

Projeto integrador de tecnologias de diversas especialidades eletrotécnicas: Instalações elétricas, telecomunicações, segurança, automação, domótica e

TIAGO ALEXANDRE PINHEIRO OLIVEIRA GODINHO PEREIRA
outubro de 2025

**Projeto integrador de tecnologias de diversas
especialidades eletrotécnicas: Instalações
elétricas, telecomunicações, segurança,
automação, domótica**

Tiago Alexandre Pinheiro Oliveira Godinho Pereira

**Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em
Engenharia Eletrotécnica - Sistemas Elétricos de Energia**

Orientador: Prof. Dr^o Eng^o Sérgio Filipe Carvalho Ramos

Co-orientador: Prof. Eng^o António Augusto Araújo Gomes

Júri:

Presidente:

Professor Doutor Fernando Mauricio Teixeira De Sousa Dias, Professor Adjunto, ISEP

Vogais:

Professor Doutor Engenheiro Sérgio Filipe Carvalho Ramos, Professor Coordenador, ISEP

Professor Engenheiro Rui Paulo Ramos de Castro, Professor Adjunto, ISEP

Página em branco [apagar este comentário]

Resumo

O setor energético, em Portugal, é um pilar fundamental da economia nacional, quer do ponto de vista do cidadão quer do ponto de vista das empresas. Dada a sua natureza, é um sistema complexo que envolve diversas instituições e agentes, que está em constante mudança para se adaptar aos desafios globais europeus.

Para dar resposta às necessidades desta constante evolução, as empresas precisam de estar sempre um passo à frente, antecipando tendências e possíveis cenários, tornando-se necessário investir cada vez mais em técnicos qualificados.

No âmbito desta dissertação são desenvolvidas novas bancadas de ensaio para o Laboratório de Instalações Elétricas do Departamento de Engenharia Eletrotécnica do Instituto Superior de Engenharia do Porto (ISEP), que dá suporte a atividades letivas no âmbito das instalações elétricas, sistemas de segurança, automação e domótica.

Do levantamento realizado aos equipamentos existentes no Laboratório de Instalações Elétricas, conclui-se a necessidade eminente de substituição e atualização da aparelhagem de medição e ensaio, promovendo assim a sua renovação tecnológica e funcionalidades.

No domínio deste trabalho foram, também, desenvolvidos na plataforma Moodle, conteúdos técnicos e guiões para a realização de trabalhos laboratoriais.

Demonstrou-se a importância do desenvolvimento pessoal como sendo o fator-chave para o sucesso no mercado de trabalho e impulsionar a progressão na carreira.

O objetivo fulcral é dotar as aulas de natureza laboratorial com cariz mais prático, fator essencial para estimular nos alunos a curiosidade, a autonomia, a criatividade, o espírito crítico e a responsabilidade, contribuindo para a melhoria na qualidade do ensino-aprendizagem.

Manipular, mexer, fazer e experimentar possibilita experiências de aprendizagem mais marcantes e que perduram na memória.

Em conclusão, o desenvolvimento das capacidades de investigação e de resolução de problemas são extremamente úteis, na definição da vida futura, para criar Engenheiros responsáveis, cultos e participativos na sociedade.

A transladação do laboratório físico para as diferentes bancadas exigiu uma preparação detalhada, atendendo às limitações de espaço, ao cumprimento de todas as regras de segurança vigentes e às dinâmicas de trabalho.

A disposição dos equipamentos, a respetiva sinalização, a escolha do material do painel e a estrutura onde se encontra apoiada a cablagem de interligação dos mesmos são alguns dos aspetos a pudessem ser análise de melhoria contínua.

No estado da Arte são abordados os temas da escolha dos produtos, a fase de concepção do projeto com menção aos aspetos técnicos, a descrição dos equipamentos utilizados nos painéis e a apresentação das ligações elétricas.

A contribuição deste trabalho culmina com o aparecimento das várias bancadas de trabalho, devidamente equipadas de forma versátil, utilizando uma solução de integração, através do protocolo de comunicação KNX.

Palavras-chave:

Dali, Domótica, Iluminação Led, Sistema Automático de Detecção de Incêndio, Sistema Automático de Detecção de Intrusão

Abstract

The energy sector, in Portugal, is a fundamental pillar of the national economy, both from the perspective of citizens and companies. Given its nature, it is a complex system involving several institutions and agents, which is constantly changing to adapt to global European challenges.

To meet the needs of this constant evolution, companies need to always be one step ahead, anticipating trends and possible scenarios, making it necessary to invest increasingly in qualified technicians.

As part of this dissertation, new test benches will be developed for the Electrical Installations Laboratory of the Department of Electrical Engineering of the Instituto Superior de Engenharia do Porto (ISEP), which supports teaching activities in the field of electrical installations, security systems, automation and home automation.

The survey of the equipment in the Electrical Installations Laboratory revealed the urgent need to replace and update the measuring and testing equipment, thereby promoting its technological renewal and functionality.

As part of this work, technical content and guidelines for carrying out laboratory work were also developed on the Moodle platform.

The importance of personal development was demonstrated as a key factor for success in the job market and for boosting career progression.

The main objective was to provide laboratory classes with a more practical nature, an essential factor for stimulating curiosity, autonomy, creativity, critical thinking and responsibility in students, contributing to improving the quality of teaching.

Manipulating, tinkering, making and experimenting allows for more memorable learning experiences that last in the memory.

In conclusion, the development of research and problem-solving skills are extremely useful in defining future life, to create responsible, cultured and participatory Engineers in society.

The transfer of the physical laboratory to the different benches required detailed preparation, considering space limitations, compliance with all current safety rules and work dynamics.

The layout of the equipment, its signage, the choice of panel material and the structure on which the interconnection cabling is supported are some of the aspects that could be analyzed for continuous improvement.

The state of the art covers the topics of product selection, the project design phase with reference to technical aspects, the description of the equipment used in the panels and the presentation of the electrical connections.

The contribution of this work culminates in the appearance of various workbenches, duly equipped in a versatile way, using an integration solution, through the KNX communication protocol.

Keywords:

Dali, Home Automation, LED Lighting, Automatic Fire Detection System, Automatic Intrusion Detection System.

Agradecimentos

Aos meus orientadores, Professor Sérgio Filipe Carvalho Ramos e Professor António Araújo Gomes o meu enorme agradecimento por terem acreditado, desde o início, na importância deste tema, pela disponibilidade e empenho demonstrados ao longo do desenvolvimento da dissertação que foram decisivos para que a mesma pudesse ser concluída com êxito.

Gostaria de agradecer à minha esposa Diana Maia que foi o pilar fundamental para que nunca perdesse o foco em todo o decurso desta dissertação, aos meus filhos Santiago e Sofia, aos meus pais Godinho Pereira e Maria Luísa por sempre me terem apoiado e incentivado em todo o meu percurso académico.

À Administração da Cobelba, por ter disponibilizado todos os recursos e meios sem os quais não teria sido possível a execução das bancadas de trabalho.

Igualmente às empresas parceiras envolvidas neste projeto, Mgb, na pessoa de Alberto Moreira, que disponibilizou o equipamento para o painel de deteção de incêndio e de intrusão; Nextlight, na pessoa de Manuel Bastos, que disponibilizou material para o painel de iluminação; Action Electric, na pessoa de Tiago Santos que disponibilizou material para o painel de domótica e Quadro Elétrico.

Esta iniciativa é dirigida a toda a comunidade ISEP, para que, num futuro possa ter contribuído para melhorar as expectativas académicas das gerações vindouras.

A todos o meu Muito Obrigado.

Index

Agradecimentos	viii
1 Introdução	1
1.1 Contextualização.....	3
1.2 Motivação	4
1.3 Objetivos	4
1.4 Calendarização	5
1.5 Organização da TESE	6
2 Estado da Arte	8
2.1 Ensino da Engenharia numa sociedade digital	8
2.2 Laboratórios virtuais.....	9
2.2.1 O que são laboratórios virtuais.....	10
2.2.2 Quais são os seus benefícios	10
2.2.3 Como utilizar os laboratórios virtuais	11
2.3 Plataforma colaborativa	12
2.3.1 Objetivo de uma plataforma colaborativa.....	12
2.3.2 Ferramentas de colaboração de propósito único	13
2.3.3 E-mail.....	13
2.3.4 Quadros de discussão	13
2.3.5 Gestão documental	13
2.3.6 Gestão de projetos.....	14
2.3.7 Intranet	14
2.3.8 Ferramentas sociais.....	14
2.3.9 Ferramentas de controlo de projetos	14
2.4 Projeto eletrotécnico.....	14
2.4.1 Instalações elétricas	15
2.4.2 Regulamentos no âmbito das instalações elétricas.....	16
2.5 Iluminação	17
2.5.1 Consumo de energia e eficiência nos Leds	18

2.5.2	Vida útil	19
2.5.3	Qualidade da luz	20
2.5.4	Sistema DALI	21
2.6	Sistemas de segurança.....	24
2.6.1	Deteção automática de incêndios	24
2.6.2	Regulamentos e normas	25
2.6.3	Constituição.....	25
2.6.4	2.6.2 Deteção automática de intrusão	29
2.7	Automação e domótica	32
2.7.1	Sistema KNX.....	32
2.7.2	Aplicações e áreas de controlo.....	34
2.7.3	Endereçamento	36
2.7.4	Parametrização	36
3	Desenvolvimento de Elementos de Apoio Processo de Ensino/Aprendizagem no Âmbito das Instalações Elétricas	39
3.1	Enquadramento.....	39
3.2	Desenvolvimento de Painéis Didáticos	40
3.2.1	Painéis de Instalações Elétricas	41
3.2.2	Painel de Automação e Domótica (KNX)	48
3.2.3	Painéis de Sistemas de Segurança	54
3.2.4	Comunicação e Integração de Sistemas	59
3.3	Desenvolvimento de Guiões de Teste e Ensaio.....	64
3.3.1	Aspetos Gerais	64
3.3.2	Guiões de Testes e Ensaios	65
3.4	Desenvolvimento de Conteúdos de Suporte e Apoio à Formação.....	69
3.4.1	Aspetos gerais	69
3.4.2	Conteúdos Desenvolvidos	69
4	Conclusões.....	76
4.1	Contributos.....	78

Lista de Figuras

Figura 1 - Transição Energética	3
Figura 2 - Laboratório Virtual	10
Figura 3 - Ensino laboratorial de Engenharia Eletrotécnica	11
Figura 4 – Gestão térmica nas luminárias LED	18
Figura 5 - Eficiência na Iluminação	20
Figura 6 - Índice Restituição Cromática.....	21
Figura 7 – Empresas fundadoras do sistema Dali.....	22
Figura 8 – Instalação básica Dali.....	23
Figura 9 - Sistema Automático de Detecção de Incêndio	25
Figura 10 - Elementos que constituem um SADI e SADIR	26
Figura 11 - Constituição geral do SADI	30
Figura 12 - Painel Instalações Elétricas: Instalação de utilização	42
Figura 13 - Painel de instalações elétricas.....	44
Figura 14 - Agrupamento das tecnologias LED.....	46
Figura 15 - Painel de Iluminação de LED em funcionamento pleno	47
Figura 16 – Painel de domótica - Identificação das Saídas em ETS.....	48
Figura 17 – Vista geral do painel de KNX.....	50
Figura 18 - Quadro Elétrico do painel KNX.....	51
Figura 19 – Equipamentos controlados pelo sistema KNX.....	52
Figura 20 - Topologia e Endereços de Grupo no ETS	52
Figura 21 - Topologia de Linha	53
Figura 22 - Configuração do atuador de 16 saídas e do pulsor 8	53
Figura 23 - Ativação do painel de domótica pela tecla 1 do pulsor de 8 teclas	54
Figura 24 - Painel de Sistema Automático de Detecção de Incêndio	55
Figura 25 - Painel de Sistema Automático de Detecção de Intrusão.....	57
Figura 26 - Réguas de Bornes para interligação do BUS KNX.....	60
Figura 27 – Comando de foco de LED do painel de iluminação	61
Figura 39. Guião de Testes e Ensaios laboratoriais – Automação e Domótica	66
Figura 40. Guião de Testes e Ensaios laboratoriais – Automação e Domótica: Constituição	67
Figura 41. Guião de Testes e Ensaios laboratoriais – Automação e Domótica: Testes de funcionamento	68
Figura 42. Página Moodle – Secção: Instalações Elétricas	71
Figura 43. Página Moodle – Secção: Instalações Elétricas; Subsecção: Instalações de utilização	73
Figura 44. Página Moodle – Secção: Instalações Elétricas; Subsecção: Instalações de utilização; Separador Manuais	74
Figura 45. Página Moodle – Secção: Instalações Elétricas; Subsecção: Instalações de utilização; Separador Exercícios de aferição de conhecimentos.....	74
Figura 46. Página Moodle – Secção: Instalações Elétricas; Subsecção: Instalações de utilização; Separador Guiões de ensaios e testes	75

Lista de Tabelas

Tabela 1 - Calendarização do Relatório PTEDE.....	5
Tabela 2 - Comparativo entre diversos tipos de lâmpadas.....	19
Tabela 3 - Configurações das instalações de alarme.....	29

Acrónimos

Lista de acrónimos

ANPC	–	Autoridade Nacional de Proteção Civil
BAS	–	<i>Building Automation Systems</i>
BCI	–	<i>BatiBus Club International</i>
AutoCAD	–	Desenho assistido por computador
DALI	–	<i>Digital Addressable Light Interface</i>
EAD	–	Ensino à Distância
EIB	–	<i>European Installation Bus</i>
EIBA	–	<i>European Installation Bus Association</i>
ETS	–	<i>Software Engineering Tool</i>
IRC	–	Índice de Restituição Cromática
IES	–	Instituições de Ensino Superior
ISEP	–	Instituto Superior de Engenharia do Porto
KNX	–	<i>Konnex</i>
LED	–	<i>Lighting Emitting Diode</i>
ORD	–	Operador da Rede de Distribuição
RGB	–	<i>Red Green Blue</i>
SADI	–	Sistema Automático de Detecção de Incêndio
SADIR	–	Sistema de Alarme de Intrusão
SCIE	–	Segurança Contra Incêndios em Edifícios
SEN	–	Sistema Elétrico Nacional
STS	–	Sistemas Estáticos de Transferência
TI	–	Tecnologias da Informação
TIC	–	Tecnologias da Informação e Comunicação

1 Introdução

Este trabalho tem como objetivo principal contribuir para a promoção do trabalho experimental, no ensino da Engenharia Eletrotécnica, designadamente no âmbito das instalações elétricas, domótica e segurança.

A simbiose entre o ramo das instalações elétricas e o trabalho experimental, desenvolvido no laboratório de Instalações Elétricas, contextualizou as necessidades de renovação dos sistemas e o “*know how*” adquirido ao longo dos anos no desempenho das funções de direção de obra. Sendo o objetivo geral do projeto auxiliar os estudantes a melhorar os seus conhecimentos académicos.

Foram construídos cinco diferentes painéis mantendo uma relação intrínseca com a áreas das instalações elétricas. Todos eles são comunicantes entre si, através do protocolo de comunicação KNX, passíveis de ser alterados e permitem sofrer alterações de expansões futuras para fins letivos. A hipótese inicial não foi avante, uma vez que a ideia original do projeto passaria pela transformação da sala do Laboratório num caso pratico, mas isto iria provar ser um enorme desafio a realizar e ao mesmo tempo inovador nas respetivas práticas pedagógicas dos docentes.

Iriam ser implementados simultaneamente todos os diferentes sistemas, para que dessa forma os alunos pudessem testar, em tempo real, as suas funcionalidades e potencialidades. Previamente à sua execução, foram elaborados projetos em ferramenta de desenho assistido por computador (Autocad), contendo informação da disposição dos equipamentos na sala e a esquemática de um novo Quadro Elétrico que iria substituir o existente. Este já dotado do mais recente equipamento de domótica para controlo e comando de todos os restantes sistemas.

Conforme anteriormente justificado, a escolha recaiu pelo recurso à execução de painéis portáteis, que permitam maior mobilidade para futuras ações de formação, palestras ou até mesmo alteração da localização do Laboratório de instalações elétricas. O fator mobilidade foi a chave para a mudança de ideologia no projeto. No início de cada temática abordada foram realizadas reuniões presenciais, no laboratório do ISEP, para discussão e definição de

estratégias de quais os equipamentos a usar e a sua disposição no painel, tendo em conta sempre o grau de especificidade a ser abordado em cada temática.

A execução prática consistiria na utilização de material existente nas instalações do laboratório, mas após a sensibilização de algumas empresas, foi possível reunir material novo e atual, a título gratuito, sendo esta uma das metas pessoais a atingir aquando da ideia do projeto, garantir aos alunos o manuseamento de sistemas atuais do mercado de trabalho. Tornou-se necessário realizar reuniões estratégicas juntos dos parceiros para afinar a implantação dos sistemas, adequando o material disponibilizado às ideias de projeto, com a garantia da possibilidade de expansão destes painéis num futuro próximo.

A escolha no painel de segurança recaiu por material da marca SIEMENS pela sua fiabilidade e qualidade, tanto nos materiais como na facilidade de manuseamento dos seus sistemas. A gama de material Cerberus utilizada no presente projeto era a opção mais óbvia por ser a mais implementada comercialmente. Analisando de forma cuidadosa a vasta oferta de produtos Siemens, foram escolhidos alguns exemplares que mais à frente serão desenvolvidos.

Quanto à temática do sistema automático de deteção de intrusão (SADIR), a decisão passou pela utilização de equipamentos multimarca tais como a BOSCH e a VANDERBILT. A preocupação neste painel teve como foco a demonstração prática das funções do sistema e os diferentes graus de segurança.

Relativamente ao caso prático do painel de iluminação de LED, a estratégia incidiu numa variada seleção de aparelhos de LED's e diferenciados pelas tensões de alimentação, temperaturas de cor, ângulos de abertura e diferentes potências. Demonstrando na prática a possibilidade de agrupar vários aparelhos no mesmo transformador, recurso à utilização de LED's do tipo RGB (*Red Green Blue*), de iluminação com comando DALI (*Digital Adressble Light Interface*) e com alguns comandos locais a permitirem também a regulação do fluxo luminoso.

No que concerne ao painel do Quadro elétrico dotado com equipamento de KNX, este com requisitos mais aprofundados, visto tratar-se do núcleo da nossa instalação, em termos de comandos e gestão de dados. Do qual será possível linkar através de um servidor a todos os restantes. A limitação de espaço exigiu a escolha refletida dos mesmos, foi utilizado um módulo DALI 2 para estabelecer nova forma de comando da iluminação. Impresso um acrílico com a imagem de um estabelecimento com implantação de sinópticos permite não só a visualização dos comandos de KNX como alterar a sua programação através do ENGINEERING TOOL SOFTWARE (ETS) e dar dinamismo ao seu funcionamento. A presença de um módulo de entradas binárias permite receber os comandos sejam eles provenientes do painel de SADI ou do SADIR e da iluminação.

Apesar de se tratar de cinco painéis físicos independentes e de funcionamento autónomo, o propósito, indispensável, era conseguir que todos eles fossem comunicantes de forma clara. Foi tido especial cuidado na eletrificação dos painéis para uma melhor percetibilidade das ligações elétricas internas, importante para tornar os painéis ainda mais metodológicos e informativos.

Uma das grandes dificuldades deste trabalho esteve na simplificação dos sistemas e na capacidade de sintetização dos diferentes sistemas num plano de trabalho tão limitado. A interligação de todos estes sistemas de forma física demonstra a versatilidade de comunicação entre eles. A definição da divisão deste projeto foi um assunto muito debatido e discutido, levando a inúmeros projetos modelos que nunca saíram do papel, mas a definição clara de qual o rumo a traçar e com identificação exata de quais os temas a serem abordados permitiu uma correta divisão do tempo no estudo e desenvolvimento técnicos dos diferentes painéis.

1.1 Contextualização

As mudanças no setor energético acontecem de forma mais acelerada de ano para ano. Para dar resposta às necessidades desta constante evolução, as empresas precisam de estar sempre um passo à frente, antecipando tendências e possíveis cenários, tornando-se necessário investir cada vez mais em técnicos qualificados.



Figura 1 - Transição Energética

A crise provocada pela pandemia da Covid-19 reforçou o que muitos empreendedores já antecipavam: a necessidade de poder trabalhar e adquirir conhecimentos à distância. É, atualmente, essencial para qualquer entidade de ensino se poder valorizar e um dos muitos desafios que se pretendeu valorizar. Este investimento académico vai permitir ao aluno integrar-se mais facilmente no mercado de trabalho o que se torna uma vantagem pessoal.

Com o desenvolvimento de novas e melhoradas bancadas de trabalho é possível prever que os estudantes desenvolvam uma maior capacidade de relacionar os conceitos aprendidos no

Laboratório da sala de aula a outros contextos, contribuindo assim para todo o seu processo educacional, capaz de desenvolver novas aprendizagens e se tornarem elementos mais válidos e com uma dinâmica mais aliciante para o universo do mercado de trabalho das instalações elétricas.

Foi analisado aquando da conceção dos painéis os conteúdos que permitiriam compreender as tendências tecnológicas, dado o panorama de transformação atual.

1.2 Motivação

Este trabalho foi desenvolvido para os requisitos de satisfação da unidade curricular Preparação para Dissertação/Estágio (PTEDE).

O tema deste trabalho surgiu do desejo de realizar uma dissertação cujo trabalho final tivesse um impacto direto na melhoria do ensino praticado nas aulas do Laboratório de Instalações Elétricas do Departamento de Engenharia Eletrotécnica do ISEP que dá suporte a atividades letivas no que diz respeito a instalações elétricas, sistemas de segurança, iluminação e domótica.

Os meus orientadores, Professor Sérgio Filipe Carvalho Ramos e Professor António Araújo Gomes foram notáveis na forma como abraçaram o convite e se dedicaram no desenvolvimento e elaboração mental do que iria ser executado.

A certeza de estar no caminho da construção de um futuro melhor dos futuros Engenheiros a serem formados no ISEP foi, sem dúvida, o fator mais motivador e poder devolver a excelente experiência que tive enquanto aluno desta instituição.

1.3 Objetivos

O contexto desta dissertação incide no desenvolvimento de novas bancadas de ensaio para o Laboratório de Instalações Elétricas do Departamento de Engenharia Eletrotécnica do ISEP, que dá suporte a atividades letivas no que diz respeito às instalações elétricas, sistemas de segurança, iluminação e domótica. Estas novas bancadas permitirão substituir e complementar as bancadas de trabalho existentes, aparelhagem de medição e ensaio, equipamentos e materiais, promovendo assim, a sua atualização em termos tecnológicos e de funcionalidades. No domínio deste trabalho foram, também, desenvolvidos na plataforma Moodle, conteúdos técnicos e guiões para a realização de trabalhos laboratoriais. Foi dada especial relevância na apresentação das ligações elétricas dos equipamentos para permitir uma aprendizagem mais dinâmica.

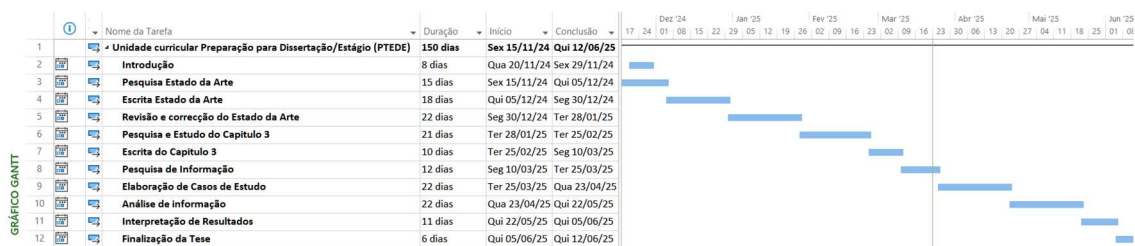
Utilização de uma solução de integração com recurso ao sistema KNX, que permita o controlo, monitorização e programação de iluminação interior, exterior e DALI, motores, estores e cortinas, alimentações e tomadas, climatização, monitorização, segurança, intrusão, inundação e gás. Neste sistema de domótica o controlo utilizado vai ser com recurso a comando local, centralizado e remoto. De uma forma direta na utilização de botões locais ou acesso via tablet e smartphones, de uma forma indireta com o controlo por cenários, programação horária e controlo por grupo.

1.4 Calendarização

Na primeira parte do trabalho, está incluída a escrita da introdução, pesquisa e estudo do estado da arte, a escrita do estado da arte e a revisão e correção do estado da arte. Para a segunda parte do trabalho, a calendarização inclui pesquisa, estudo e escrita do capítulo 3, pesquisa de dados, formulação de estudos de caso, análise de dados e análise de resultados. De acordo com esta tabela, O estudo efetuado para o trabalho relativo á elaboração de novas bancadas de ensaio para o Laboratório de Instalações Elétricas teve uma duração de aproximadamente 8 meses foi elaborado no âmbito da unidade curricular Preparação para Dissertação/Estágio (PTEDE).

Este trabalho culminou no desenvolvimento de 5 painéis distintos, relacionado as seguintes áreas, sistemas de deteção de incêndio, sistemas de deteção de intrusão, Quadro elétrico com integração de dispositivos KNX, painel de iluminação de LED, painel de uma instalação de 5ª categoria. A Tabela 1 refere a calendarização e mostra as tarefas que foram sendo executadas no durante deste período.

Tabela 1 - Calendarização do Relatório PTEDE



1.5 Organização da TESE

A presente dissertação está ordenada em diversos capítulos, contendo diferentes temáticas em torno das várias bancadas de trabalho desenvolvidas, sendo estes descritos de forma sucinta em seguida.

- **Capítulo 1: Introdução.**

O Capítulo 1 faz uma breve contextualização do tema que será abordado nesta dissertação. Também menciona seus principais objetivos, a calendarização para o trabalho desenvolvido e a organização do documento.

- **Capítulo 2: Apresentação do Estado da Arte.**

O Capítulo 2 apresenta o estado da arte, onde são abordados os temas da escolha dos produtos, a fase de concepção do projeto com menção aos aspectos técnicos, a descrição dos equipamentos utilizados nos painéis e a apresentação das ligações elétricas.

- **Capítulo 3: Casos Práticos**

O capítulo 3 desenvolve os casos práticos, Este capítulo está dividido em 5 subcapítulos.

Subcapítulo 1 representa um Sistema Automático de Detecção de Incêndio, o painel de suporte às atividades de ensino e aprendizagem no âmbito dos sistemas automáticos de segurança contra incêndio, foi desenvolvido com o objetivo de possibilitar aos alunos o contato com os principais equipamentos de segurança contra incêndio, a programação de uma central de detecção automática de incêndio, assim com simular o funcionamento deste tipo de sistemas de segurança.

Subcapítulo 2 representa um Sistema Automático de Detecção de Intrusão, O painel de suporte às atividades de ensino e aprendizagem no âmbito dos sistemas automáticos de segurança contra intrusão, foi desenvolvido com o objetivo de possibilitar aos alunos o contato com os principais equipamentos de segurança contra intrusão, a programação de uma central de detecção automática de detecção de intrusão, assim com simular o funcionamento deste tipo de sistemas de segurança.

Subcapítulo 3 reporta a iluminação com tecnologia LED, O desenvolvimento de um painel de iluminação baseado em aparelhos de tecnologia LED, pretendeu disponibilizar os principais tipos de equipamentos e aparelhos de iluminação existentes no mercado (tensões de alimentação, temperaturas de cor, ângulos de abertura e potências).

Subcapítulo 4 automação e domótica, o painel de suporte às atividades de ensino e aprendizagem no âmbito da automação e domótica, foi desenvolvido com o objetivo de possibilitar aos alunos o contato com os principais equipamentos de automação e domótica, a sua programação e ensaio funcional.

Subcapítulo 5 Instalação Elétrica de 5ª Categoria, o painel equipado com um quadro elétrico com diferente aparelhagem de manobra do tipo modular, constituído por aparelhos de iluminação normal e de emergência, de um sistema de chamada de wc e botoneira de corte geral.

- **Capítulo 4: Conclusões**

Para finalizar, o capítulo 4 dedicado às principais contribuições e conclusões alcançadas com o desenvolvimento dos vários painéis bem como elaboração da dissertação, bem como as principais limitações encontradas durante o desenvolvimento do trabalho e algumas sugestões para casos de estudo em torno desta temática, para aprofundamento do tema.

2 Estado da Arte

2.1 Ensino da Engenharia numa sociedade digital

Vivemos numa sociedade globalizada, em termos económicos, sociais e mesmo culturais, em que as Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC) desempenham um papel inquestionável, como meio de comunicação e de partilha de informação, permitindo novas estratégias de difusão, acesso livre e em tempo real à informação e novos modelos de comunicação, quer para fins profissionais, educacionais ou pessoais.

Os jovens e alunos têm acesso e são devoradores de tecnologia e capazes de muito rapidamente se atualizarem face às evoluções e facilidades desta. É inquestionável a utilização e identificação dos jovens com as redes sociais (*Facebook, Youtube, Whatsapp, Instagram, Twitter, LinkedIn, Pinterest, Snapchat*, entre outras), com o vídeo e com os equipamentos tecnológicos (computador, *tablet*, telemóvel, *i-pad, i-phone*,...).

Ao ensino é exigido a utilização das TIC, suportadas na Web, para estabelecer a comunicação professor-aluno e aluno-aluno, como meio privilegiado do processo de ensino/aprendizagem e de avaliação da aprendizagem, para que os alunos possam ver o ensino como um elemento integrante das suas vidas e não como algo com o qual não se identificam, mas que lhe é imposto.

Do tradicional ensino presencial, com suporte na figura do professor e manuais escolares, hoje é fundamental que se caminhe para outras realidades pedagógicas que contemplem a utilização de recursos educativos que vão de encontro àquilo que, noutros contextos, é já presença habitual nas vivências dos alunos. Torna-se premente que a escola implemente novas propostas pedagógicas, como o ensino à distância: *e-learning, b-learning*, sistemas tutores inteligentes.

Ao referido anteriormente acresce que as deslocações às instituições de ensino, consomem muito tempo e tem custos muito significativos, que podendo, em parte ser evitadas, tornam o ensino mais acessível e as instituições mais competitivas na sua oferta formativa e na capacidade de manter e atrair novos alunos.

No entanto, a presença de um professor no processo de ensino/aprendizagem continua e continuará a ser um pilar da garantia de qualidade e sucesso do mesmo. Entendemos que o ensino à distância, baseado no conceito *WebSchool*, envolvendo e responsabilizando o aluno no seu processo de ensino-aprendizagem será, certamente, uma metodologia pedagógica com possibilidade de sucesso, nomeadamente, no ensino superior.

O conceito *WebSchool* baseia-se num modelo de aula em tudo semelhante à tradicional, com a presença do professor, a utilização de recursos de suporte à formação, apenas difere na utilização de uma plataforma web de suporte à formação que permitirá que o aluno não necessite de se deslocar à instituição de ensino e estar em sala de aula, podendo estar em casa, no seu local de trabalho, ou noutra local que entenda adequado, podendo receber uma experiência formativa equivalente à que receberia caso se encontrasse fisicamente na sala de aulas.

Assim, torna-se fundamental o desenvolvimento de laboratórios virtuais e plataformas de trabalho colaborativo que permitam o desenvolvimento das aprendizagens à medida e à disponibilidade de cada um.

2.2 Laboratórios virtuais

Os laboratórios virtuais são simuladores de um ambiente real que permitem aos alunos executarem experiências nas diversas áreas do conhecimento. Replicam com alto grau de fidelidade as práticas realizadas num laboratório físico tradicional.[1]

O contexto de pandemia, que se vive desde março de 2020, tem apresentado muitos desafios às instituições de ensino superior, devido às limitações impostas na realização de atividades letivas presenciais. As atividades letivas passaram de um modelo fundamentalmente presencial, a um modelo à distância ou misto. As instituições de ensino tiveram de realizar uma transição para um regime misto, no qual se combina o ensino presencial com o ensino à distância.[2]

Para desenvolvimento de atividades laboratoriais à distância, os laboratórios virtuais ou com acesso remoto são fundamentais para assegurar uma qualidade de ensino experimental semelhante à que os alunos experimentam em sala de aula.

2.2.1 O que são laboratórios virtuais

Os laboratórios virtuais (exemplo da Figura 2) possibilitam que os alunos acompanhem e realizem experiências em áreas como a engenharia e a saúde sem sair de casa e são uma tendência em termos de soluções educacionais, independentemente da modalidade de ensino.

Essa tecnologia possui extrema precisão nas operações e medidas, possíveis erros e equívocos cometidos pelos alunos durante os procedimentos. Com a diferença de o ambiente ser controlado, sem riscos ou custos elevados.

Dessa maneira, um aluno de Ensino à Distância (*EaD*) pode simular situações práticas a partir do conhecimento adquirido na teoria, basta ter em mãos um computador com acesso à *internet*.



Figura 2 - Laboratório Virtual

As plataformas são desenvolvidas por equipes de Tecnologia da Informação (TI) em parceria com profissionais das disciplinas que estão em processo de virtualização.

Mas são os professores que selecionam as experiências que fazem mais sentido para as suas disciplinas, para em seguida os laboratórios virtuais serem integrados.

2.2.2 Quais são os seus benefícios

Os laboratórios virtuais possuem benefícios tecnológicos, pedagógicos e de otimização dos recursos. São vantagens que incrementam o processo de aprendizagem do aluno e proporcionam ganhos de eficiência para as Instituições de Ensino Superior (IES).

Por serem digitais e dinâmicos, eles estão em sintonia com a “linguagem” moderna com a qual os estudantes estão familiarizados. Esse fator gera um encadeamento maior nas atividades e facilita a absorção do conteúdo.

Do ponto de vista pedagógico, as instituições que utilizam os laboratórios virtuais ressaltam a possibilidade de fazer as experiências individualmente e repeti-las quantas vezes for necessário. Sem riscos ou necessidade de técnicos a orientar o trabalho.

Os laboratórios virtuais ainda melhoram a preparação para os procedimentos que devem ser realizados nas práticas em ambientes reais. Assim, os estudantes desenvolvem um trabalho mais ativo nas práticas, otimizando as aulas, conforme ilustra a Figura 3.



Figura 3 - Ensino laboratorial de Engenharia Eletrotécnica

As plataformas também permitem uma otimização de recursos por parte da instituição. Afinal, há um ganho de eficiência no agendamento de aulas práticas em laboratórios reais. Além da diminuição dos custos na aquisição de materiais.

Por fim, a tecnologia está disponível num ambiente virtual, contemplando a exigência, cada vez maior, por flexibilidade nos estudos. O acesso pode ser realizado sem sair de casa, a qualquer hora do dia.

2.2.3 Como utilizar os laboratórios virtuais

Para utilizar os laboratórios virtuais, em primeiro lugar é necessário definir previamente quais os cursos que se irão valer desses recursos. Também como será a integração pedagógica entre o virtual e o físico, entre outros pontos.

Internacionalmente já existem empresas que desenvolvem esta tecnologia, apoiam a sua implementação e ajudam a definir as suas estratégias de utilização. Isso passa por uma análise, em conjunto com os coordenadores dos projetos pedagógicos dos cursos.

Existe mesmo a possibilidade de substituir atividades práticas em ambientes virtuais, mas depende das áreas do conhecimento em que a tecnologia está a ser aplicada e de quais as competências que o plano pedagógico pretende desenvolver.

Os laboratórios virtuais suprem completamente os laboratórios físicos quando as práticas de ensino são de carácter conceitual. Por outro lado, quando existe a exigência de desenvolver habilidades manuais, eles devem ser utilizados como uma ferramenta de preparação prévia dos estudantes.

2.3 Plataforma colaborativa

Uma Plataforma colaborativa é uma ferramenta de software utilizada em redes de computadores para facilitar a execução de trabalhos em grupos. Essas ferramentas devem ser bastante especializadas, de maneira a oferecer aos seus utilizadores várias formas de interação, facilitando o controlo, a coordenação, a colaboração e a comunicação entre as partes envolvidas que compõe o grupo, tanto no mesmo local, como em locais geograficamente diferentes[3].

Ou dito de outro modo, uma plataforma colaborativa permite o compartilhamento, processamento e armazenamento de arquivos, documentos e outros tipos de dados entre vários utilizadores ou sistemas. Este tipo de software permite que dois ou mais utilizadores remotos trabalhem em conjunto numa tarefa ou num projeto. Uma plataforma colaborativa também é conhecida como software colaborativo, software de colaboração online e *groupware*.

2.3.1 Objetivo de uma plataforma colaborativa

Uma plataforma colaborativa destina-se, principalmente, a aumentar a produtividade de um grupo de indivíduos e, mais especificamente, aumentar a produtividade das organizações. Isto é conseguido através das capacidades coordenadas de processamento e organização de tarefas fornecidas por esse tipo de programa.

Uma plataforma colaborativa permite aos utilizadores criarem um espaço de trabalho e adicionarem dados ou fluxos de trabalho a ele. O espaço de trabalho criado é visível e acessível a todos os outros utilizadores independentemente da sua localização física. Todas as alterações feitas nos dados ou arquivos são sincronizadas, garantindo que tenham acesso à versão mais atualizada de um projeto em andamento.

No caso de um software de colaboração habilitado para nuvem, os mesmos dados são hospedados e acedidos diretamente do site do *host do software*.

Uma plataforma colaborativa permite que uma empresa facilite e melhore os seguintes aspetos:

- Comunicação
- Partilha e discussão de informações
- Partilha de dados / informações
- Coordenação de esforços e atividades

Uma plataforma colaborativa permite que uma empresa facilite e melhore os seguintes aspetos:

- Ferramentas de colaboração de propósito único
- Conjuntos de colaboração
- Comunicações unificadas de colaboração

2.3.2 Ferramentas de colaboração de propósito único

As ferramentas de colaboração de propósito único concentram-se em projetos ou tarefas comuns. São alguns exemplos de ferramentas de colaboração de propósito único.

2.3.3 E-mail

Considerado o avô de todas as ferramentas colaborativas de *software*, o e-mail ironicamente ainda é o mais usado. O seu objetivo principal é facilitar a comunicação interna e externa. A estrutura de um e-mail permite o uso de várias outras tarefas de colaboração.

2.3.4 Quadros de discussão

Entre as melhores ferramentas de colaboração de propósito único estão os painéis de discussão, que são orientados para reuniões simultâneas. Ou seja, muitas pessoas contribuem com suas ideias ao mesmo tempo. Permitindo a inserção de todas as informações num banco de dados para ser consultado por todos os integrantes da equipa.

2.3.5 Gestão documental

Permite que a empresa crie, organize, armazene e aceda a documentos importantes. A gestão de documentos consiste em produzir, trabalhar em conjunto e divulgar documentos com outras pessoas, grupos ou empresas. As ferramentas de colaboração de documentos geralmente possuem recursos que incluem controlo de versão, para facilitar múltiplos contribuidores ou permissões para coordenar o acesso.

2.3.6 Gestão de projetos

Todos os esforços de um projeto podem ser divididos num conjunto de tarefas. As ferramentas de uma plataforma de colaboração permitem delegar tarefas, fazer marcos, definir dependências, acompanhar o progresso e, assim, garantir que tudo esteja no caminho certo. Uma agenda de compromissos permite compartilhar informações com toda a equipa de trabalho e facilitar a informação de forma rápida e integrada.

2.3.7 Intranet

São basicamente páginas web para uso interno. A *intranet* pode ser vista como ferramenta de comunicação, onde é possível publicar anúncios, políticas, planos ou mesmo eventos. A *intranet* também pode ser usada como uma forma de motivar funcionários (com citações como “funcionários do mês” ou mensagens inspiradoras como “mensagem do dia”).

2.3.8 Ferramentas sociais

As ferramentas sociais, como as redes sociais e os painéis de mensagens são frequentemente consideradas como o novo e-mail. O seu objetivo principal é a comunicação e a partilha, mas ferramentas como Facebook, Twitter e YouTube são projetadas de forma dinâmica e centrada individualmente, o que é indiscutivelmente uma grande melhoria em relação ao e-mail.

2.3.9 Ferramentas de controlo de projetos

Ferramentas de fluxo de trabalho são um excelente exemplo de ferramentas de colaboração. Um fluxo de trabalho em essência é uma transação comercial desde o início até ao término. As ferramentas de software colaborativo de fluxo de trabalho gerem os dados associados a um fluxo de trabalho à medida que decorram várias etapas.

2.4 Projeto eletrotécnico

Na presente secção pretende-se apresentar os principais aspetos regulamentares, normativos, técnicos e tecnológicos no âmbito do projeto eletrotécnico, com principal enfoque na área das instalações elétricas, dos sistemas de segurança e automação e da domótica.

O exercício da profissão de engenheiro eletrotécnico é extremamente vasto e diferenciado. Requer, por um lado, um profundo conhecimento, relativamente a normas, regulamentos, materiais, equipamentos, soluções técnicas e tecnologias e a intervenção em diversas áreas, como as instalações elétricas, telecomunicações, segurança e eficiência energética e utilização racional de energia, por outro lado, exige também outros conhecimentos específicos em função dos trabalhos a realizar, sendo esse conhecimento pericial característico dos profissionais com

experiência relevante, quer em termos temporais, quer em termos da complexidade e especificidades dos trabalhos realizados.

2.4.1 Instalações elétricas

A atividade de técnico responsável por instalações elétricas é, e será sempre, cada vez mais, uma atividade estimulante e com constante necessidade de atualização e evolução.

Trata-se de uma atividade extremamente vasta e diferenciada, que requer, por um lado, um profundo conhecimento, relativamente a normas, regulamentos, materiais, equipamentos, soluções técnicas e tecnologias e, por outro lado, a intervenção numa diversificada área de instalações.

A segurança dos utilizadores, das instalações e dos equipamentos elétricos é a preocupação primeira e fundamental dos técnicos responsáveis pelo projeto (projetistas), pela execução e pela exploração das instalações elétricas [7].

Ao técnico responsável pelo projeto de instalações elétricas é exigido encontrar a melhor solução técnico-económica para a instalação em questão, considerando como fator preponderante a segurança de pessoas e bens [7]. O projeto de instalações elétricas deverá ser objeto de um estudo específico de forma que a solução final proposta traduza as necessidades e características próprias da instalação, e não que o mesmo não se confine a uma mera cópia adaptada de um outro de uma instalação semelhante. Deve, ainda, funcionar como um elemento dinamizador da aplicação de novos aparelhos, equipamentos e conceitos até então desconhecidos ou pouco aplicados, bem como uma garantia superiormente fornecida acerca da correta utilização dos aparelhos, bom senso na conceção das instalações e adequada segurança e conforto dos utilizadores.

A existência de um projeto de instalações elétricas deve conferir, por si só, uma garantia de qualidade, segurança, funcionalidade, flexibilidade e fiabilidade das instalações, bem como, por vezes, a diminuição dos custos de execução e exploração das mesmas.

Ao técnico, responsável pela execução das instalações elétricas, é exigido a execução das instalações em conformidade com o definido no projeto, cumprindo a regulamentação e mais legislação aplicável e observando as boas regras da arte.

Ao técnico, responsável pela exploração, é exigido verificar, através da realização de verificações periódicas, se as instalações mantêm as condições que permitam o seu funcionamento garantindo a segurança de pessoas, animais e bens. [6]

2.4.2 Regulamentos no âmbito das instalações elétricas

Para se poder ser, de uma forma cabal, responsável pelo projeto, execução e exploração de instalações elétricas é imprescindível o conhecimento exato dos diversos diplomas legais, em vigor, que enquadram a instalação e a atividade em questão.

Seguidamente serão indicados os principais regulamentos no âmbito das instalações elétricas.

2.4.2.1 Subestações, postos de transformação e seccionamento

O Regulamento de Segurança e de Subestações, Postos de Transformação e de Seccionamento foi aprovado pelo Decreto N.º 42895, de 31 de março de 1960.

Aplica-se às subestações e aos postos de transformação e de seccionamento a estabelecer, explorados em locais públicos ou particulares do continente e ilhas adjacentes.

Destina-se a fixar as condições técnicas a que devem obedecer o estabelecimento e a exploração das Subestações e dos Postos de Transformação, com vista à proteção de pessoas e coisas e à salvaguarda dos interesses coletivos.

2.4.2.2 Linhas elétricas de alta tensão

O Regulamento de Segurança de Linhas Elétricas de Alta Tensão foi aprovado pelo Decreto Regulamentar n.º 1/92, de 18 de fevereiro, conforme o estabelecido pelo Decreto-Lei N.º 180/91, de 14 de maio.

Aplica-se às linhas elétricas de alta tensão, aéreas ou subterrâneas, que se designarão abreviadamente «linhas». Aplica-se também às linhas de telecomunicação adstritas à exploração das linhas elétricas de alta tensão e estabelecidas nos mesmos apoios.

Destina-se a fixar as condições técnicas a que devem obedecer o estabelecimento e a exploração das linhas de alta tensão, com vista à proteção de pessoas e materiais e à salvaguarda dos interesses coletivos.

2.4.2.3 Redes de distribuição de energia elétrica em baixa tensão

O Regulamento de Segurança de Redes de Distribuição de Energia Elétrica em Baixa Tensão foi publicado pelo Decreto Regulamentar n.º 90/84, de 26 de dezembro.

Aplica-se às redes de distribuição pública de energia elétrica em baixa tensão, as quais deverão ainda obedecer, na parte aplicável e a que não se oponha o Regulamento, às demais prescrições de segurança em vigor e, bem assim, às regras da técnica. Aplica-se também, sem prejuízo da especificidade dessas instalações, às instalações de utilização de energia elétrica, de corrente alternada ou de corrente contínua, com estrutura semelhante à das redes de distribuição, incluindo as instalações elétricas de sinalização e ou de telecomando.

Destina-se a fixar as condições técnicas a que devem obedecer o estabelecimento e a exploração redes de distribuição de energia elétrica em baixa tensão, com vista à proteção de pessoas e materiais e à salvaguarda dos interesses coletivos.

2.4.2.4 Instalações de utilização de energia elétrica em baixa tensão

As Regras Técnicas de Instalações Elétricas de Baixa Tensão foram publicadas pela Portaria N.º 949-A/2006 de 11 de setembro, conforme o estabelecido pelo Decreto-Lei N.º 226/2005, de 28 de dezembro.

Indicam as regras para o projeto e para a execução das instalações elétricas por forma a garantir, satisfatoriamente, o seu funcionamento e a segurança tendo em conta a utilização prevista.

Aplicam-se às instalações elétricas de: edifícios de habitação; edifícios de usos comerciais; estabelecimentos recebendo público; estabelecimentos industriais; estabelecimentos agropecuários; edifícios pré-fabricados; caravanas, parques de campismo e instalações análogas; estaleiros, feiras, exposições e outras instalações temporárias; marinas e portos de recreio.

Não se aplicam a: veículos de tração elétrica; instalações elétricas de automóveis; instalações elétricas a bordo de navios; instalações elétricas a bordo de aeronaves; instalações de iluminação pública; instalações em minas; sistemas de redução das perturbações eletromagnéticas, na medida em que estas não comprometam a segurança das instalações; cercas eletrificadas; instalações de pára-raios de edifícios (embora tenham em conta as consequências dos fenómenos atmosféricos nas instalações elétricas, como por exemplo, na seleção de descarregadores de sobretensões). Não se aplicam igualmente às instalações de produção, de transporte e de distribuição de energia elétrica.

A Portaria n.º 252/2015, de 19 de agosto procedeu à alteração da Portaria n.º 949 -A/2006, de 11 de setembro, por aditamento da secção 722 à parte 7 das RTIEBT — Regras Técnicas das Instalações Elétricas de Baixa Tensão.

2.5 Iluminação

Iluminação LED é, atualmente, a melhor opção para o caminho da eficiência energética e da responsabilidade ecológica.

As lâmpadas LED tornaram-se um elemento indispensável tanto dentro das nossas casas como nas ruas das cidades onde vivemos. A elevada durabilidade e o baixo consumo garantiram a vitória dos LED sobre as outras opções existentes no mercado.[4]

A evolução das lâmpadas LED tem sido uma constante. Atualmente, qualquer pessoa pode comprar luzes LED de todas as cores e níveis de luminosidade. As suas aplicações são omnipresentes, desde as luzes decorativas para a casa, carros, televisores ou até para a

iluminação das ruas. Como consomem menos e duram mais, a tecnologia LED é o presente e os novos desenvolvimentos centram-se na utilização de díodos orgânicos emissores de luz (OLED), com os quais se pretende alcançar maior eficiência e maior respeito pelo meio ambiente [19].

2.5.1 Consumo de energia e eficiência nos Leds

Uma boa dissipação do calor é essencial para garantir a duração e o correto funcionamento das lâmpadas LED, ver Figura 4 – Gestão térmica nas luminárias LED.

A lâmpada de LED é muito mais eficiente que as outras lâmpadas. O LED utiliza 95% de sua energia para gerar luz, ou seja, apenas 5% da energia é desperdiçada. Já as lâmpadas incandescentes dispersam 50% da energia em forma de calor. Por isso aquecem muito mais o ambiente, diferente das lâmpadas de LED. Por serem mais eficientes, consomem muito menos energia.

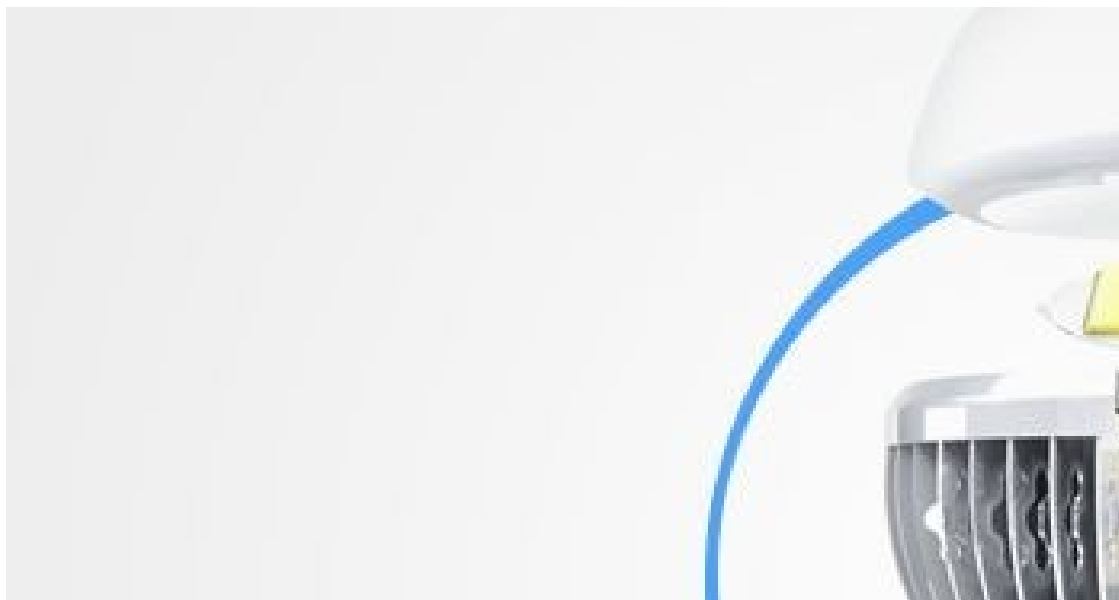


Figura 4 – Gestão térmica nas luminárias LED

Importa desde já clarificar que as luminárias LED produzem calor, pouco comparada com outros tipos de tecnologias mais convencionais, devido aos chips instalados responsáveis pela emissão de calor. A diferença fundamental relativamente às tecnologias incandescentes ou fluorescentes é que o calor se projeta em direção contrária à luz. Esse calor pode afetar determinadas partes da luminária e essa gestão é vital para o correto funcionamento e durabilidade das luminárias.

O designado «efeito Joule» é o culpado da produção de calor nas luminárias LED. Os LEDs funcionam com corrente contínua (CC) e para que funcionem nas nossas instalações elétricas que utilizam corrente alternada (CA) dependem sempre da utilização de um driver. Neste processo a corrente passa pela parte de trás do chip da luminária, o chamado ponto ou união T. O controlo térmico deste ponto é a chave para determinar a qualidade e durabilidade do

produto LED, um excesso de calor neste ponto reduziria radicalmente a vida útil e afetaria a qualidade da luz emitida.

Uma boa dissipação do calor evita que as luminárias sofram:

- Reduz a durabilidade da lâmpada, degradando o fósforo.
- Reduz o espectro de temperatura ambiental a que pode funcionar.
- Alteração de cores e menor intensidade de luz.

Tabela 2 - Comparativo entre diversos tipos de lâmpadas

	Luz produzida	calor produzido	Radiação IR produzida
Led	70-80%	20-30%	0%
Florescente	20%	40%	40%
Incandescente	10%	20%	70%

2.5.2 Vida útil

As lâmpadas de LED também possuem uma vida útil maior que as outras formas de iluminação. Uma lâmpada de LED tem a durabilidade estimada em 25 a 35 mil horas, podendo, em alguns casos, chegar a até 50 mil ou 75 mil horas em laboratório. Considerando uma lâmpada que fica ligada 8 horas por dia, isso daria uma vida útil de 17 anos para uma lâmpada de 50 mil horas. Já as lâmpadas fluorescentes têm uma vida útil de 6 a 8 mil horas, enquanto as lâmpadas incandescentes duram apenas mil horas. Outro fator que pesa a favor do LED é que o número de vezes que a lâmpada é ligada e desligada não influencia na sua vida útil (Figura 5).

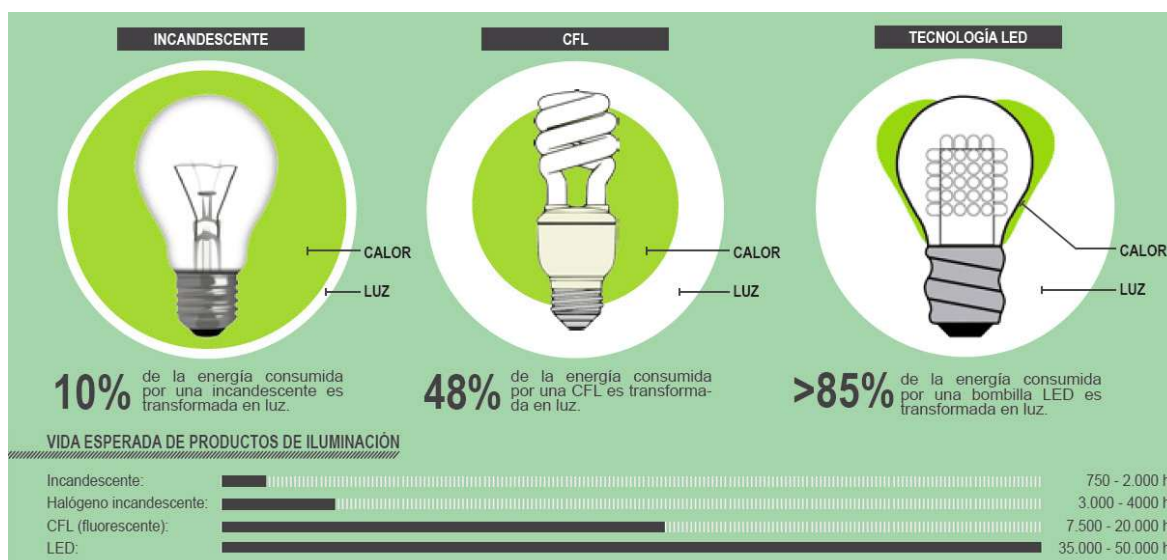


Figura 5 - Eficiência na Iluminação

Contrariamente às lâmpadas convencionais, as lâmpadas LED são dispositivos de estado sólido o que lhes consiste em uma resistência superior a grandes variações de vibração e de temperatura, assegurando uma melhor continuidade de serviço.

Graças à sua vida útil de até 50.000 horas, as lâmpadas LED não necessitam de estar a substituídas constantemente traduzindo isto numa excelente economia em questões de manutenção. As lâmpadas LED são perfeitas para instalação em aplicações onde a manutenção é muito complicada com custos elevados ou em lugares de acesso restringido.

Em virtude de o consumo de energia ser inferior, as instalações elétricas com recurso a lâmpadas de Leds utilizam-se cabos com secções inferiores, isto traduz-se diretamente numa economia substancial nos cabos e nas instalações associadas.

As lâmpadas de LED oferecem maior segurança, pois são revestidas de material plástico, ao contrário das outras que são de vidro. Assim, não existe risco de quebra e corte. Outro ponto positivo é que não emitem radiações ultravioleta e, assim, não oferecem riscos à pele humana. As lâmpadas de LED também são menos poluentes, uma vez que não possuem metais pesados e prejudiciais ao meio ambiente, como o mercúrio, pelo que são totalmente ecológicas

Os LEDs são uma fonte de luz monocromática que não produz luz ultravioleta nem infravermelha. Deste modo evitam-se riscos tanto na saúde humana como na flora e fauna.

2.5.3 Qualidade da luz

Um fator diferenciador da iluminação de LED está relacionado com o elevado índice de restituição cromática (IRC) que se consegue obter, conforme ilustra a Figura 6.

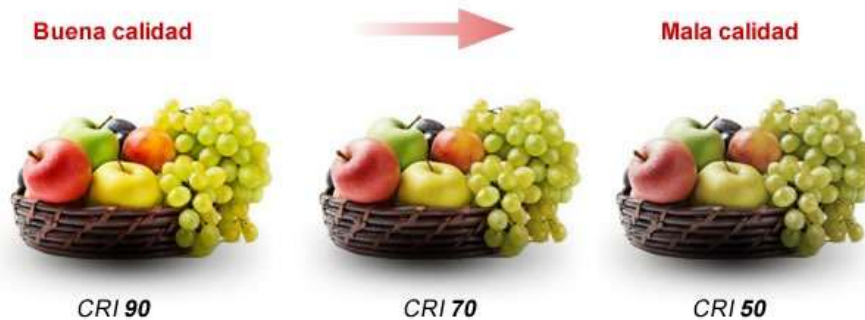


Figura 6 - Índice Restituição Cromática

Na tecnologia LED podemos obter facilmente um IRC igual ou superior a 90 comparativamente a valores de 44 referente às lâmpadas convencionais, o qual confere resultado de cores mais puras, nítidas, intensas e profundas. Os sistemas de iluminação com LED não produzem efeitos estroboscópicos nem resplendor, oferecem uma luminosidade uniforme, para qualquer tipo de ambiente (exteriores, interiores ou espaços abertos). Além de que devido ao seu pequeno tamanho podem-se criar uma infinidade de design geométricos em luminárias. Durante a noite a iluminação é muito mais completa, além de reduzir a poluição visual.

O IRC de cores é uma medida da capacidade de uma fonte de luz reproduzir fielmente os núcleos de objetos em comparação com uma fonte de luz ideal ou uma fonte natural como a luz solar. O IRC é determinado em valores de 0 a 100, onde 100 é o valor “perfeito”. No entanto, discute-se a forma como esse resultado é discutido porque nem sempre tem a luz solar como referência e tende a dar valores de 100 para fontes de luz incandescentes com baixas temperaturas que estão numa das extremidades do espectro de luz (ou vermelho) e que não representam, de forma alguma, uma luz perfeita quando se trata de tocar músicas do outro lado do espectro (ou azul).

2.5.4 Sistema DALI

Um sistema de iluminação moderno que incorpora dentro do seu sistema de gestão a monitorização do sistema de iluminação para poder regular segundo as suas necessidades.

O sistema DALI é um standard bidirecional em que a informação corre desde um controlador para os equipamentos de iluminação para que executem as ordens e solicitudes de informação [20].

Este sistema é um standard internacional (IEC 62386) e assegura a completa compatibilidade entre equipamentos de diferentes fabricantes, nos quais estão marcados sempre devidamente com o logotipo de regulação DALI.

Existem 3 grandes grupos de sistemas de regulação e controlo da iluminação standard a nível mundial. Estes sistemas adaptam a iluminação à necessidade de cada instalação proporcionando ambientes adequados a cada momento e uma elevada economia de energia. O sistema DALI de iluminação é um deles [20].

Foi criado por um consórcio de empresas de sistemas de iluminação (Figura 7) em meados dos anos 90 do século passado [20].



Figura 7 – Empresas fundadoras do sistema Dali

O Dali uma grande história de sucesso em termos de construção de protocolos de controlo de iluminação, passando a ser o padrão mais usado em todos os lugares. Talvez para uma casa ou um pequeno prédio seja menos relevante, mas quando se trata de um prédio com milhares de metros quadrados de tetos com luminárias, é fundamental ter um sistema que permita o seu controlo. Não só o usual que é poder ligar, desligar, regular, mas também agrupar, executar cenários e ainda mais, ter relatórios de avarias e manutenção para cada unidade. Este sistema permite reduções significativas de custos de manutenção.

Um dos fatores mais atrativos para os instaladores prende-se com a facilidade da sua instalação. As luminárias Dali possuem dois bornes adicionais para interligar o BUS Dali, sem polaridade. O BUS Dali não requer cabos blindados especiais, a sua alimentação pode ir juntamente com os cabos de energia elétrica (Fase, Neutro e Terra). Como tal, nas instalações Dali, é normal ter um cabo alimentador trifásico de 5 linhas (fase, neutro, terra e as duas linhas para o Dali) com a qual todas as luminárias estão ligadas. Portanto, a implantação de uma instalação com luminárias Dali exige quase o mesmo trabalho de uma instalação normal. O cabo alimentador simplesmente está equipado com mais duas linhas que devem ser ligadas a dois bornes adicionais. Não sendo por isso necessário a utilização de relés mecânicos para o comando de ligar e desligar, já que se realizam através de comandos pela linha de BUS.

Um circuito Dali (Figura 8) pode ter até 64 luminárias controladas pelo mesmo dispositivo. Cada luminária pode pertencer a 15 grupos diferentes e 15 cenários. Isto dá uma grande versatilidade, como por exemplo em escritórios ou centros comerciais para reorganizar o sistema de iluminação sem ter de tocar num único cabo.



- DALI Master
- DALI Dimmer
- DALI Driver

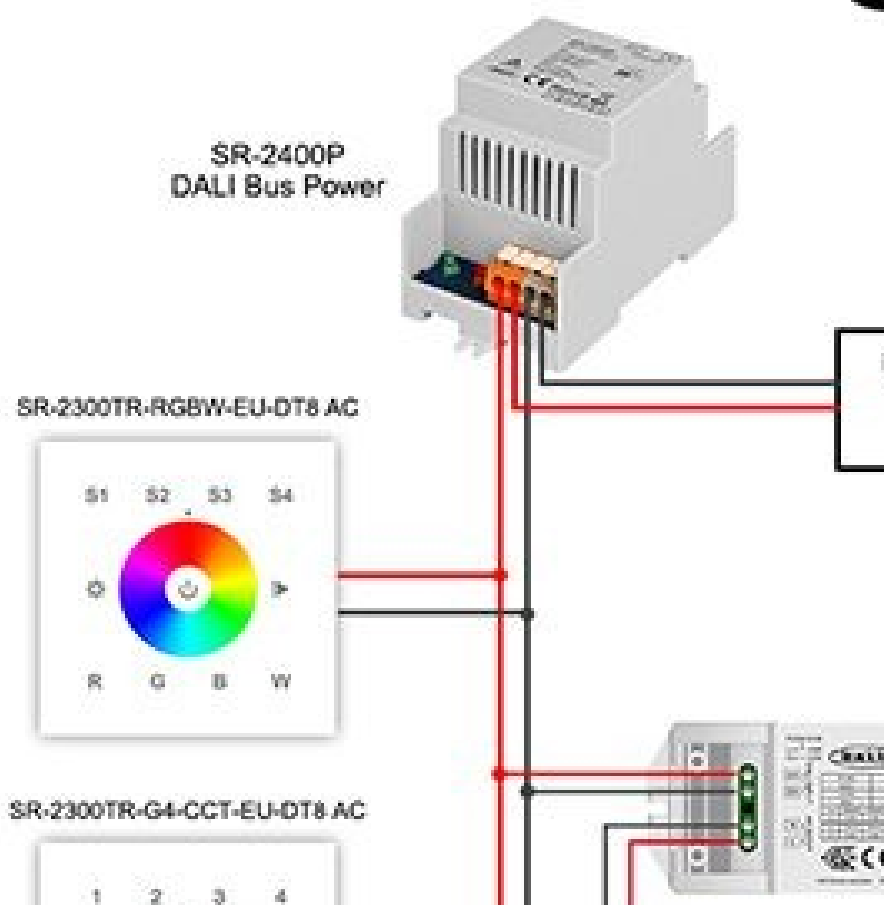


Figura 8 – Instalação básica Dali

2.6 Sistemas de segurança

2.6.1 Detecção automática de incêndios

O fogo, grande elemento de evolução humana, é potencialmente, um dos seus maiores inimigos. Muitos são os fogos florestais e urbanos que ocorrem diariamente, provocando mortes, avultados prejuízos materiais, perda de valor patrimonial, assim como perda de valor simbólico.

As causas principais dos incêndios em edifícios são a deficiência nas canalizações elétricas, a má utilização de equipamentos elétricos, nomeadamente ferros, fogões, fornos e aquecedores elétricos, bem como a negligência na utilização do fogo [6].

Os Sistemas Automáticos de Detecção de Incêndio (SADI) são hoje encarados como um sistema integrante e imprescindível dos edifícios, como elemento de garantia da segurança e do bem-estar das pessoas e da preservação dos seus bens.

Um SADI é uma instalação técnica capaz de registar um princípio de incêndio, sem a intervenção humana, transmitir as informações correspondentes a uma central de sinalização e comando (CDI - central de deteção de incêndios), dar o alarme automaticamente, quer local e restrito, quer geral, quer à distância (alerta) e acionar todos os comandos (imediatos ou temporizados) necessários à segurança contra incêndios dos ocupantes e do edifício onde está instalado: fechar portas corta-fogo, parar elevadores, fechar registos corta-fogo, comandar sistemas automáticos de extinção de incêndios (SAEI), parar/ligar ventiladores, desligar energia elétrica, etc.[6].

A Segurança Contra Incêndios em Edifícios (Figura 9) representa uma parte importante nos projetos de engenharia, uma vez que tem de ser analisada e implementada desde o início da construção. [9]

De acordo com a regulamentação aplicável, os edifícios devem ser equipados com instalações que permitam detetar o incêndio e, em caso de emergência, difundir o alarme para os seus ocupantes, alertar os bombeiros e acionar os sistemas e os equipamentos de segurança. Este sistema automático de deteção de incêndio é usualmente conhecido como (SADI) e tem como objetivo a deteção precoce de focos de incêndios, minimizando os falsos alarmes, para que possam ser tomadas as medidas necessárias à salvaguarda das vidas dos utentes do edifício e à proteção dos bens materiais.



Figura 9 - Sistema Automático de Detecção de Incêndio

2.6.2 Regulamentos e normas

2.6.2.1 Regulamento Técnico de Segurança Contra Incêndio em Edifícios (SCIE)

Previsto pelo Decreto-Lei n.º 220/2008 de 12 de novembro, que estabeleceu o regime jurídico da segurança contra incêndios em edifícios, publicado pela Portaria n.º 1532/2008 de 29 de dezembro [10].

Portaria n.º 135/2020: Alteração ao Regulamento Técnico de Segurança contra Incêndio em Edifícios (SCIE), aprovado pela Portaria n.º 1532/2008, de 29 de dezembro.

Declaração de Retificação n.º 26/2020: Retifica a Portaria n.º 135/2020, de 2 de junho, da Administração Interna, sobre a alteração ao Regulamento Técnico de Segurança contra Incêndio em Edifícios (SCIE), aprovado pela Portaria n.º 1532/2008, de 29 de dezembro, publicada no Diário da República, 1.ª série, n.º 107, de 2 de junho de 2020.

2.6.2.2 Notas técnicas da Autoridade Nacional da Proteção Civil (ANPC)

Complementam a legislação de SCIE e definem de forma clara, as exigências que os projetistas e fiscalização de obra devem dar seguimento.

2.6.2.3 Normas

Norma EN 54 – Sistemas de deteção e de alarme de incêndio (Série).

2.6.3 Constituição

Tendo por base o especificado na norma EN 54 – Sistemas de deteção e de alarme de incêndio – Parte 1: Introdução, o artigo 117 do Regulamento Técnico de Segurança Contra Incêndio em Edifícios, as instalações de deteção e a Nota técnica n.º 12: Sistemas automáticos de deteção

de incêndio, um sistema de alarme e alerta de incêndio é constituído pelos seguintes elementos [6]:

- a) Centrais e quadros de sinalização e comando (CDI);
- b) Dispositivos de atuação automática, designados «detetores de incêndio»;
- c) Dispositivos de acionamento do alarme de operação manual, designados «botões de alarme»;
- d) Sinalizadores de alarme restrito;
- e) Difusores de alarme geral;
- f) Equipamentos de transmissão automática do sinal ou mensagem de alerta;
- g) Telefones para transmissão manual do alerta;
- h) Dispositivos de comando de sistemas e equipamentos de segurança;
- i) Fontes locais de energia de emergência.

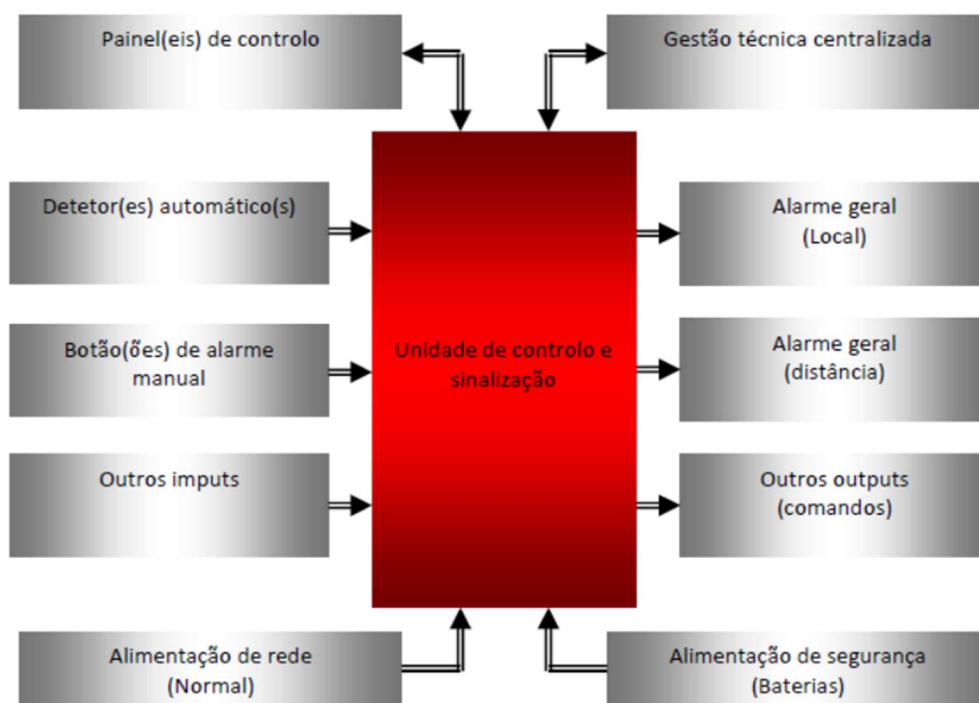


Figura 10 - Elementos que constituem um SADI e SADIR

2.6.3.1 Unidade de controlo e sinalização

A unidade de controlo e sinalização é o componente de um sistema de deteção e de um sistema de alarme de incêndio através do qual o detetor pode ser alimentado e que

a) É utilizada:

- Para receção de sinais de detetores à mesma ligados;
- Para determinar quais desses sinais correspondem a uma condição de alarme de incêndio;
- Para informar sonora e visualmente qualquer condição de alarme de incêndio;

- Para informar a localização do perigo;
 - Para possibilitar o registo de qualquer das informações referidas.
- b) É utilizada para monitorizar o funcionamento correto do sistema e dar alertas, sonoros e óticos, de qualquer avaria (por exemplo: curto-circuito, interrupção nas linhas ou avaria na fonte de alimentação).
- c) Quando exigido, poderá enviar o sinal de alarme de incêndio, por exemplo:
- Para dispositivos de alarme de incêndio sonoros ou óticos;
 - através de equipamentos de transmissão de alarme de incêndio para a organização de combate a incêndio;
 - através de comando para equipamento automático de proteção para um equipamento de extinção automática de incêndio.

2.6.3.2 Detetores de incêndio

É um componente de um sistema de deteção de incêndio que contém, no mínimo, um sensor que monitoriza constantemente, ou em intervalos frequentes, pelo menos um determinado fenómeno físico e/ou químico associado ao incêndio e envia, pelo menos, um sinal correspondente à unidade de controlo e sinalização.

De acordo com o fenómeno detetado, teremos: detetor de calor, detetor de fumos: detetor iónico de fumos , detetor ótico de fumos; detetor de gás; detetor de chamas, detetor multisensor, detetor estático, detetor diferencial, detetor velocimétrico, detetor pontual, detetor multi-pontual, detetor linear, detetor rearmável: detetor auto-rearmável, detetor rearmável remotamente, detetor rearmável localmente, detetor não rearmável (com componentes substituíveis), detetor removível, detetor não removível, detetor de dois estados, detetor multi-estados, detetor analógico.

2.6.3.3 Botão de alarme manual

Um componente de um sistema de deteção e de um sistema de alarme de incêndio que é usado para o acionamento manual de um alarme.

2.6.3.4 Dispositivo de sinalização e alarme de incêndio

Trata-se de um componente de um sistema de alarme de incêndio que não está incorporado na unidade de controlo e sinalização e que é usado para transmitir um aviso de alarme de incêndio, por exemplo: avisadores sonoros ou óticos.

2.6.3.5 Equipamento de transmissão de alarme de incêndio

Um equipamento intermédio que transmite um sinal de alarme de um sistema de deteção de incêndio e de um sistema de alarme de incêndio para um centro de receção de alarme de incêndio.

2.6.3.6 Equipamento de transmissão de sinais de avaria

Um equipamento intermédio que transmite um sinal de avaria da unidade de controlo e sinalização para um centro de receção de sinais de avaria.

2.6.3.7 Centro de receção de alarme de incêndio

Um local onde podem ser iniciadas, em qualquer momento, as necessárias medidas de proteção e combate a incêndio.

2.6.3.8 Comando do sistema automático de combate e proteção de incêndio

Um dispositivo automático utilizado para fazer atuar o equipamento automático de combate ou proteção de incêndio após a receção de um sinal da unidade de controlo e sinalização.

2.6.3.9 Centro de receção de sinais de avaria

Um local de onde podem ser iniciadas as necessárias medidas corretivas

2.6.3.10 Equipamento automático de combate ou proteção de incêndio

Um equipamento de controlo de incêndio ou equipamento de combate a incêndio, por exemplo: uma instalação de extinção.

Configurações das instalações de alarme

O artigo 125.º do Regulamento de Segurança Contra Incêndio em Edifícios (RSCIE) estabelece as três configurações para conceção dos sistemas de alarme, indicadas na Tabela 3 - Configurações das instalações de alarme.

Tabela 3 - Configurações das instalações de alarme

Componentes e funcionalidade		Configuração		
		1	2	3
Botões de seccionamento e alarme.....		x	x	x
Detetores automáticos.....			x	x
Central de sinalização e comando	Temporização.....		x	x
	Alerta automático.....			x
	Comandos.....		x	x
	Fonte local de alimentação de emergência.....	x	x	x
Difusão do alarme	Total.....			x
	Parcial.....	x	x	
Difusão do alarme	No interior.....	x	x	x
	No exterior.....		x	

2.6.4 2.6.2 Detecção automática de intrusão

O crescente aumento da criminalidade, com especial incidência nos crimes contra a propriedade, levou a um forte incremento na procura e instalação de Sistemas Automáticos de Detecção de Intrusão (SADI).

A instalação de um SADI não pode ser analisada numa perspetiva exclusivamente monetária, ignorando-se uma serie de outros aspetos, como por exemplo, o facto de, aquando de um assalto, além do roubo e/ou vandalismo de bens de elevado valor comercial, poder ocorrer também o roubo e/ou vandalismo de bens de baixo valor comercial, mas de elevado valor sentimental, além de que podem também ocorrer danos físicos e/ou psicológicos nos ocupantes das instalações. [5]

A instalação de um SADI torna-se, assim, fundamental como elemento de garantia do bem-estar e da segurança das pessoas, velando pela sua salvaguarda e pela salvaguarda dos seus bens, fazendo hoje (quase), obrigatoriamente, parte dos sistemas aplicados no sector da habitação, serviços, comércio e indústria.

A instalação de sistemas automáticos de deteção de intrusão tornou-se, deste modo, hoje em dia, uma necessidade e um facto generalizado em todos os sectores de atividade, desde o comércio, serviços, indústria até a habitação, motivado, por um lado, pela necessidade de proceder a proteção de pessoas e bens, mas também pela confiabilidade e baixo preço destes sistemas [5].

2.6.4.1 Constituição

Um SADIR deteta automaticamente e sinaliza uma tentativa de intrusão.

É um equipamento ou conjunto de equipamentos integrados entre si, com o intuito de vigiar determinado espaço e que, em caso de intrusão (tentativa de entrada concretizada ou não), acione os meios sonoros (Sirene), luminosos (Flash) ou ainda eletrónicos (Comunicadores Telefónicos, ligados ou não a Centrais de Receção de Alarmes, etc....), com vista à dissuasão dos atores do ato.

Tipicamente, um SADI (Figura 11) para uma moradia é constituído por uma central de intrusão por zonas, com um número de zonas de acordo com as dimensões e características arquitetónicas da instalação, um ou vários painéis de comando do sistema localizados nas entradas/saídas, detetores automáticos normalmente passivos de infravermelhos ou de dupla tecnologia, contactos de alarme e meios de sinalização, regra geral uma sirene ótico acústica auto alimentada de exterior e uma sirene acústica de interior, bem como, um sistema de transmissão do alarme, normalmente um comunicador telefónico.

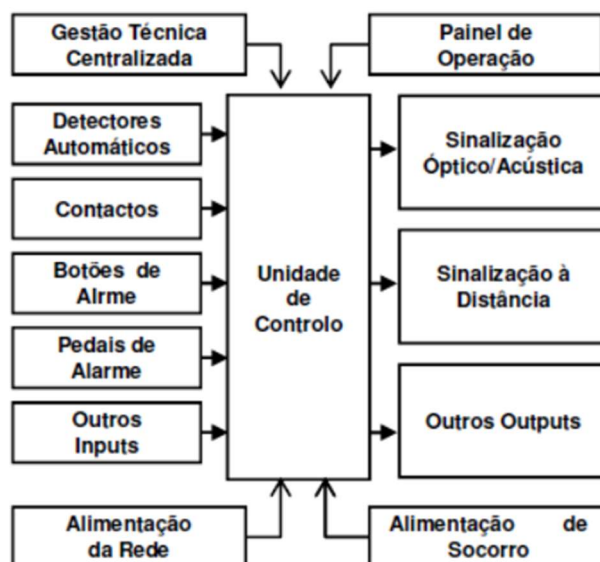


Figura 11 - Constituição geral do SADI

2.6.4.2 Central

A Central de Intrusão (CI) é o cérebro de todo o sistema. É a este equipamento que são ligados todos os periféricos (Detetores, Painéis de Operação, Sirenes, entre outros) e, a partir do qual poderá ser enviada uma ordem de ação, em função dos dados recebidos dos periféricos.

2.6.4.3 Painel de operação

Os Painéis de Operação são os equipamentos que permitem o acesso ao sistema, quer para programação, quer para utilização.

Em pequenos sistemas, os Painéis de Operação podem encontrar-se integrados na própria Central de Intrusão, reunindo-se desta forma a central e o painel de operação num só equipamento. No entanto, o mais vulgar é que a central e os painéis se encontrem separados, sendo estes interligados e instalados em diversos locais da instalação.

2.6.4.4 Detetores automáticos

Os Detetores automáticos são os “olhos” do sistema, são eles os elementos responsáveis pela detecção da tentativa de intrusão e respetiva comunicação à Central de Intrusão.

O princípio de funcionamento dos detetores e a filosofia de detecção a utilizar vai determinar a escolha correta dos detetores de intrusão.

2.6.4.5 Contactos de alarme

São, normalmente, utilizados para realizar uma proteção localizada em portas, janelas ou objetos, como complemento a proteção volumétrica de interior realizada pelos detetores automáticos de intrusão.

2.6.4.6 Botões manuais e pedais de alarme

Os Botões e Pedais de Alarme são elementos complementares de proteção, de atuação manual, de complemento à detecção realizada pelos outros elementos de detecção, cuja atuação será realizada pelos próprios utilizadores do sistema em caso de necessidade, por pânico ou emergência, mesmo quando o sistema se encontra desarmado.

São dispositivos que, quando pressionados, atuam um contacto que vai gerar o alarme.

2.6.4.7 Outros inputs

Além dos detetores automáticos, contactos de alarme, botões e pedais de alarme o sistema pode receber outros tipos de informações, caso o utilizador entenda pudessem servir de complemento aos elementos descritos.

2.6.4.8 Sinalizadores de alarme

Existem, basicamente, dois tipos de sinalizadores de alarme: os sinalizadores óptico-acústicos autoalimentados de exterior e os sinalizadores acústicos de interior.

Variam em diversas formas, tamanhos cores e finalidade para que em caso de alarme, possam emitir sinais sonoros e/ou luminosos, sinalizando assim uma situação potencialmente anormal.

Os sinalizadores de alarme ótico-acústicos autoalimentados de exterior tem como função dar um alarme no exterior das instalações para que alguém possa tomar conhecimento do alarme e agir em conformidade com essa mesma situação. Deverão ser instalados em locais bem visíveis e de difícil acesso. Na maioria das instalações é suficiente a instalação de um destes dispositivos.

2.6.4.9 Sinalização de alarme à distância

Tão importante como o alarme local poderá ser a transmissão à distância desse alarme.

A sinalização do alarme à distância deve-se utilizar nas seguintes situações:

- A instalação se encontrar isolada - se pretender alertar os proprietários quando estes se encontrem ausentes
- Se pretenda a realização de um contrato de vigilância com uma empresa de segurança
- Se pretenda a comunicação da intrusão ou da tentativa de intrusão às forças policiais.

2.7 Automação e domótica

Dadas as consequências da atual crise energética, provocada pelo aumento da procura dos combustíveis fósseis, a gestão energética reveste-se da maior relevância, traduzindo-se numa mais-valia no que toca à eficiência [7]. Tal facto veio impulsionar a aplicação da automação a edifícios, tecnologia normalmente designada por domótica. Assim, pode afirmar-se que o termo “domótica” designa a utilização da eletrónica e da informática para melhorar a funcionalidade e o conforto de um edifício, tanto ao nível empresarial como em aplicações domésticas [15].

A utilização da domótica está em ascensão, aplicando-se cada vez mais em edifícios de serviços, industriais, hospitalares, etc., construídos de raiz ou requalificados, focando-se principalmente na eficiência energética e nos sistemas de segurança, comumente designados de *Building Automation Systems* (BAS) [8]. Nas habitações, a domótica é implementada com especial ênfase no conforto dos seus utilizadores, o que se traduz num incremento do seu valor.

2.7.1 Sistema KNX

O *Konnex* (KNX) resulta da união de três associações europeias: *BatiBus Club International* (BCI), *European Installation Bus Association* (EIBA) e *European Home Systems Association* (EHSA) com o intuito de promover um padrão único e aberto para o mercado de redes de domótica na Europa. Esta associação foi fundada em 1999 por nove empresas do sector de tecnologia, dentre elas a Bosch Telecom, a Electrolux e a Siemens [16].

O KNX nasceu do desenvolvimento e da vontade de tornar *standard* as especificações de comunicação do antigo protocolo EIB (*European Instalation Bus*), protocolo concebido pela EIBA e inicialmente pensado como um sistema de gestão de instalações elétricas de edifícios. Este protocolo resultou da mistura de mais de 20 anos de experiência dos antecessores deste protocolo (EIB, EHS e BATIBUS) e da união de empresas ligadas ao fabrico de materiais elétricos e eletrónicos e de eletrodomésticos.

O KNX é um protocolo que permite ser utilizado em qualquer tipo de sistema: desde a pequena habitação a grandes condomínios. Este protocolo devido ao seu grande desenvolvimento permite a monitorização e controlo de sistemas de videovigilância, consumos de energia,

sistemas de iluminação, ar condicionado, contagem, controlo de áudio/vídeo, aquecimento, ventilação e regularização automática de persianas. Todas estas funções podem ser controladas, vigiadas e sinalizadas através dum sistema único sem necessidade de centrais de controlo extra. Todos os componentes do sistema são ligados à rede KNX e as ligações podem ser feitas por cabo entrançado, infravermelhos, radiofrequência, rede elétrica ou IP/Ethernet. É através destas 26 ligações que os dispositivos da rede trocam ou fornecem informações. Os dispositivos ligados através de meios físicos como o par entrançado entre outros, retiram a energia para funcionar através do barramento e os dispositivos sem ligação física têm fontes de alimentação adicionais.

O KNX é a única norma internacional aberta para o controlo de edifícios que cumpre com as normas europeias CENELEC EN5009 e CEN EN 13321-1 e está também aprovado como norma internacional ISO/IEC 14543-3. Esta norma, além de oferecer especificações para a automação de equipamentos de instalação elétrica, oferece também soluções para aplicação AVAC, o que, aliado à sua ótima flexibilização e capacidade de interoperabilidade lhe confere um elevado nível funcional. [17]

A sigla KNX ou EIB identifica o protocolo de comunicação ou a linguagem que alguns equipamentos de domótica utilizam para comunicar entre si. O KNX é um standard de origem europeia, o mais fiável e usado a nível mundial. Conta com mais de 300 fabricantes e milhares de integradores. As principais marcas de produtos de domótica utilizam este protocolo.[18]

A tecnologia domótica KNX é uma norma aberta que, para além de permitir o uso de todos os meios físicos existentes, é sempre ampliável com a integração de novos módulos e/ou com a parametrização de novas funções.

O KNX é um protocolo de comunicação de equipamentos de domótica, criado na europa há mais de 20 anos, resultante da fusão de 3 protocolos de comunicação europeus, EIB, BatiBus e EHS.

O objetivo foi criar um protocolo standard e uma norma europeia, de forma a permitir maior compatibilidade e diversidade de equipamentos para domótica e automação residencial.

O KNX é o único sistema que cumpre com os requisitos da Norma Europeia (EN50090) e a Norma Internacional (ISO / IEC 14543) standard para a automação residencial.

O KNX é um protocolo aberto, expansível e um sistema *user-friendly*, que permite a utilização de produtos de mais de 200 fabricantes, certificados e compatíveis entre si.

Os dispositivos KNX têm que conseguir comunicar entre si mesmo que sejam de fabricantes diferentes. Assim sendo, para além da utilização do mesmo protocolo, precisam de conseguir interpretar corretamente as mensagens enviadas por outros dispositivos. A interoperação assenta na troca de dados com o mesmo formato. Para isso todos os intervenientes têm de utilizar o mesmo formato de mensagens

As normas EIB *Interworking Standards* (EIS) entretanto renomeadas *KNX Standardized Data Types*, asseguram a interoperação entre equipamentos de diversos fabricantes.

Estas normas definem regras de interoperação de funções utilizadas pelos dispositivos, sendo seu objetivo a definição de valores e a interpretação de dados incluídos nos objetos de comunicação utilizados nas funções [13]. Os tipos de dados mais comuns estão normalizados a nível europeu e integrados na norma EN 50090. Assim, existindo um formato normalizado para determinada função, de modo a obter a certificação do produto, o fabricante KNX é obrigado a usá-lo. Este conceito de interoperação veio facilitar o desenvolvimento de *gateways* entre KNX e outros protocolos uma vez que o código proprietário pode ser facilmente mapeado para os formatos de dados comuns descritos na norma KNX [13].

2.7.2 Aplicações e áreas de controlo

A Domótica pode ser dividida em quatro grandes áreas: eficiência energética, segurança, conforto e comunicações. De seguida serão apontados os benefícios, as funções e as ações tomadas pela domótica, nas áreas em que foram divididas:

Eficiência Energética

- Otimização do consumo energético;
- Ajuste automático da temperatura;
- Gestão da iluminação;
- Gestão da utilização de água;
- Controlo de eletrodomésticos e outro tipo de aparelhos eletrónicos;
- Redução dos consumos energéticos.

Segurança:

- Vigilância e deteção de intrusão;
- Simulação de presença;
- Deteção de situações de emergências;
- Monitorização de pessoas e bens através de videovigilância;

- Alarmes técnicos em situações de emergências ou anomalias;
- Envio de informações de alarme remotamente através das *IoT*;
- Corte automático de água, gás ou energia em caso de fuga;
- Acionar automaticamente os serviços de segurança.

Conforto:

- Aumento da autonomia da residência;
- Facilitar tarefas e automatizar procedimentos;
- Auxiliar de memória;
- Controlo e monitorização da residência remotamente;
- Entretenimento;
- Perfis personalizados de iluminação e climatização;
- Apoio a crianças, idosos ou com deficiências;
- Controlo e monitorização de portas e persianas;
- Abertura de portas/portões através do reconhecimento da pessoa;
- Sistemas de irrigação autónomos.

Comunicações:

- Eficiência na comunicação com o mundo exterior;
- Interligação da rede interna da habitação com a rede externa;
- Capacidade de controlo remoto de um dispositivo;
- Acesso à Internet de banda larga;
- Expansão das tecnologias wireless;

- Centralização do sistema de controlo.

2.7.3 Endereçamento

A comunicação entre um sensor e um atuador é uma sequência de operações. Neste caso, usando o protocolo KNX, um interruptor, definido unicamente pelo seu endereço físico, pode comunicar com várias lâmpadas usando um endereço de grupo. O endereçamento de grupo baseia-se na troca de informação codificada com regras comuns entre os participantes da comunicação. Um emissor é capaz de transmitir um telegrama apenas para um único endereço de grupo. No lado oposto, um recetor pode ser assinante de vários endereços de grupo, sendo possível que faça a receção de telegramas provenientes de emissores diferentes [20].

Ou seja, os dispositivos instalados no barramento podem conter dois tipos de endereçamento:

Endereço Físico (modo de acesso ao meio) - Cada dispositivo do barramento é identificado por um endereço físico único. Assim, não podem coexistir dois dispositivos instalados no barramento com o mesmo endereço físico. **Erro! A origem da referência não foi encontrada.** O endereço físico de um dispositivo identifica-o e, ao mesmo tempo, revela a sua posição na topologia, pois é constituído pelos três campos da hierarquia separados por um ponto (Área.Linha.Nó).

Endereço de Grupo (modo de acesso funcional) – Os sensores e atuadores, para executarem comandos/ações centralizadas, reúnem-se através de endereços de grupo. Ou seja, os endereços de grupo são funções de dispositivos KNX pertencentes ao mesmo grupo que podem ser controladas por uma mensagem enviada pelo dispositivo fonte. No entanto as funções podem pertencer a vários grupos e podem ser ativadas independentemente por cada dispositivo do grupo [13].

O KNX distingue dois tipos de endereços de grupo, constituídos pela hierarquia de grupo separada por uma barra:

- Endereçamento de grupo a dois níveis – Grupo Principal/Subgrupo
- Endereçamento de grupo a três níveis – Grupo Principal/Grupo Intermédio/Subgrupo.

2.7.4 Parametrização

A associação KNX desenvolveu o *software* ETS para configurar a infraestrutura KNX. Este *software*, que é atualmente o mais usado para configuração de instalações, permite a administradores e engenheiros a possibilidade de criar a hierarquia do edifício, a topologia da rede e, finalmente, criar os grupos de objetos que representarão as funcionalidades entre os dispositivos [21].

O ETS utiliza uma base de dados com a descrição de todas as informações necessárias sobre os dispositivos para sua correta configuração. Essa base de dados é criada pelos 28 fabricantes de dispositivos, por meio das suas definições técnicas, utilizando uma ferramenta própria chamada *manufacturer tool*. Essa Base de dados só pode ser lida pelo programa ETS. [22]

Ao exportar um projeto obtém-se um ficheiro “.knxproj” que, na verdade, está num arquivo comprimido. [23]

3 Desenvolvimento de Elementos de Apoio ao Processo de Ensino/Aprendizagem no Âmbito das Instalações Elétricas

3.1 Enquadramento

O principal objetivo deste capítulo é apresentar e caracterizar o trabalho de apoio às atividades de formação no âmbito das instalações elétricas, sistemas de segurança e automação e domótica desenvolvido para o Laboratório de Instalações Elétricas do Departamento de Engenharia Eletrotécnica do Instituto Superior de Engenharia do Porto (ISEP).

O Laboratório de Instalações Elétricas, instalado na Sala I101, do Edifício I, do ISEP, dá suporte a atividades letivas no âmbito das áreas de instalações elétricas, sistemas de segurança, automação e domótica, promovendo o trabalho experimental nas atividades laboratoriais ao abrigo do ensino da Engenharia.

A experimentação desempenha um papel fundamental no ensino da Engenharia Eletrotécnica, especialmente no campo das instalações elétricas. A natureza aplicada da engenharia exige que os estudantes desenvolvam não apenas conhecimentos teóricos, mas também habilidades práticas que lhes permitam projetar, instalar, testar e manter sistemas elétricos de maneira eficiente e segura.

No contexto das instalações elétricas, a aprendizagem prática possibilita que os alunos compreendam melhor os conceitos de circuitos, distribuição de energia, dispositivos de proteção, normas técnicas e segurança elétrica. Ao trabalharem diretamente com componentes reais, como disjuntores, quadros de distribuição e cabos elétricos, os estudantes podem visualizar e testar na prática os efeitos de diferentes configurações e parâmetros, consolidando seu entendimento teórico.

Os laboratórios de instalações elétricas proporcionam um ambiente controlado onde os alunos podem simular situações reais, identificar falhas, analisar medições elétricas e experimentar diferentes soluções para problemas comuns no setor. Essas atividades fomentam o pensamento crítico e a capacidade de solucionar desafios práticos, habilidades essenciais para um engenheiro eletrotécnico.

Além disso, a experimentação contribui significativamente para a assimilação das normas técnicas e regulamentações, garantindo que os futuros profissionais estejam preparados para atuar conforme as exigências do mercado e garantir a segurança nas instalações.

A integração entre teoria e prática por meio da experimentação também reforça a confiança dos alunos, permitindo que desenvolvam uma abordagem mais proativa e inovadora na solução de problemas elétricos. A familiarização com instrumentos de medição, softwares de simulação e testes em campo complementa a formação, preparando os estudantes para os desafios da engenharia no mundo real.

Portanto, a experimentação no ensino da Engenharia Eletrotécnica é essencial para a formação de profissionais competentes, capazes de aplicar seus conhecimentos de maneira prática e segura. O contato direto com as instalações elétricas não apenas fortalece a compreensão dos conceitos técnicos, mas também desenvolve habilidades fundamentais para o sucesso na carreira.

3.2 Desenvolvimento de Painéis Didáticos

Os painéis didáticos de simulação e teste desempenham um papel essencial na aquisição e consolidação de conhecimentos, pois permitem a realização de ensaios práticos em um ambiente seguro e controlado. Possibilitam que os se identifiquem com os materiais e equipamentos e analisem e compreendam melhor o seu funcionamento.

A importância dos painéis podem ser caracterizada nos seguintes pontos:

1. **Aprendizagem Prática:** Os painéis didáticos proporcionam uma experiência prática valiosa para os estudantes. Através da simulação de sistemas elétricos reais, os alunos podem aplicar teorias aprendidas em sala de aula, desenvolvendo competências práticas que são cruciais para a sua formação. Essa abordagem prática ajuda a solidificar o conhecimento teórico e a preparar os alunos para desafios do mundo real.
2. **Compreensão de Sistemas Complexos:** A engenharia eletrotécnica envolve o entendimento de sistemas complexos e interconectados. Os painéis didáticos permitem que os alunos visualizem e manipulem esses sistemas, facilitando a compreensão de como diferentes componentes interagem entre si. Tal é fundamental para a formação de engenheiros competentes que possam projetar e otimizar sistemas elétricos.
3. **Desenvolvimento de Competências Técnicas:** Trabalhar com painéis didáticos ajuda os alunos a desenvolver competências técnicas essenciais, como a leitura de esquemas elétricos, a realização de medições e a interpretação de dados. Essas competências são indispensáveis para a atuação profissional na área de sistemas elétricos de energia, onde a precisão e a segurança são primordiais.

4. **Promoção da Inovação:** O uso de painéis distáticos no ensino também estimula a criatividade e a inovação. Os alunos são incentivados a experimentar e a desenvolver novas soluções para problemas elétricos, promovendo um ambiente de aprendizagem dinâmico e interativo. Essa abordagem pode levar à descoberta de novas técnicas e tecnologias que podem ser aplicadas na indústria.
5. **Preparação para Normas e Regulamentações:** A familiarização com painéis distáticos também prepara os alunos para as normas e regulamentações que regem a engenharia eletrotécnica, como as normas de segurança e eficiência energética. Compreender essas regulamentações é vital para garantir que os projetos e as instalações elétricas sejam seguros e estejam em conformidade com as exigências legais.

Em suma, o desenvolvimento de painéis distáticos no ensino laboratorial da engenharia eletrotécnica é fundamental para a formação de profissionais qualificados. Não apenas facilitam a aprendizagem prática e a compreensão de sistemas complexos, mas também promovem a inovação e podem contribuir para que os alunos estejam preparados para enfrentar os desafios do setor elétrico.

Com o desenvolvimento de novas e melhoradas bancadas de trabalho é possível prever que os estudantes desenvolvam uma maior capacidade de relacionar os conceitos aprendidos no Laboratório da sala de aula a outros contextos, contribuindo assim para todo o seu processo educacional, capaz de desenvolver novas aprendizagens e se tornarem elementos mais válidos e com uma dinâmica mais aliciente para o universo do mercado de trabalho das instalações elétricas, promovendo assim, a sua atualização em termos tecnológicos e de funcionalidades.

Foi analisado aquando da conceção dos painéis os conteúdos que permitiriam compreender as tendências tecnológicas, dado o panorama de transformação atual, dando especial relevância na apresentação das ligações elétricas dos equipamentos para permitir uma aprendizagem mais dinâmica.

Este trabalho culminou no desenvolvimento de 5 painéis distintos, relacionado as seguintes áreas, sistemas de deteção de incêndio, sistemas de deteção de intrusão, Quadro elétrico com integração de dispositivos KNX, painel de iluminação de LED, painel de instalação elétrica de 5ª categoria.

3.2.1 Painéis de Instalações Elétricas

No âmbito das instalações elétricas foram desenvolvidos dois painéis de ensaio e teste, com o propósito de permitir a simulação do funcionamento, análise de avarias, avaliação do desempenho de componentes e a validação de configurações de instalações elétricas, conforme as boas regras da arte e as normas técnicas vigentes.

3.2.1.1 Instalações de Utilização

Com o desenvolvimento do painel de uma instalação elétrica de utilização de energia elétrica em baixa tensão, pretendeu-se possibilitar a simulação de circuitos, a avaliação do desempenho dos componentes, a verificação da conformidade com as normas técnicas e a capacitação prática dos estudantes e profissionais na montagem, operação e manutenção de sistemas elétricos. Pretende-se que os estudantes possam realizar ensaios funcionais da instalação, assim como procedimentos de verificação das instalações elétricas, em termos de inspeção visual e medições e ensaios.

O painel de instalações de utilização de energia elétrica em baixa tensão, simula um estabelecimento recebendo público, conforme ilustrado na figura 12.



Figura 12 - Painel Instalações Elétricas: Instalação de utilização

O painel é constituído pelos seguintes equipamentos principais:

i. Quadro elétrico

Equipado com um interruptor diferencial do tipo A apropriado para proteção de equipamentos elétricos, neste caso para simular a proteção de um posto de carregamento de veículo elétrico, equipado com um dispositivo de proteção elétrica um disjuntor diferencial residual (DR) de 25

A e 2 polos, tipo AC, com sensibilidade de 300 mA, um interruptor de corte de carga de 2 polos com corrente nominal de 40 A, composta por um conjunto de seccionadores fusíveis e um sinalizador de fase, uma tomada instalada em calha DIN, um telecomando para o teste da iluminação de emergência e uma bobine MX acoplada ao aparelho de corte geral para permitir o disparo da instalação quando acionada a botoneira de corte geral.

ii. Betoneira de corte geral de energia

Permite fazer o corte geral da alimentação do painel em caso de emergência.

iii. Circuitos de tomadas de usos gerais

Equipados com um conjunto de tomadas encastrada com tampa, semi-encastrada e saliente.

iv. Circuitos de iluminação normal

Equipados com uma armadura estanque equipada com placa de led, um *downlight* equipado com lâmpada led e uma luminária do tipo “régua”.

v. Circuito de iluminação de segurança

Equipado com uma luminária de emergência e respetivo pictograma de sinalização.

vi. Instalação de ligação à terra

Constituída por uma caixa de medição de terras com linguete amovível, um Piquet de terra em cobre e respetivo ligador.

vii. Sistema de chamada de mobilidade reduzida

Equipado por central, botão de cordão, sinalizador ótico e acústico e botão de desarme.

A Figura 13 mostra o painel de instalações elétricas – Instalação de utilização, em funcionamento.



Figura 13 - Painel de instalações elétricas

No que se refere à inspeção de instalações elétricas, o painel permite realizar o procedimento de inspeção visual, tendo sido colocadas algumas não conformidades, como etiquetagens erradas, disjuntores com poder de corte inferior ao definido para o quadro elétrico, para permitir mostra aos estudantes exemplos de não conformidades que podem ser observadas nas instalações de utilização reais.

No que se refere à realização de medições e ensaios o painel permite realizar todos os ensaios previstos nas regras técnicas de instalações elétricas de baixa tensão: ensaio de continuidade, medição da resistência de isolamento e dispositivos diferenciais.

Para permitir a simulação de avarias no procedimento de verificação de uma instalação de utilização o painel encontra-se dotado de dispositivos que permitem interromper a continuidade do condutor de proteção num circuito de tomadas, assim como a simulação de

um defeito de isolamento entre o condutor de proteção e o condutor de neutro do circuito de alimentação a uma luminária.

O painel contém também um módulo KNX, de recolha de informação de estado de estado do interruptor de corte geral, que permite a integração deste painel com os restantes painéis KNX desenvolvidos no presente trabalho.

3.2.1.2 Sistemas de Iluminação

Com o desenvolvimento do painel de sistemas de iluminação, pretendeu-se possibilitar o estudo e ensaio de tecnologias de iluminação *LED*, assim como as metodologias de controlo dos mesmos.

O painel contém uma elevada diversidade de aparelhos de *LED's*, diferenciados pelas tensões de alimentação, temperaturas de cor, ângulos de abertura e diferentes potências.

Para além do controlo individual de cada luminária *LED*, permite também o agrupamento de vários aparelhos no mesmo transformador e a utilização de *LED's* do tipo RGB (*Red Green Blue*), de iluminação com comando DALI (*Digital Adressble Light Interface*), com alguns comandos locais a permitirem também a regulação do fluxo luminoso.

O painel encontra-se estruturado em oito áreas, de forma a tornar o uso do painel mais didático e, de forma a haver uma clara separação de soluções tecnológicas e de controlo dos equipamentos existentes, conforme mostra a Figura 14.

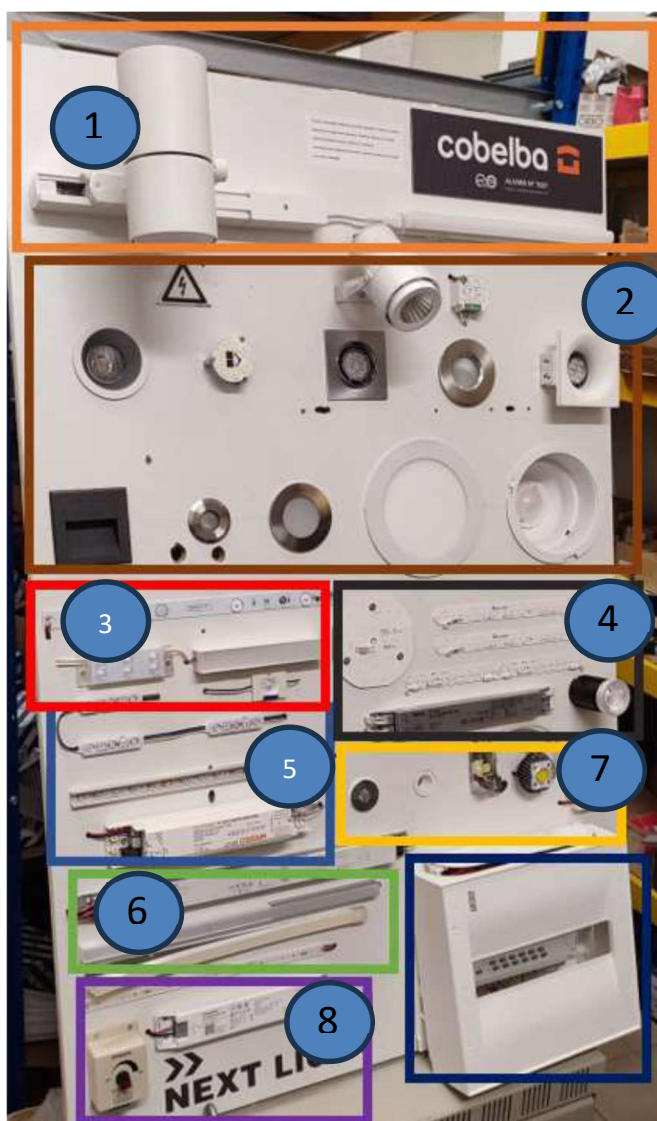


Figura 14 - Agrupamento das tecnologias LED

As áreas indicadas no painel têm os seguintes equipamentos e funções:

1: projetor em calha trifásica e luminária do tipo régua de LED, ambas alimentadas diretamente da rede, com uma tensão de alimentação de 230 V;

2: diferentes tipos de iluminação LED, tais como balizadores, *downlights* para utilização em espaços interiores e exteriores, focos de gesso para aplicação em tetos falsos, e projetores de encastrar de teto, projetor de espeto para utilização no exterior, com uma tensão de alimentação de 230 V;

3: fita LED revestida com resina, alimentada em 24 V através de um *driver*;

4: Placas de LED, circular e retangulares, apropriadas para *downlights* de led e linhas de led, com alimentação em 24 V através de um *driver também ele de 24 V*, que também alimenta o *PowerLed* com dissipador incorporado.

5: Módulos e fita *LED* RGB, que possibilitam a mudança de cor através de um comando de controlo ou através das linhas de alimentação no driver, alimentados em 24 V através de um driver DALI, com possibilidade de individualizar uma das cores, (1-Red, 2-Green e 3-Blue), por serem alimentador por um driver DALI existe a possibilidade de regulação de fluxo luminoso;

6: duas fitas LED, alimentadas por um driver de LED DALI que permite variar a sua intensidade de 0% a 100% e módulo de LED redondo e módulos de LED para utilização em réguas de LED assim como um POWERLED, todos eles com alimentação através de um driver do tipo DALI II;

7 e 8: Três módulos de LED, alimentados por um driver de 24 V, e um projetor LED com dissipador alimentado pelo mesmo driver, quatro exemplos de balizadores de LED para instalação encastrada, balizador utilizado em escadarias, spot tipo balizador orientável com a possibilidade de através do seletor alterar a sua cor desde o branco frio, branco neutro ou branco quente, balizador de pavimento;

Para além dos referidos equipamentos, existe ainda o quadro elétrico, onde instalados os equipamentos de proteção e o módulo de domótica de doze saídas.

A Figura 15 mostra uma imagem do painel energizado e do funcionamento dos diversos equipamentos de iluminação instalados no mesmo.



Figura 15 - Painel de Iluminação de LED em funcionamento pleno

Foi realizada a parametrização ETS do sistema de domótica ilustrado na Figura 16.

Este painel foi integrado com os restantes através do sistema KNX e pela utilização do módulo DALI.

Foi possível agrupar várias saídas que são compostas conforme descrito na imagem com diferentes equipamentos de iluminação, tal como iluminação LED RGB (*Red, Green, Blue*), de iluminação com comando DALI (*Digital Addressable Light Interface*), através de alguns comandos locais que permitem também a regulação de fluxo luminoso.

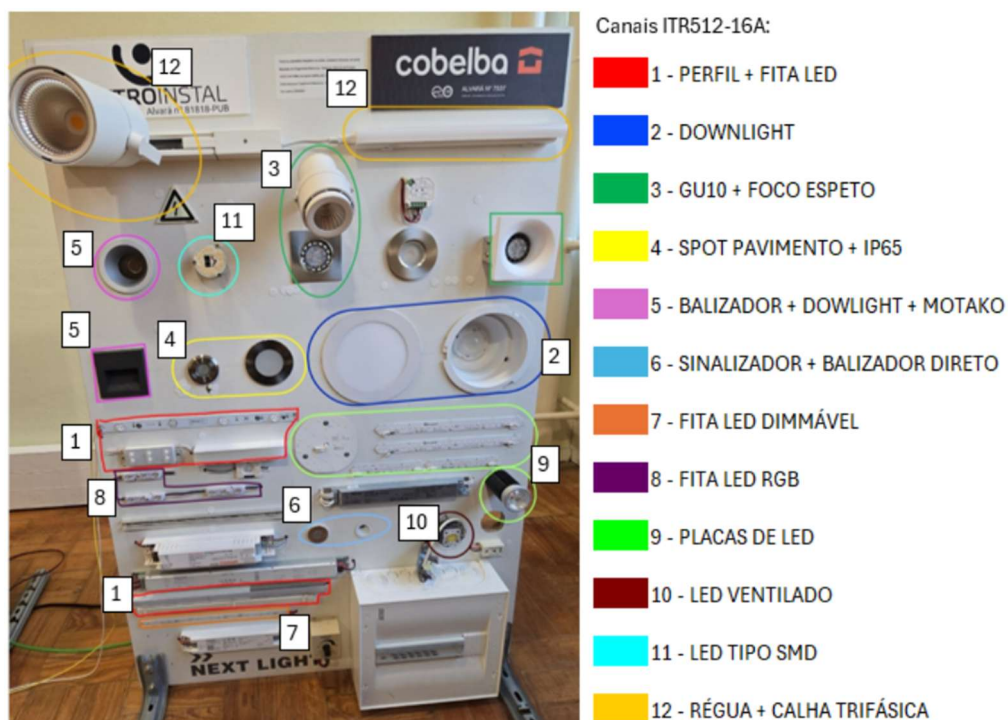


Figura 16 – Painel de domótica - Identificação das Saídas em ETS

Este painel tem possibilidade de integração com outros painéis desenvolvidos no âmbito do presente trabalho, com recurso ao sistema de automação e domótica KNX e ao controlador DALI II.

3.2.2 Painel de Automação e Domótica (KNX)

O sistema KNX é uma solução altamente versátil e adaptável para automação de edifícios, oferecendo flexibilidade e interoperabilidade entre dispositivos de diferentes fabricantes. Com uma estrutura de endereçamento eficiente, topologia escalável e suporte a diversos meios de comunicação, o KNX garante que edifícios modernos sejam equipados com uma infraestrutura elétrica inteligente, segura e expansível.

Com o objetivo de criar uma interoperabilidade entre dispositivos de diferentes fabricantes, o KNX foi projetado para garantir compatibilidade universal. O seu princípio geral é constituído pela comunicação e troca de dados através de uma linha bus central que não só permite a

ligação à corrente - linha responsável por alimentar o sistema - como também por interligar todos os componentes de forma a permitir a comunicação entre todo o sistema.

É possível associar um servidor KNX ao sistema de KNX para o configurar e parametrizar de acordo com os restantes sistemas pretendidos. Por exemplo, conectar por LAN ao cliente (aplicações *android*, painel de contacto com interruptores, pc, etc.), às telecomunicações da casa ou edifício, sistema de vídeo vigilância, *internet of things*, etc.

O desenvolvimento de um painel KNX teve como objetivo permitir aos estudantes perceber o princípio do protocolo KNX, perceberem os fundamentos da parametrização do sistema com recurso ao *software* de programação ETS, assim como realizar testes funcionais dos equipamentos controlados pelo sistema.

O painel é composto por três grandes grupos de dispositivos:

1. **Sensores:** tais como botões, entradas binárias e sensores físicos, são responsáveis por captar informações físicas, como temperatura ou presença, e convertê-las em sinais digitais que, por sua vez, são transmitidos ao sistema;
2. **Atuadores:** são estes de comutação, de aquecimento, de estores, etc. Têm como função receber os sinais digitais dos sensores para converter em ações físicas, como ligar ou desligar luzes, mover estores, ou ajustar a temperatura de um ambiente;
3. **Componentes de Sistema:** São essenciais para o funcionamento do sistema, como fontes de alimentação, acopladores de linha ou área, interfaces e *gateways*. Esses componentes garantem a operação correta da rede KNX e fornecem funcionalidades adicionais.

O painel é composto por uma fonte de alimentação de 24 V DC, que permite alimentar todo o circuito de KNX e, por uma *gateway* DALI que vai permitir comandar:

- Todas as luminárias equipadas com esta mesma tecnologia;
- Uma pastilha de inputs que vai receber contactos livres de potencial que servirão de alarmes/avisos de entrada;
- Módulos atuadores normais e mistos, que permitem comandar pontos de luz;
- Tomadas comutadas ou acionar estores elétricos;
- Um atuador *dimmer* que vai comandar isoladamente uma lâmpada de halogéneo e fazer a sua regulação de fluxo;
- Vários botões que após programação no ETS vão dar as ordens de comando ao sistema, seja ele o acionamento de um ponto de luz;

- O comando de um ou vários estores em simultâneo, ou até mesmo despoletar um cenário previamente configurado para executar enumeras funções em simultâneo;
- Uma *interface* KNX IP que permite a monitorização de todos estes recursos e a programação dos mesmos, remota ou localmente.

O painel está equipado com um Interface KNX IP que é uma interface compacta usada para conectar um PC à rede KNX via LAN (IP), sendo alimentada pelo barramento KNX.

O endereço IP pode ser obtido por um servidor DHCP ou configurado manualmente (ETS). O dispositivo opera conforme a especificação KNXnet/IP e suporta KNX Security, que pode ser habilitada no ETS, prevenindo acessos não autorizados.

A Figura 17 mostra uma vista geral do painel de KNX.



Figura 17 – Vista geral do painel de KNX

Na Figura 17 podemos observar:

1. Na parte superior, um pulsor com termostato incorporado e display de temperatura e 4 teclas, um pulsor com 6 teclas, um pulsor com 8 teclas e um interruptor com pastilha KNX acoplada na caixa de aparelhagem.

2. Ao centro têm-se dois módulos de entradas e saídas que permitem adaptar aparelhagem convencional num botão de domótica para controlo de equipamentos.
3. Na parte inferior observam-se os Bornes de ligação rápida instalados em calha DIN, com entradas e saídas onde temos as saídas digitais, as saídas dos sinais de Bus do KNX para integração com os outros painéis, e a saída de sinal DALI que será necessário para os equipamentos DALI presentes no painel de iluminação, também temos os bornes de ligação das entradas digitais das duas pastilhas que estão montadas acima, assim como o quadro elétrico no qual estão instalados os dispositivos de proteção e os módulos KNX.

O quadro elétrico do painel (Figura 18) encontra-se equipado com equipamentos de KNX que permitem não só a ligação a painéis de iluminação, de intrusão e de proteção contra incêndios como também permitem a sua configuração através do *software* ETS.



Figura 18 - Quadro Elétrico do painel KNX

Em termos de equipamentos de proteção temos: disjuntor diferencial de painel, bobine MX, Fusível de Proteção Dupla Sinalização, Disjuntor de Proteção da Fonte de Alimentação, Disjuntor de proteção do módulo de KNX, e Disjuntor de Proteção das tomadas.

Quanto aos equipamentos de domótica temos: Módulo de KNX de 16 saídas Digitais, Módulos de Estores de 8 saídas, módulo equipado com 4 entradas digitais, fonte de alimentação KNX 29 VDC, Gateway DALI II, dimer para lâmpadas de halogéneo/fluorescentes e módulo de 4 saídas digitais.

O painel permite simular a implementação de um sistema de domótica numa moradia, na qual estão controlados pelo sistema de domótica os circuitos indicados na Figura 19.

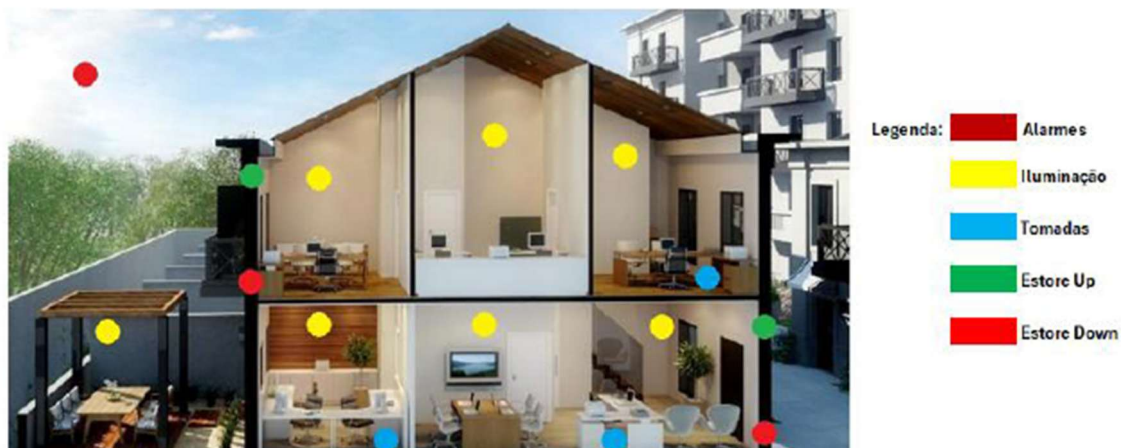


Figura 19 – Equipamentos controlados pelo sistema KNX

Com recurso ao ETS, foi realizada a parametrização do painel KNX. A Figura 20 mostra a topologia e endereços de grupo no KNX.

Objetos de Grupo 66

Número	Nome	Função Objecto	Associado com	Outros Grupo	Compr
22	Output 1	Scene			1 byte
23	Output 1	On/Off	1/1/1 ILUMINAÇ...	1/0/1, 3/0/0	1 bit
24	Output 1	Timer			1 bit
31	Output 2	Status	10/0/2 ILUMINA...		1 bit
32	Output 2	Scene			1 byte
33	Output 2	On/Off	1/1/2 ILUMINAÇ...	1/0/1, 3/0/0	1 bit
34	Output 2	Timer			1 bit

Endereços de grupo

Grupo Pri	Nome	Descrição	Atravessa
1	ILUMINAÇÃO		Não
2	ESTORES		Não
3	CENÁRIOS		Não
10	STATUS		Não

Figura 20 - Topologia e Endereços de Grupo no ETS

Na figura é possível verificar a topologia do atuador de 16 saídas, pulsor de 8 botões, pulsor de 4 botões com sensor e display de temperatura, a *Gateway* KNX/- DALI, atuador específico de *dimming* com apenas 1 canal (só permite regulação de luminosidade de uma lâmpada) conectado ao balastro de halogéneo.

Número	Nome	Função Objecto	Associado com
1	[1] Group	Switching	3/0/0 ILUM GRUPO 1 - ON/OFF
2	[1] Group	Dimming	3/1/0 ILUM GRUPO 1 - DIM
3	[1] Group	Brightness value	3/2/0 ILUM GRUPO 1 - VAL
4	[1] Group	Feedback brightness value	3/3/0 ILUM GRUPO 1 - ST VAL
5	[1] Group	Feedback switching status	3/4/0 ILUM GRUPO 1 - ST ON/OFF
14	[2] Group	Switching	
15	[2] Group	Dimming	
16	[2] Group	Brightness value	
17	[2] Group	Feedback brightness value	
18	[2] Group	Feedback switching status	

Figura 21 - Topologia de Linha

É possível visualizar a janela do ETS (Figura 91) aquando da realização da transferência completa de programação do atuador de 16 saídas e do pulsor de 8 botões.

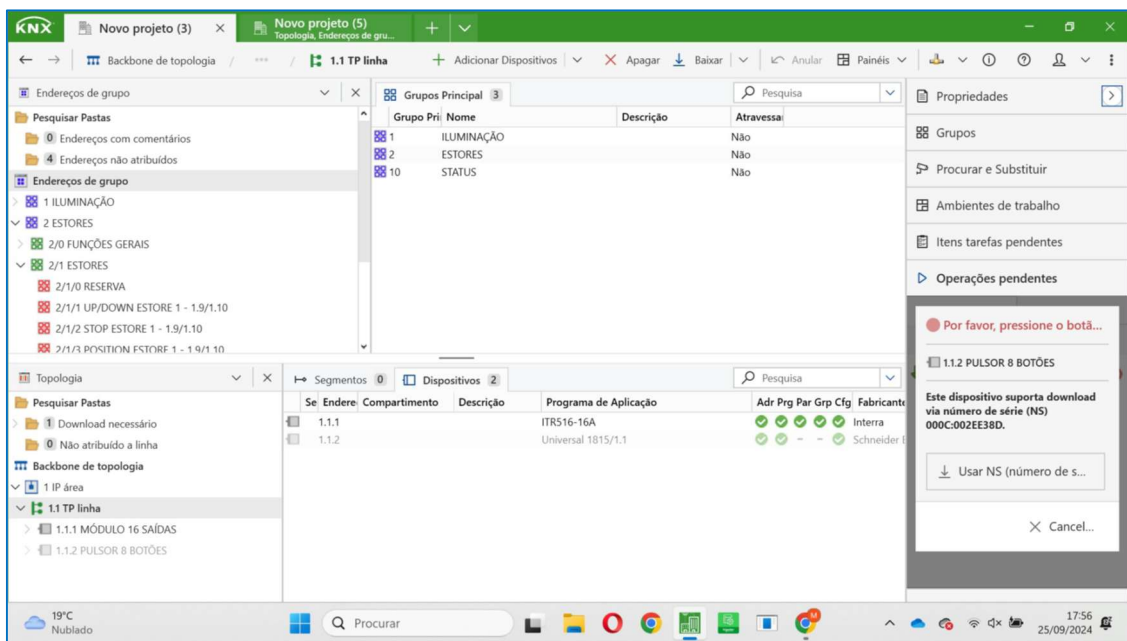


Figura 22 - Configuração do atuador de 16 saídas e do pulsor 8

Na figura 94, à esquerda, observa-se o primeiro canal (Tecla 1) a ser clicada e a ficar com o correspondente LED ligado. À direita da figura 94 observa-se o resultado desse contacto, tendo sido configurado para ligar todas as luzes e tomadas da casa.



Figura 23 - Ativação do painel de domótica pela tecla 1 do pulsor de 8 teclas

3.2.3 Painéis de Sistemas de Segurança

O desenvolvimento de painéis de segurança eletrónica de deteção automática de incêndios e deteção automática de intrusão, pretendem permitir a identificação dos alunos com a tecnologia associada a estes sistemas, perceberem os princípios funcionais dos mesmos, assim, como realizar testes de funcionamento dos mesmos.

3.2.3.1 Segurança Contra Incêndio em Edifícios

Os sistemas de alarme e alerta de incêndio, conforme definidos pela norma EN 54, no artigo 117 do Regulamento Técnico de Segurança Contra Incêndios em Edifícios (SCIE) e na Nota Técnica n.º 12 da Autoridade Nacional de Emergência Proteção Civil (ANEPC), incluem diversos componentes, assegurando a sua eficácia e segurança das instalações.

Os principais elementos constituintes de um sistema de segurança de deteção automática de incêndio são: Centrais e Quadros de Sinalização e Comando (CDI), Dispositivos de Deteção Automática (e tipos de sistemas de deteção), Dispositivos de Acionamento Manual, Sinalizadores de Alarme, Difusores de Alarme Geral, Equipamentos de Transmissão de Sinal de Alerta e fontes locais de energia de emergência.

A Figura 24 mostra o painel de sistema de deteção automática de incêndio desenvolvido no âmbito do presente trabalho.



Figura 24 - Painel de Sistema Automático de Detecção de Incêndio

O painel é constituído pelos seguintes equipamentos:

- i. Central de deteção automática de incêndio

O painel encontra-se equipado com uma central endereçável de deteção de incêndio (1 *loop*);

- ii. Botões manuais de incêndio

O painel encontra-se equipado com um botão manual de incêndio que permite a ativação manual de alarme.

- iii. Detetores automáticos de incêndio

O painel encontra-se equipado com dois detetores óticos de fumos e dois detetores Termo velocimétricos, que permitem a deteção automática de incêndios.

- iv. Sirene de alarme

O painel encontra-se equipado com duas sirenes de alarme, dotadas de dois níveis sonoros programáveis, que permitem a sinalização de um alarme de incêndio.

v. Sinalizador de ação

O painel encontra-se equipado com um sinalizador de ação, que permite a repetição do alarme de um detetor automático de incêndio.

vi. Módulo de interface

Trata-se de um módulo de interface de 4 inputs e 4 outputs, utilizados para uma ligação independente de contactos livres de potencial para a ligação/corte para o reconhecimento de estados técnicos (por exemplo: portas de controlo de ventilação) ou para atuação de alarme (por exemplo: alarme *sprinkler*).

As linhas de entrada são monitorizadas para circuito aberto ou curto-circuito; as entradas podem ser configuradas de forma independente através da unidade de controlo de deteção de incêndio com informação do estado ou com mensagens de alarme.

Podem ter várias aplicações, podem ser apenas módulos de input/output, módulos de controlo ou módulos de inputs e output. As aplicações mais comuns são:

- Atuação de alarmes;
- Ligação a redes de sistemas de extinção;
- Ligação a portas corta-fogo;
- Controlo da ventilação;
- Elevadores;
- Escadas rolantes;
- Cortinas corta-fogo;
- Registos corta-fogo.

Com o propósito dos alunos poderem testar um corte geral de energia em caso de simulação de incêndio, o painel está dotado de uma botoneira manual de corte geral, que atua uma bobine MX instalada na traseira do painel juntamente com o disjuntor de proteção do painel.

Para permitir a simulação de avarias e alarmes o painel encontra-se dotado de dispositivos que permitem a criação de avarias e alarmes no sistema.

O painel contém também um módulo KNX, de recolha de informação de estado de avaria e alarme de incêndio, que permite a integração deste painel com os restantes painéis KNX desenvolvidos no presente trabalho.

3.2.3.2 Segurança Contra Intrusão e Roubo

Um sistema de segurança contra roubo e intrusão consiste num equipamento ou conjunto de equipamentos integrados entre si, com o intuito de vigiar determinado local e, que em caso de intrusão (tentativa de entrada concretizada ou não), ativa meios sonoros (sirene), luminosos (*flash*) ou eletrónicos (comunicadores telefónicos, ligados ou não a centrais de receção de alarmes, etc.), com vista à dissuasão da intenção criminosa.

Normalmente um sistema destes é constituído por uma central, que se liga a todos os periféricos e, a partir do qual sairá ou não, uma ação, dependendo dos dados recebidos e da pré-programação efetuada. Os periféricos podem ser: painel de operações, como um teclado ou uma consola.

No âmbito do presente trabalho foi desenvolvido um painel de segurança com dois tipos de sistemas de deteção de intrusão e roubo, um sistema de grau 2 e um outro sistema de grau 3.

A Figura 25 mostra uma vista geral do painel de sistema de segurança contra intrusão, desenvolvido no âmbito do presente trabalho.



Figura 25 - Painel de Sistema Automático de Deteção de Intrusão

O sistema de grau 2 encontra-se dotada dos seguintes equipamentos:

i. Central de deteção de intrusão

Trata-se de uma central da marca Bosch modelo *Amax* que dispõe de 2 linhas de bus opcional Bosch, onde todos os módulos podem ser ligados a cada um dos bus, onde é possível ligar no máximo 14 módulos (8 teclados) a cada BUS.

ii. Painel de controlo

O painel permite a interação do utilizador com sistema, permitindo entre outras coisas o arme e o desarme do sistema.

iii. Detetores automáticos de alarme

O painel está equipado com dois detetores automáticos de intrusão, um de dupla tecnologia e outro de infravermelhos.

iv. Contacto magnético de alarme

O painel está equipado com um detetor automático de alarme.

v. Sirene autoalimentada de interior

O painel está equipado com uma sirene autoalimentada de exterior.

vi. Detetor de inundação

Um detetor de inundação, que simula a integração de alarmes técnicos no sistema de deteção de intrusão.

O sistema de grau 3 encontra-se dotado dos seguintes equipamentos:

vii. Central de deteção de intrusão

Trata-se de uma central de grau 3 da marca *Vanderbilt* que pode ser expandida até 128 zonas (8 *on-board*) 128 saídas (6 *on-board*), o sistema é expansível com recetores sem fios e suporta até 120 detetores sem fios (combinado com zonas com fios)

viii. Painel de controlo

O painel permite a interação do utilizador com sistema, permitindo entre outras coisas o arme e o desarme do sistema, destacando-se o facto do painel ser dotado de um alto-falante integrado que aprimora a experiência do utilizador com anúncio de áudio.

ix. Detetores automáticos de alarme

O painel está equipado com dois detetores automáticos de intrusão, dois de interior de dupla tecnologia e um exterior.

x. Contacto magnético de alarme

O painel está equipado com um detetor automático de alarme.

xi. Sirene autoalimentada de interior

O painel está equipado com uma sirene autoalimentada de exterior.

Para permitir a simulação de avarias e alarmes o painel encontra-se dotado de dispositivos que permitem a criação de avarias e alarmes no sistema.

O painel contém também um módulo KNX, de recolha de informação de estado de avaria e alarme de intrusão, que permite a integração deste painel com os restantes painéis KNX desenvolvidos no presente trabalho.

3.2.4 Comunicação e Integração de Sistemas

Os painéis desenvolvidos funcionam de forma autónoma e abrangem as mais diversas áreas dos sistemas de instalações elétricas de energia, sistemas de segurança e de automação e domótica. Contudo, também era objetivo do trabalho integrabilidade dos mesmos.

O protocolo de comunicação KNX instalado nos painéis, foi o elemento-chave que permite a comunicação de todos os sistemas, garantindo assim a possibilidade futura de ser alterados e permitindo executar inúmeras alterações de expansões futuras para os fins letivos, motivo pelo qual foram desenvolvidos.

Foi tido especial cuidado na eletrificação dos painéis para uma melhor perceção das ligações elétricas internas, importante para tornar os painéis ainda mais metodológicos e informativos e cativar os futuros utilizadores.

A utilização de uma solução de integração com recurso ao sistema de KNX, permitiu o controlo, monitorização e programação de iluminação do tipo exterior, interior e da utilização de um módulo de KNX do tipo DALI II, comando de motores, estores, cortinas, *blackout's*, alimentações de equipamentos e tomadas de usos gerais e tomadas de iluminação, sistemas de climatização, monitorização de estados de equipamentos ou sistemas, segurança contra incêndio, sistemas de segurança de intrusão e alarme, equipamentos para controlo de inundação e de gás. O software utilizado para programação do KNX foi o ETS 5, *Software Engineering Tool*.

I. Painel de Iluminação

A integração do painel com outros painéis desenvolvidos, foi realizada com recurso do sistema de automação e domótica KNX e ao controlador DALI II, Demonstrando a possibilidade de agrupar vários aparelhos no mesmo transformador a utilização de LED's do tipo RGB (*Red, Green, Blue*), de iluminação com comando DALI (*Digital Adressble Light Interface*), com alguns botões/pulsos a permitirem também a regulação do fluxo luminoso.

A criação deste painel teve como objetivo abranger um diversificado tipo de tecnologias de iluminação LED em que o comando do mesmo era através de um modulo de saídas de KNX. Foram utilizadas todas as saídas de iluminação e formados grupos, pelas suas características semelhantes ou tipo de aplicabilidade nas instalações ou em termos das suas características construtivas onde partilham critérios como os seus IK's ou IP's.

O módulo de domótica de 12 saídas liga em grupo ou individualmente cada uma das saídas do módulo, o que depois irá permitir a programação individual de cada um desses equipamentos, ou a criação de cenários ou grupos de iluminação.

A integração do painel com outros painéis desenvolvidos, foi realizada com recurso do sistema de automação e domótica KNX e ao controlador DALI II, demonstrando a possibilidade de agrupar vários aparelhos no mesmo transformador a utilização de LED's do tipo RGB (Figura 26).

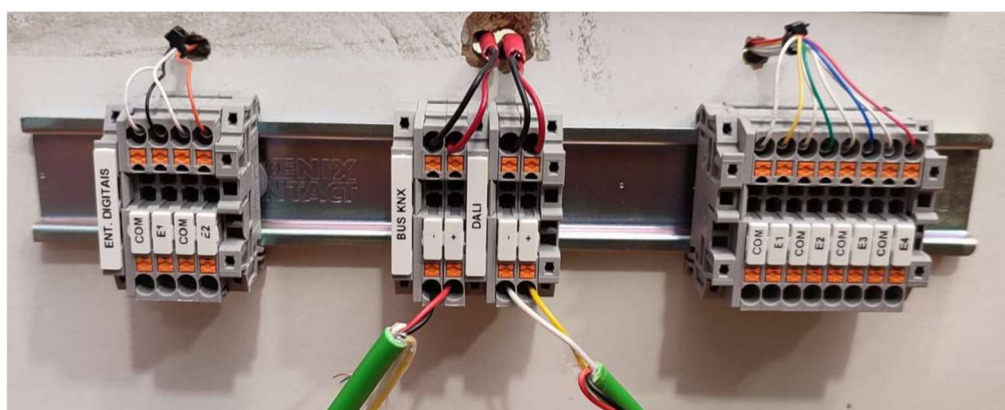


Figura 26 - Réguas de Bornes para interligação do BUS KNX

Foi interligado o painel da iluminação ao painel do Quadro Elétrico através da ligação a bornes do cabo de bus, permitindo assim no software de programação ETS, descarregar programação no modulo de 12 saídas do painel da iluminação e num dos pulsos neste exemplo específico num pulsor de 8 teclas da Schneider para o comando de iluminação, a luminária em questão é um spot de luz alimentado a 230V, mas equipado com o transformador DALI (Figura 27).

Foi possível programação comando de ON/OFF e também comando de regulação do foco, permitindo fazer regulação entre 0% e 100% do seu fluxo luminoso.



Figura 27 – Comando de foco de LED do painel de iluminação

II. Painel de Instalações Elétricas

No que concerne ao painel de instalações elétricas vamos visar o quadro elétrico que apesar de não estar equipado com dispositivos KNX, tem instalado nas traseiras uma calha DIN com bornes, a ideia passa por passar cabos entre este painel e os módulos de *input* existentes no painel de domótica/KNX

Basicamente, existem 2 formas de os mesmos estarem ligados pelos módulos de 4 *input's* da Schneider: ou através das pastilhas de KNX instaladas também no painel neste caso apenas se consegue receber informações de estados de avaria ou funcionamento de equipamentos instalados no quadro, tal como a sinalização da botoneira de corte geral de energia ou o estado de funcionamento do letreiro de saída, qual o modo em que se encontra, alimentado, em bateria, ou outras.

III. Painel de Sistemas de segurança de Incêndio e Intrusão

O painel de suporte às atividades de ensino e aprendizagem no âmbito dos sistemas automáticos de segurança contra incêndio (Figura 104), foi desenvolvido com o objetivo de possibilitar que equipamentos de segurança contra incêndio, possam comunicar com elementos externos.

Esta comunicação poderá ser realizada de duas formas: através da central de deteção automática de incêndio, que vem equipada com contactos livres de tensão, que podem ser programados na mesma como sendo *input's* ou *output's*; a segunda forma é através do modulo de interface permite a conexão de 4 *inputs* e 4 *outputs*. Os *inputs* podem ser configurados de forma independente para mensagens de *status* ou de alarme. Os *outputs* podem ser programados com contactos de relé.

Quer seja, pelos *input's* ou pelos *output's* deste modulo podemos comunicar também com os restantes painéis, ou por contactos livres de tensão, sinais esses que o KNX também recebe e podem ser tratados na domótica.

Da mesma forma podemos permitir a comunicação dos sistemas automáticos de segurança contra intrusão, este painel apenas de equipado com dois tipos de sistemas de detecção de intrusão e roubo, um sistema de grau 2, e um outro sistema de grau 3, mas a forma de interligação com os restantes sistemas é comum.

As centrais estão equipadas para receber *input's* e dar *output's*, sinais esses livres de tensão ou com sinal de 12 V aproveitando a tensão presente dentro das mesmas.

Isto permite comunicar com o KNX que recebe os sinais livres de tensão e permite comunicar com a central de incêndio, a título de exemplo.

IV. Painel de sistemas de automação e domótica

O painel de automação e domótica assume um papel fulcral em termos de interligação entre todos os painéis, uma vez que é neste painel que estão instalados os equipamentos de importância maior como a fonte de alimentação de KNX de 640mA, os módulos de saídas de estores, iluminação e mistos, assim como os pulsos de comando. Está também equipado com um quadro sinótico de ilustrador do funcionamento dos circuitos de iluminação estores e equipamentos.

Neste quadro está também presente um módulo DALI 2 (*Digital Addressable Lighting Interface*) para estabelecer nova forma de comando da iluminação, vai ser a nossa plataforma de comunicação e comando com o painel de iluminação.

A instalação de um módulo de entradas binárias permite receber os comandos sejam eles provenientes do painel de SADI ou do SADIR ou do painel de iluminação. A parametrização dos sistemas é realizada com recurso ao software ETS.

Foram utilizados equipamentos de KNX de diferentes marcas e diversos fabricantes para mostrar a versatilidade do protocolo KNX garantindo a comunicação entre equipamentos de diferentes fabricantes.

A *Gateway* KNX DALI I tem como função o controlo de luminárias e outras aplicações com dispositivos operadores de DALI em instalações/sistemas KNX. Controla até 64 dispositivos DALI em até 32 grupos diferentes, garantido a possibilidade de controlo de todos os comandos existentes em todos os painéis e possibilidade de expansão futuras.

As pastilhas de inputs são interfaces binários que interligados aos botões são os responsáveis pelo comando de todas as ordens de comando programadas (Figura 108).

Os diferentes módulos atuadores instalados no quadro elétrico são dispositivos de controlo versáteis que permitem uma variedade de configurações, como controlo de iluminação, controlo de motor AC & DC ou controlos de ventilo-convetores, comando de estores, cortinas ou *blackout's*, ou comando de equipamentos.

Além disso, o controlo manual das saídas é possível através dos botões de programação do dispositivo. A configuração completa de todos os dispositivos KNX é realizada com o recurso a

ferramenta de programação ETS. Em termos de comandos o painel está equipado com pulsos da Schneider de 8 teclas, da interra de 6 teclas e outro da interra também de 4 botões mas com um display de temperatura.

Os painéis equipados com dispositivos KNX, vão permitir o controlo, monitorização e programação de iluminação interior, exterior, DALI, comando de motores, estores e cortinas, alimentações e tomadas, climatização, monitorização, segurança, intrusão, inundação e gás, garantindo assim a total integrabilidade de todos os sistemas.

Ainda que não esteja instalado nestes painéis o servidor de KNX, mas facilmente agrupável, este dispositivo permite o comando local, centralizado e remoto sem recurso aos pulsos dos painéis, tendo como alternativa o acesso via tablet e smartphones, permitindo ainda ao utilizador a criação de cenários, programação horárias e controlo por grupos.

3.3 Desenvolvimento de Guiões de Teste e Ensaio

3.3.1 Aspetos Gerais

O ensino na área das Instalações Elétricas exige não apenas a transmissão de conhecimentos teóricos, mas também a consolidação prática de competências técnicas e de segurança. Nesse contexto, a prática-laboratorial assume um papel complementar, mas essencial no processo de ensino-aprendizagem.

Para que possam ser realizados ensaios funcionais e testes, com segurança e indo de encontro aos propósitos e formação, torna-se necessário o desenvolvimento de guiões de trabalho que asseguram que todos os requisitos de segurança são observados e que as tarefas realizadas vão de encontro aos objetivos formativos da utilização dos mesmos.

A importância do desenvolvimento de guiões de ensaio funcional e testes, pode ser destacada em diferentes dimensões:

1. Padronização das práticas

- Os guiões asseguram que todos os estudantes realizam os testes e ensaios de forma uniforme, reduzindo erros e garantindo resultados comparáveis.

2. Integração teoria-prática

- Permitem relacionar conceitos teóricos, com a prática experimental.

3. Segurança e fiabilidade

- Em contextos de risco elétrico, os guiões funcionam como protocolos de segurança, reduzindo a probabilidade de acidentes e garantindo a segurança durante a realização dos ensaios e testes.

4. Desenvolvimento de competências profissionais

- Preparar, executar e interpretar ensaios aproxima os estudantes das exigências do mercado de trabalho, com o conhecimento de materiais e equipamentos e de funcionamento dos sistemas.

5. Autonomia e pensamento crítico

- Para além de fornecer instruções, os guiões podem estimular o estudante a interpretar resultados, identificar anomalias e propor soluções, reforçando a sua capacidade de análise e resolução de problemas.

Assim, o desenvolvimento de guiões de teste e ensaio, constitui, assim, uma ferramenta estratégica no ensino superior, promovendo práticas seguras, aprendizagens integradas e competências críticas para a inserção profissional.

3.3.2 Guiões de Testes e Ensaios

Foram desenvolvidos guiões de testes e ensaios cada uma das três áreas de formação específica no âmbito das instalações elétricas:

- Instalações Elétricas,
- Sistemas Eletrónicos de Segurança,
- Automação e Domótica.

Para a área relativa à temática das instalações elétricas foram desenvolvidos guiões para as seguintes subáreas:

- Instalações de utilização de energia elétrica em baixa tensão - Estabelecimentos recebendo público;
- Instalações de utilização de energia elétrica em baixa tensão - Iluminação

No que se refere à área dos sistemas eletrónicos de segurança foram desenvolvidos guiões de trabalho para as seguintes subáreas:

- Sistemas eletrónicos de deteção automática de incêndio;
- Sistemas eletrónicos de deteção de intrusão

Foi ainda desenvolvido um guião de trabalho para a área da automação e domótica.

A título de apresentação do trabalho desenvolvido será apresentado o guião de testes e ensaios relativo à área de automação e domótica, conforme ilustrado na figura 39.

Guião de atividade laboratorial

Domótica e Automação



Figura 28. Guião de Testes e Ensaios laboratoriais – Automação e Domótica

No guião de trabalho é realizada uma apresentação do painel de testes e ensaios, mostrado a forma como o mesmo se encontra estruturado e os diversos equipamentos instalados.

A figura 40 mostra uma vista geral da constituição do painel.



ISEP INSTITUTO SUPERIOR
DE ENGENHARIA DO PORTO

Instituto Superior de Engenharia do Porto
Departamento de Engenharia Eletrotécnica
Engenharia Eletrotécnica – Sistemas Elétricos de Energia
Laboratório de Instalações Elétricas

3. Constituição do Painel

O painel de testes e ensaios encontra-se estruturado em duas partes distintas: o quadro elétrico, que contém os módulos atuadores e os sensores.

Para permitir a visualização das ações desenvolvidas, os sensores e atuadores estão representados sobre um desenho de uma moradia, na qual as cargas (iluminação, estores, e tomadas comutadas, ...) estão representadas por *Led*'s. Como existe a possibilidade de outros painéis existentes no laboratório, serem integrados via protocolo KNX com este painel, no canto superior esquerdo deste painel encontra-se um *led* com a finalidade de ser usado aquando dessa integração para indicar alarmes, avarias ou outras ações desenvolvidas nesses painéis.

3.1 Quadro Elétrico

O quadro elétrico contém todos os equipamentos de corte e proteção relativos à componente elétrica das instalações elétricas, assim como os módulos atuadores de toda a instalação.

A figura 1 mostra uma vista geral do quadro elétrico e dos diversos equipamentos constituintes do mesmo.



Legenda:

- 1 - Interra ITR516-16A
- 2 - Siemens 5WG1523-1AB03
- 3 - Merten 644892
- 4 - Interra ITR-900-164 30VDC
- 5 - Eelectron IC00P02DAL
- 6 - Schneider MTN649350
- 7 - Hager TYA604A
- 8 - ABB Corte e Proteção
- 9 - Phoneix Contact 2868596 24VDC
- 10 - Fonte de alimentação detetor de inundações

Figura 1: Vista geral do quadro elétrico

3

Figura 29. Guião de Testes e Ensaios laboratoriais – Automação e Domótica: Constituição

No guião de trabalho é proposta a realização de um conjunto de testes de funcionamento do sistema KNX, conforme ilustrado na figura 41.

4. Ensaio Funcional

Para perceber o funcionamento dos diversos sistemas instalados no painel, realize o seguinte procedimento.

- i) Atue cada um dos botões/canal indicado na tabela 2.
- ii) Verifique nos elementos indicadores de ação do painel a concretização da ação indicada na tabela 2.

Tabela 2: Ações por sensor, endereço de grupo e canal de atuador

Nome	Fabricante	Botão	Toque	Endereços	Atuador	Canal	Descrição	
ITR3X	Interra	Utilizado apenas para painel de iluminação						
80040001 (8 teclas)	Hager	1	Curto	0/0/6	ITR516-16A	1 a 7	ILUM GERAL S/ ESTORES S/ TOM (ON)	
		2	Curto	0/0/6	ITR516-16A	1 a 7	ILUM GERAL S/ ESTORES S/ TOM (OFF)	
		3	Utilizado apenas para painel de iluminação					
		4	Utilizado apenas para painel de iluminação					
		5	Curto	0/1/4	MTN649350	1	LÂMPADA DE HALOGÉNEO (ON)	
			Longo	0/2/0	MTN649350	1	DIMMING LÂMPADA HALOGÉNEO (UP)	
		6	Curto	0/1/4	MTN649350	1	LÂMPADA DE HALOGÉNEO (OFF)	
			Longo	0/2/0	MTN649350	1	DIMMING LÂMPADA HALOGÉNEO (DOWN)	
7	Curto	3/0/0	ITR516-16A	1 a 16	CENÁRIO ILUM ON ESTORES UP (CENA 1)			
8	Curto	3/0/0	ITR516-16A	1 a 16	CENÁRIO ILUM ON ESTORES UP (CENA 2)			
80040001 (4 teclas)	Hager	1	Curto	1/1/0	ITR516-16A	15	SUBIR/DESCER ESTORE (UP)	
			Curto	1/1/1	ITR516-16A	15+1 6	STOP ESTORE	
		2	Curto	1/1/0	ITR516-16A	16	SUBIR/DESCER ESTORE (DOWN)	
			Curto	1/1/1	ITR516-16A	15+1 6	STOP ESTORE	
		3	Curto	1/1/4	ITR516-16A	9	SUBIR/DESCER BLACKOUT (UP)	
			Curto	1/1/5	ITR516-16A	9+10	STOP ESTORE	
		4	Curto	1/1/4	ITR516-16A	10	SUBIR/DESCER BLACKOUT (DOWN)	
			Curto	1/1/5	ITR516-16A	9+10	STOP ESTORE	
TYBS702 A	Hager	1	-	5/3/0	ITR516-16A	8	ALARME	

Nota: Os botões dos teclados estão enumerados da esquerda para a direita e de cima para baixo.

Figura 30. Guião de Testes e Ensaios laboratoriais – Automação e Domótica: Testes de funcionamento

3.4 Desenvolvimento de Conteúdos de Suporte e Apoio à Formação

3.4.1 Aspetos gerais

A atividade de técnico responsável pelas instalações elétricas é extremamente vasta e diferenciada, requerendo, por um lado, um profundo conhecimento, relativamente a normas, regulamentos, materiais, equipamentos, soluções técnicas e tecnologias e a intervenção em diversas áreas, como as instalações elétricas, automação e domótica, telecomunicações, segurança e eficiência energética e utilização racional de energia, por outro lado, exige também outros conhecimentos, específicos em função das instalações a realizar.

O ensino destas temáticas necessita de um suporte teórico técnico, científico, regulamentar e normativo, mas também de uma componente prática e laboratorial, que permita aos alunos a aplicação prática de conhecimentos.

A página de *Moodle* de apoio às atividades de ensino/aprendizagem pretende ser um elemento de apoios às atividades letivas no âmbito das instalações elétricas, disponibilizando todo um conjunto de funcionalidades de suporte formativo que complementam as atividades letivas desenvolvidas em sala de aula e acrescentam uma diferenciação e maior valia à formação.

3.4.2 Conteúdos Desenvolvidos

A página de moodle, encontra-se estruturada em três áreas de formação específica no âmbito das instalações elétricas:

- Instalações Elétricas,
- Sistemas Eletrónicos de Segurança,
- Automação e Domótica.

A área relativa à temática das instalações elétricas encontra-se subdividida nas seguintes subáreas:

- Instalações de utilização de energia elétrica em baixa tensão. Estabelecimentos recebendo público – Painel de funcionamento, ensaios e testes
- Instalações de utilização de energia elétrica em baixa tensão. Regimes de neutro e proteção de pessoas em instalações elétricas – Painel de funcionamento, ensaios e testes
- Instalações de utilização de energia elétrica em baixa tensão. Iluminação – Painel de funcionamento, ensaios e testes

Por sua vez, a área dos sistemas eletrónicos de segurança encontra-se subdividida nas seguintes subáreas:

- Sistemas eletrónicos de deteção automática de incêndio;
- Sistemas eletrónicos de deteção de intrusão

Em cada uma das referidas áreas é possível a pesquisa e consulta de legislação e regulamentação, projetos-tipo, guias técnicos e outra documentação técnica, o que se reveste de extrema importância, por um lado, devido ao elevado número de diplomas legislativos, normas, guias técnicos e documentos normativos existentes e, por outro lado, porque no conhecimento do correto enquadramento legal aplicável é fundamental nesta área de atividade.

Permite, também, a pesquisa e consulta de aplicações informáticas de apoio ao projeto eletrotécnico, que potenciam economias de tempo e recursos na atividade de projetista, assim como um fórum geral de discussão e exemplos de projetos das respetivas temáticas.

Seguidamente serão apresentados os conteúdos desenvolvidos, para a área de instalações elétricas, subárea instalações de utilização, sendo que foram também desenvolvidos conteúdos semelhantes para a área de sistemas eletrónicos de segurança e de automação e domótica, mas que devido a serem em termos de *Moodle* muito semelhantes, não serão apresentados no presente relatório.

A figura 42 mostra, como exemplo do trabalho realizado, uma imagem da página de Moodle relativa à área de instalações elétricas.

INSTALAÇÕES ELÉTRICAS

Instalações Elétricas

ASPETOS GERAIS

1. ENQUADRAMENTO

A atividade de técnico responsável pelo projeto , execução e exploração de instalações elétricas de baixa tensão é, e será sempre, cada vez mais, uma atividade estimulante e com constante necessidade de atualização de conhecimentos científicos, tecnológicos, regulamentares e normativos.

Trata-se de uma área de atividade extremamente vasta e diferenciada, requerendo, por um lado, a intervenção numa diversificada área de instalações e sistemas e, por outro lado, um profundo conhecimento, técnico, científico, normativo, regulamentar, e de equipamentos, aparelhagens, conjuntos de aparelhagens, materiais, e soluções técnicas e tecnologias.

2. DIPLOMAS LEGISLATIVOS

Nesta pasta são disponibilizados os principais diplomas legislativos no âmbito das instalações elétricas.

 Diplomas Legislativos

3. REGULAMENTOS

Nesta pasta são disponibilizados os regulamentos no âmbito das instalações elétricas.

 Regulamentos

4. PROJETOS-TIPO

Nesta pasta são disponibilizados diversos projetos tipo no âmbito das instalações elétricas.

 Projetos-tipo

5. GUIAS TÉCNICOS

Nesta pasta são disponibilizados diversos guias técnicos no âmbito das instalações elétricas.

 Guias Técnicos

6. RECOMENDAÇÕES

Nesta pasta são disponibilizados diversos documentos de recomendações técnicas no âmbito das instalações elétricas.

 Recomendações

7. DOCUMENTAÇÃO TÉCNICA

Nesta pasta são disponibilizados diversos documentos técnicos no âmbito das instalações elétricas.

 Documentação Técnica

8. SOFTWARES DE APOIO AO TÉCNICO RESPONSÁVEL

Nesta pasta são disponibilizados diversos softwares de apoio ao técnico responsável por instalações elétricas.

 Softwares

9. FÓRUM DE DISCUSSÃO E DÚVIDAS

 Fórum de discussão e dúvidas

10. EXEMPLO DE PROJETOS DE INSTALAÇÕES ELÉTRICAS

Nesta pasta são disponibilizados diversos projetos no âmbito das instalações elétricas.
Os projetos disponibilizados são trabalhos realizados por alunos, podendo conter erros e/ou omissões!

 Projetos (Exemplo)

Figura 31. Página Moodle – Secção: Instalações Elétricas

Conforme referido anteriormente, foram também desenvolvidos conteúdos para cada uma das subáreas, nos quais é realizado um enquadramento teórico sobre a subárea, é apresentado o painel de ensaios e testes desenvolvido e quais os ensaios e testes que podem ser realizados no mesmo, são disponibilizados manuais dos equipamentos e materiais existentes no painel, são disponibilizados guíões de funcionamento, ensaio e teste dos painéis, documentação técnica, imagens e vídeos relevantes sobre a temática, um fórum de discussão e dúvidas, assim

como a possibilidade de realização de testes de aferição de conhecimentos sobre as temáticas tratadas.

A figura 43 mostra, a título de exemplo, uma imagem da subsecção relativas às instalações de utilização de energia elétrica em baixa tensão, tendo, também, sido desenvolvidos conteúdos semelhantes para as restantes subáreas anteriormente referidas.

Instalações Elétricas

INSTALAÇÕES DE UTILIZAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA EM BAIXA TENSÃO

ESTABELECIMENTOS RECEBENDO PÚBLICO - ESTABELECIMENTO COMERCIAL

+ 1. ENQUADRAMENTO

De acordo com a Regras Técnicas de Instalações Elétricas de Baixa Tensão são classificados como estabelecimentos recebendo público, os locais que não sejam classificáveis como locais de habitação, como estabelecimentos industriais ou como estabelecimentos agrícolas ou pecuários e em que neles seja exercida qualquer atividade destinada ao público em geral ou a determinados grupos de pessoas.

Os estabelecimentos recebendo público devido à presença de pessoas comuns e sem conhecimento da instalação exigem requisitos específicos de forma a mitigar o risco.

+ 2. PAINEL DE ENSAIOS E TESTES

O laboratório encontra-se equipado com o painel de ensaios e testes sobre a temática da verificação das instalações elétricas.

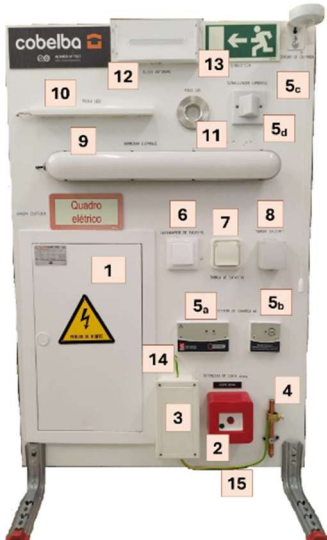
O painel de ensaios e testes de instalações de utilização de energia elétrica em baixa tensão pretende simular uma instalação de utilização real.

A instalação simulada é um Estabelecimento Recebendo Público - Estabelecimento Comercial, constituída por um Quadro de Entrada, dois circuitos de tomadas de usos gerais, um instalado em zona de acesso ao público e um outro instalado em zona sem acesso ao público, dois circuitos de iluminação de zonas de acesso ao público e um circuito de iluminação de zona sem acesso ao público, um sistema de alarme de WC.

No painel é possível realizar procedimentos de funcionamento em regime normal de funcionamento da instalação, assim como procedimentos de verificação da instalação elétrica.

No procedimento de verificação da instalação elétrica é possível realizar a inspeção visual e os ensaios e medições.

Para que a realização do procedimento de verificação da instalação elétrica possa ser mais didática, é possível no painel a criação de situações de defeito na instalação elétrica, nomeadamente ausência de continuidade no condutor de proteção, defeito de isolamento, defeito na ligação à terra.



- 1- Quadro Elétrico
- 2- Botoneira de Corte Geral
- 3- Ligador Amovível
- 4- Eletrodo de terra
- 5- Sistema de Chamada Emergência para WC
- 5c- Cordeão de chamada Emergência
- 5d- Sinalizador luminoso de Emergência
- 6- Interruptor de encastre
- 7- Tomada tipo Schuko de Encastre
- 8- Tomada tipo Schuko Saliente
- 9- Armadura de Iluminação Estanque
- 10- Régua LED de Iluminação
- 11- Foco LED de Iluminação
- 12- Bloco Autónomo
- 13- Sinalética de Segurança
- 14- Condutor de Proteção
- 15- Condutor de Terra

+ 3. MANUAIS

Nesta pasta são disponibilizados os manuais técnicos relativos aos equipamentos existentes no painel de ensaios e testes.

+ 4. GUIÕES DE ENSAIOS E TESTES

Nesta pasta são disponibilizados os guiões de ensaios e testes a realizar no painel de ensaios e testes.

+ 5. DOCUMENTAÇÃO TÉCNICA

Nesta pasta é disponibilizada diversa documentação técnica sobre a temática do projeto, execução e exploração das instalações elétricas de baixa tensão.

+ 6. REPOSITÓRIO DE IMAGENS E VÍDEOS

Nesta pasta são disponibilizadas imagens e vídeos sobre a temática do projeto, execução e exploração de instalações elétricas de baixa tensão.

+ 7. FÓRUM DE DISCUSSÃO E DÚVIDAS

+ 8. TESTE DE AFERIÇÃO DE CONHECIMENTOS

Figura 32. Página Moodle – Secção: Instalações Elétricas; Subsecção: Instalações de utilização

A figura 44 mostra a parte da página moodle relativo ao separador de disponibilização de manuais de equipamentos e materiais, relativos Secção: Instalações Elétricas; Subsecção: Instalações de utilização.

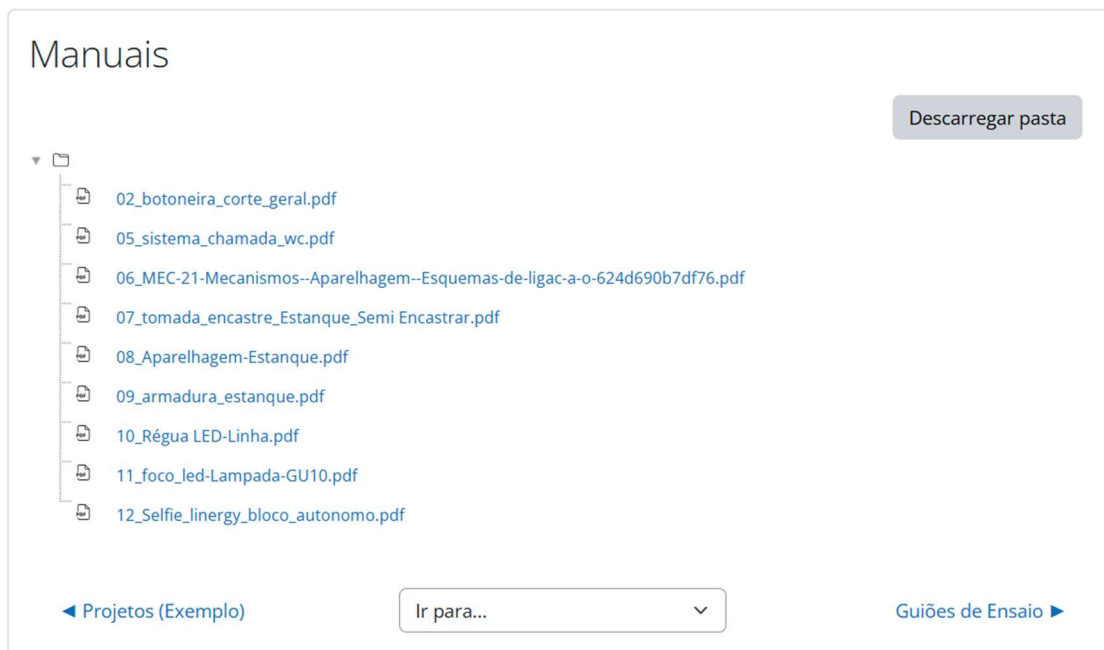


Figura 33. Página Moodle – Secção: Instalações Elétricas; Subsecção: Instalações de utilização; Separador Manuais

A figura 45 mostra a parte da página moodle relativa ao separador de exercícios de aferição de conhecimentos, relativos à Secção: Instalações Elétricas; Subsecção: Instalações de utilização.

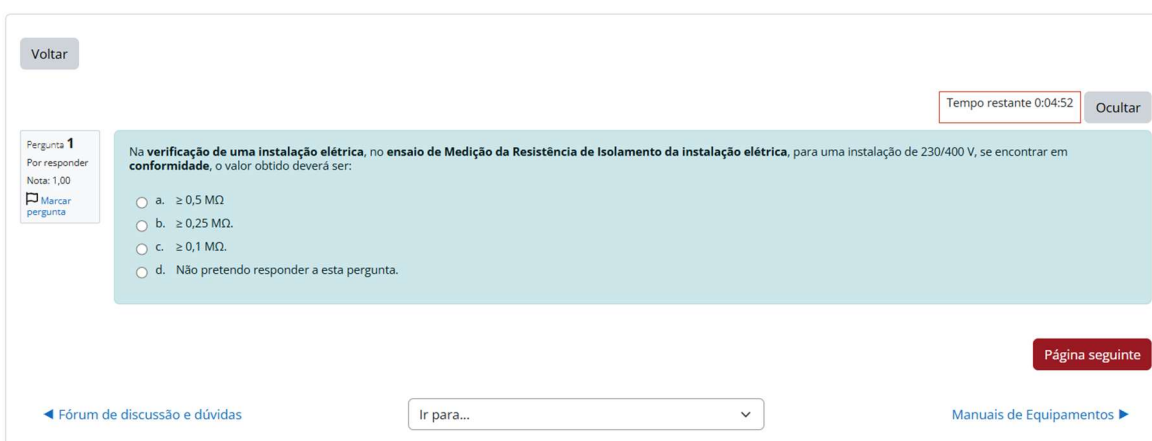


Figura 34. Página Moodle – Secção: Instalações Elétricas; Subsecção: Instalações de utilização; Separador Exercícios de aferição de conhecimentos

A figura 46 mostra a parte da página moodle relativa ao separador de guiões de ensaios e testes, relativos à Secção: Instalações Elétricas; Subsecção: Instalações de utilização.

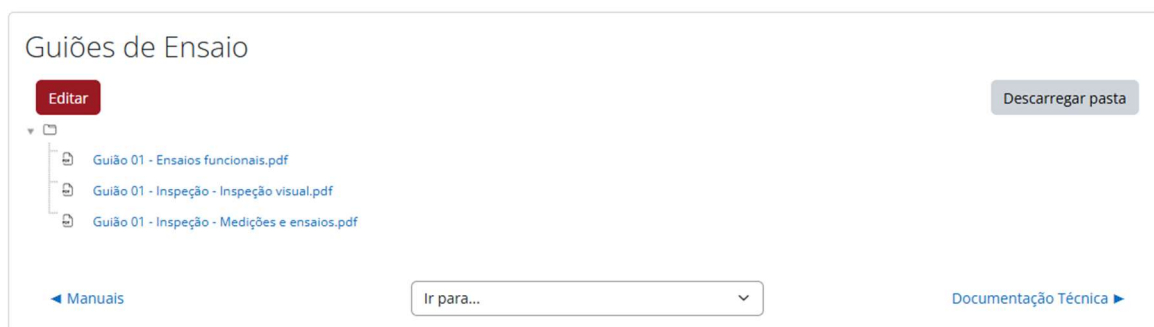


Figura 35. Página Moodle – Secção: Instalações Elétricas; Subsecção: Instalações de utilização; Separador Guiões de ensaios e testes

4 Conclusões

Com o uso das novas bancadas de trabalho é possível prever que os estudantes desenvolvam uma maior capacidade de relacionar os conceitos aprendidos no Laboratório da sala de aula a outros contextos, contribuindo assim para todo o seu processo educacional, capaz de desenvolver novas aprendizagens e se tornarem elementos mais válidos e com uma dinâmica mais aliciante para o universo do mercado de trabalho das instalações elétricas.

A crise provocada pela pandemia da Covid-19 reforçou o que muitos empreendedores já antecipavam: a digitalização dos negócios é, atualmente, essencial para qualquer empresa se tornar competitiva, e é um dos muitos desafios na área dos negócios que se pretendeu valorizar, como investimento académico vai permitir ao aluno a sua integração facilitada no mercado de trabalho, o que se torna uma vantagem pessoal;

Foi analisado aquando da conceção dos painéis os conteúdos que permitiriam compreender as tendências tecnológicas, dado o panorama de transformação atual.

Referente à componente académica a realização do trabalho exposto permitiu uma assimilação de conhecimentos para além do que seria expectável em ambiente académico. O mesmo permitiu um ganho elevado em várias temáticas tais como a segurança, a iluminação, a domótica e a intrusão.

Foram reforçadas as capacidades de desenho em ambiente CAD para as plantas do laboratório e de Project para o planeamento de tarefas.

Como desenvolvimentos futuros, dever-se-ão realizar novas bancadas de trabalho e reuniões tanto com os alunos como com os docentes, permitindo desta forma afinar melhor as necessidades de cada bancada em particular e assim tentar maximizar todas as informações disponíveis em cada um dos sistemas. Deverão ser também realizados, desenvolvimentos nos sistemas de telecomunicações.

Deverão ser também realizados estudos elétricos em regime estacionário e dinâmico que permitam simular as operações dos Sistemas Estáticos de Transferência (STS) como um todo e individualmente por terminal. Estes estudos devem analisar os fluxos de potência e curto-circuito esperados, e o comprimento das exigências do Operador da Rede de Distribuição (ORD) e do Sistema Elétrico Nacional (SEN), no que diz respeito ao limite de harmônicos e *flickers* a introduzir na rede.

Por fim e não menos importante, devem ser realizadas, pelos diferentes fornecedores que participaram no fornecimento de equipamentos para este projeto, formações online que permitam acompanhar as novas funcionalidades dos equipamentos e o aparecimento de novos sistemas de forma que os alunos possam acompanhar as tendências evolutivas do mercado elétrico nacional e internacional.

Esta interação entre os futuros licenciados e/ou mestrados com o mercado de trabalho pode ser uma plataforma de captação de alunos para as empresas, para além de despertar interesse em áreas pouco abrangidas no curso.

Equacionar a utilização de ferramentas Colaborativas que com o auxílio de uma plataforma de gestão de equipas, poderiam automatizar as rotinas e o tempo de trabalho ser aplicado de forma mais assertiva. Desse modo, ser possível economizar tempo e evitar erros.

As diferentes empresas que colaboraram ao longo do projeto ficaram sensibilizadas para a importância de os alunos manusearem o material e ficaram disponíveis para colaborar no futuro em novos projetos.

A execução deste projeto/estágio serviu para melhor entender as responsabilidades do engenheiro ao projetar, tendo sempre em conta a segurança das pessoas e bens e a componente económica dos projetos. E permitiu mostrar a cooperação e o dinamismo que o engenheiro deve de ter, estando sempre preparado para quais queres dificuldades que pode ter que enfrentar. Na realização deste projeto esperamos dar a possibilidade, aos futuros alunos que usufruirão das novas bancadas de trabalho, de desenvolver uma maior capacidade de se relacionar os conceitos aprendidos no Laboratório I101 como complemento aos obtidos na sala de aula, aliando assim uma extrema capacidade de execução face à capacidade de compreensão contribuindo assim para todo o seu processo educacional.

Para concluir o desenvolvimento do relatório, é importante ressaltar que foi possível adquirir um conhecimento significativo sobre a implementação do sistema de domótica e participar em várias atividades relacionadas, a experiência prática de instalação dos sistemas ficou adquirida e o conhecimento ficou sedimentado com os painéis de referência. Ter uma participação mais

ativa na fase de instalação teria proporcionado uma compreensão mais completa dos desafios enfrentados no campo e contribuído para uma aprendizagem mais robusta. Contudo, a interação direta, em especial, com a configuração do painel de domótica, em especial, foi essencial para consolidar o conhecimento teórico adquirido, deixando o estagiário mais bem preparado para futuras intervenções no setor.

O trabalho desenvolvido permitiu alcançar o objetivo central de conceber e implementar novas bancadas de ensaio para o Laboratório de Instalações Elétricas do ISEP, assegurando a atualização tecnológica e a diversificação das funcionalidades disponíveis. As bancadas projetadas e construídas vieram complementar as já existentes, introduzindo soluções mais versáteis e adequadas às exigências atuais de ensino e prática laboratorial.

Foi igualmente integrada uma solução de domótica baseada em KNX, abrangendo a monitorização e controlo de iluminação, climatização, tomadas, motores e sistemas de segurança, com diferentes níveis de interação local, centralizada e remota. Em paralelo, desenvolvi conteúdos técnicos e guiões laboratoriais na plataforma Moodle, potenciando uma aprendizagem mais dinâmica e acessível.

Assim, conclui-se que os objetivos inicialmente definidos foram plenamente cumpridos, resultando numa solução que alia inovação tecnológica, aplicabilidade prática e contributo pedagógico para o ensino das instalações elétricas e sistemas associados.

4.1 Contributos

Este trabalho foi resultado de uma vasta investigação desde a sua conceção em 2019, até à sua apresentação atual. Foi o culminar de toda a experiência adquirida nestes longos anos de trabalho e de toda a formação académica e complementar. Foi necessária uma extensa pesquisa bibliográfica, que constituiu a base teórica da dissertação. A componente metodológica foi sendo ajustada ao longo do tempo, visto que o projeto evoluiu rapidamente da simples adaptação de uma sala de laboratório para a criação de múltiplos painéis que garantissem maior mobilidade e versatilidade na utilização dos sistemas dentro e fora da sala laboratorial do ISEP. Paralelamente, procedi à pesquisa e análise de equipamentos disponíveis no mercado, sensibilizando vários fornecedores com os quais mantenho contacto profissional, com o objetivo de participarem ativamente no fornecimento de material e auxílio no desenvolvimento das soluções mais adequadas para a construção dos painéis.

Assumi também a responsabilidade pelo projeto, dimensionamento e construção dos painéis, abrangendo a aquisição de materiais (painéis de madeira e suportes de pavimento), a obtenção de ferramentas para a abertura de negativos e a eletrificação de quadros, equipamentos e luminárias, assegurando a exequibilidade e a conformidade técnica de todo o sistema. Este processo implicou múltiplas alterações ao longo da execução e exigiu trabalhos de desenho

técnico em *Autocad*, bem como esboços de protótipos que nunca chegaram a sair do papel, essenciais para a correta materialização das ideias e integração dos materiais e sistemas.

Adicionalmente, a formação que frequentei no âmbito do curso de integrador KNX permitiu identificar lacunas significativas em termos de recursos, ferramentas e objetos aplicados no processo de ensino-aprendizagem, lacunas essas que este trabalho procurou colmatar através da criação de soluções pedagógicas mais completas e eficazes.

Fui igualmente responsável pela programação dos sistemas KNX, de intrusão e de detecção de incêndio, atividade que desenvolvi em estreita colaboração com os fabricantes, assegurando a sua correta implementação e funcionamento. Assumi também a redação integral da dissertação, estruturando e articulando de forma coerente os resultados obtidos ao longo do processo. Durante todo o percurso, participei em inúmeras reuniões de trabalho, presenciais e via Teams, que contaram com a colaboração de alunos, ex-alunos, engenheiros de diferentes especialidades e diversos fornecedores — entre os quais se destacam a Nextlight, MGB, Cobelba, Siemens, TEV, Hager, ABB, Linergy e o Grupo Novolux — que contribuíram de forma ativa com soluções, discutindo alternativas e integrando diferentes perspectivas multidisciplinares.

No seu conjunto, estes contributos refletem o meu envolvimento integral na conceção, execução e consolidação do presente estudo, traduzindo o esforço global necessário para a sua concretização.

Referências

- [1] DESAFIOS DA EDUCAÇÃO. [S.l.], 3 fev. 2021. Disponível em: <https://desafiosdaeducacao.grupoa.com.br/laboratorios-virtuais-ensino-superior/>. Acesso em: 16 set. 2021.
- [2] ISEP APOSTA EM LABORATÓRIO REMOTO. [S.l.], 10 fev. 2021. Disponível em: <https://www.isep.ipp.pt/new/viewnew/6396>. Acesso em: 22 set. 2021.
- [3] SABESIM. [S.l.], 29 jan. 2018. Disponível em: <https://www.sabesim.com.br/plataforma-colaborativa/>. Acesso em: 23 set. 2021.
- [4] ENDESA. **Eficiência energética: Endesa Origem LED**. [S.l.], 11 dez. 2019. Disponível em: <https://www.endesa.pt/particulares/news-endesa/efici%C3%Aancia-energ%C3%A9tica/endesa-origem-led>. Acesso em: 28 set. 2021.
- [5] GOMES, António Augusto Araújo; RAMOS, Sérgio Filipe Carvalho. Segurança em Edifícios Habitacionais. Utilização de Sistemas Autónomos. **Neutro à Terra - Revista Técnico-científica**, [S.l.], n. 8, p. 31-35, dez. 2011. Acesso em: 4 jan. 2022.
- [6] GOMES, António Augusto Araújo. Fundamentos da deteção automática de incêndios em edifícios. Parte 2. **Neutro à Terra - Revista Técnico-científica**, [S.l.], n. 18, p. 46-50, dez. 2016. Acesso em: 4 jan. 2022.
- [7] GOMES, António Augusto Araújo. Regulamentos técnicos no âmbito das instalações elétricas. **Neutro à Terra - Revista Técnico-científica**, [S.l.], n. 23, p. 75-82, 1º semestre 2019. Acesso em: 4 jan. 2022.
- [8] PORTUGAL ENERGIA. [S.l.], [data não especificada]. Disponível em: <https://www.portugalenergia.pt/setor-energetico/>. Acesso em: 3 out. 2021.
- [9] OERN. [S.l.], [data não especificada]. Disponível em: <http://www.oern.pt/legislacao/43/seguranca-contra-incendios>. Acesso em: 7 out. 2021.
- [10] BRASIL. **Decreto-Lei nº 220/2008, de 12 de novembro de 2008**. Regime Jurídico de Segurança Contra Incêndios em Edifícios, [S. l.], 12 nov. 2008. Acesso em: 16 out. 2021.

- [11] REIS, Jorge. **Controlador de domótica de custo reduzido no Instituto de Sistemas e Robótica**. [S.l.]: Dissertação (Licenciatura em Engenharia Electrotécnica e de Computadores) - Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto. Acesso em: 24 Ago. 2023. KNX É AGORA STANDARD INTERNACIONAL: ISSO/IEC 14543-3. [S.l.]: konnex.org. Acesso em: 5 nov. 2021.
- [12] QUEIRÓS, Sérgio. Como abordar uma instalação de domótica KNX para uma moradia? **Schumal - Engenharia e serviços**, [S.l.], n. 10, 2012. Acesso em: 13 nov. 2021. EIBA HANDBOOK SERIES – VOLUME 1: PRIMER. [S.l.]: V1.1, 1999. Acesso em: 24 nov. 2021.
- [13] ABB. **EIB-ABB**. [S.l.], 2001. Acesso em: 29 nov. 2021.
- [14] INTERWORKING. [S.l.]: KNX Association, [data não especificada]. Acesso em: 5 dez. 2021.
- [15] FERREIRA, Adriano. **Desenvolvimento de Infra-Estrutura de Comando Multifunções EIB-KNX Para Smartphone**. [S.l.]: Dissertação (Mestrado em Engenharia Industrial) - Escola Superior de Tecnologia e Gestão do Instituto Politécnico de Bragança, [Acesso em 5 Abr de 2023].
- [16] BOVET, Gerome; HENNEBERT, Jean. A Web-of-Things Gateway for KNX Networks. **Smart Objects, Systems and Technologies (SmartSysTech)**, [S.l.], p. 1-8, 2013.
- [17] WIMMER, Thomas. ETS4 XML to Calimero 2 XML. [S.l.]: Vienna University of Technology, [Acesso em 16 Dez de 2022].
- [18] MONTEIRO, P. J. S. **Aplicação Android para sistema de Domótica**. [S.l.], p. 117, 2015.
- [19] HISTORIA LÂMPADA DE LED. [S.l.], 31 maio 2016. Disponível em: <http://www.g20brasil.com.br/a-historia-e-as-vantagens-da-lampada-led>. Acesso em: 31 dez. 2021
- [20] DICAS LED. [Título do artigo não especificado]. [S.l.], 30 ago. 2019. Disponível em: <https://www.dicasled.pt/regulacao-dali>. Acesso em: 7 jan. 2022.
- [21] DOMÓTICA PARA TODOS. [Título do artigo não especificado]. [S.l.], 5 dez. 2016. Disponível em: <https://domoticaparatodos.com/2016/12/introduccion-a-dali-protocolo-de-control-de-iluminacion>. Acesso em: 10 jan. 2022.

- [22] FERREIRA, Adriano. **Desenvolvimento de Infra-Estrutura de Comando Multifunções EIB-KNX Para Smartphone**. [S.l.]: Dissertação (Mestrado em Engenharia Industrial) - Escola Superior de Tecnologia e Gestão do Instituto Politécnico de Bragança, [Acesso em: 30 Mai 2022].
- [23] BOVET, Gerome; HENNEBERT, Jean. A Web-of-Things Gateway for KNX Networks. **Smart Objects, Systems and Technologies (SmartSysTech)**, [S.l.], p. 1-8, 2013. [Acesso em: 21 Jan 2021].
- [24] WIMMER, Thomas. ETS4 XML to Calimero 2 XML. [S.l.]: Vienna University of Technology, [Acesso em: 12 Out 2021].

DECLARAÇÃO DE INTEGRIDADE

DECLARAÇÃO DE INTEGRIDADE

Declaro ter conduzido este trabalho académico com integridade. Não plagiei ou apliquei qualquer forma de uso indevido de informações ou falsificação de resultados ao longo do processo que levou à sua elaboração.

Declaro que o trabalho apresentado neste documento é original e de minha autoria, não tendo sido utilizado anteriormente para nenhum outro fim.

Declaro ainda que tenho pleno conhecimento do Código de Conduta Ética do P.PORTO.

ISEP, Porto, 21 de outubro de 2025