipos e usos*. [https://loja.br.abb.com/blog/post/disjuntores-principais-tipos-usos?srsltid=AfmB0oply-xqRWBVcV5ubz01jzR\\_E2Ams1pxf7D5ciAJv2Y27XLqIIS](https://loja.br.abb.com/blog/post/disjuntores-principais-tipos-usos?srsltid=AfmB0oply-xqRWBVcV5ubz01jzR_E2Ams1pxf7D5ciAJv2Y27XLqIIS). Acedido em: 23 Out 2025. 2025.
- [67] Davidemag. *Disjuntor motor magnetotérmico 2,5-4 A GV2ME08 — Schneider*. <https://davidemag.com/produto/disjuntor-motor-magnetotermico-25-4a-gv2me08-schneider/>. Acedido em: 23 Out 2025.
- [68] Socomec Innovative Power Solutions. *Interruptor de corte em carga (LBS)*. <https://www.socomec.pt/pt/c/interruptor-de-corte-em-carga-lbs/>. Acedido em: 23 Out 2025.
-

- [69] legrand. *Interruptor de manobra em caixa moldada - DPX<sup>3</sup>-I 1600 - 4P - 1600 A*. <https://www.legrand.pt/e-catalogo/interruptor-de-manobra-em-caixa-moldada-dpx-i-1600-4p-1600-a.html>. Acedido em: 23 Out 2025.
- [70] Socomec Innovative Power Solutions. *Interruptores-seccionadores CA*. <https://www.socomec.pt/pt/c/interruptores-seccionadores-ca>. Acedido em: 23 Out 2025.
- [71] TOSUNlux. *O guia completo para porta-fusíveis: tipos, funções, aplicações*. <https://www.tosunlux.eu/pt/blog/guide-to-fuse-holder/>. Acedido em 23 de Outubro de 2025. Jun. de 2023.
- [72] Hager S.A. *Corta-circuitos 3P 32A 400V L38 3M - LSN503*. <https://hager.com/pt/catalogo/produto/lsn503-corta-circuitos-3p-32a-400v-l38-3m>. Acedido em 23 de Outubro de 2025. 2016.
- [73] Schneider Electric. *Relés: O que São, Como Funcionam e Como Testar*. <https://blog.se.com/br/eletrica/2025/10/03/rele-um-dispositivo-eletrico-fundamental/>. Acedido em 23 de Outubro de 2025. Out. de 2025.
- [74] Schneider Electric. *iCT 40 A 2NO 220-240 V 50 Hz - A9C21842*. <https://www.se.com/pt/pt/product/A9C21842/ict-40-a-2na-220-240-v-50hz/>. Acedido em 24 de Outubro de 2025. 2025.
- [75] Schneider Electric. *Dispositivo Diferencial Residual: o que é e como funciona?* <https://blog.se.com/br/eletrica/2016/12/15/dispositivo-dr-protacao-eletrica/>. Acedido em 23 de Outubro de 2025. Dez. de 2016.
- [76] Schneider Electric. *Bloco diferencial Vigi NG125 - Classe A, 4P, 125 A, 300/1000 mA - Ref. 19046*. <https://www.se.com/pt/pt/product/19046/bloco-diferencial-vigi-ng125-classe-a-4p-125a-300-1000ma-i-s/>. Acedido em 24 de Outubro de 2025. 2025.
- [77] Anacleto. *Guia Completo sobre Caixas de Derivação para Instalações Elétricas*. <https://anacleto.pt/blog/caixas-de-derivacao-para-instalacoes-eletricas/?accettato=1>. Acedido em 24 de Outubro de 2025. Out. de 2024.
- [78] Simon Electric. *Caixas de Encastrar - Série de mecanismos «Funções Especiais»*. <https://www.simonelectric.com/pt/series-mecanismos/funcoes-especiais/caixas-encastrar.html>. Acedido em 25 de Outubro de 2025. 2025.

- 
- [79] OBO Bettermann. *Sistemas de condução de cabos sem halogénios (Halogenfreie Leitungsführungssysteme)*. [https://www.obo.pt/fileadmin/DMS/Broschueren/06\\_LFS/Halogenfreie-Leitungsfuehrungs-Systeme-PT.pdf](https://www.obo.pt/fileadmin/DMS/Broschueren/06_LFS/Halogenfreie-Leitungsfuehrungs-Systeme-PT.pdf). Acedido em 25 de Outubro de 2025. 2016.
- [80] JSL Material Eléctrico S.A. *Caixas Estanques Antifogo E90*. <https://jsl-online.com/caixas-estanques-antifogo-e90/>. Acedido em 25 de Outubro de 2025. 2025.
- [81] Simon Electric. *Recessed electric mechanisms (Flush-mounted switches and sockets)*. [https://www.simonelectric.com/intl/mechanisms/flush-mounted?utm\\_source](https://www.simonelectric.com/intl/mechanisms/flush-mounted?utm_source). Acedido em 25 de Outubro de 2025. 2025.
- [82] Simon Electric. *Surface-mounted electric mechanisms*. Acesso em: 24 out. 2025. URL: <https://www.simonelectric.com/intl/mechanisms/surface> (acedido em 24/10/2025).
- [83] Jung Group. *Catálogo – Tomadas*. <https://www.jung-group.com/pt-PT/Catalogo/Tomadas/>. Acedido em 25 de Outubro de 2025. 2025.
- [84] Hager S.A. *Fichas e tomadas CEE – Catálogo Aparelhagem Mural / Sistemas de Ligação*. <https://hager.com/pt/catalogo/aparelhagem-mural/sistemas-de-ligacao/fichas-e-tomadas-cee>. Acedido em 24 de Outubro de 2025. 2025.
- [85] Legrand. *Tomada compacta P17 IP55 380/415 V 16 A 3P+N+T – Ref. 057322*. <https://www.legrand.pt/e-catalogo/057322-tomada-compacta-c-encravamento-p17-ip55-380-415v-16a-3p-n-t-p-placa-057723.html>. Acedido em 24 de Outubro de 2025. 2025.

