



# Desenvolvimento de Ofertas Agregadoras em Componentes Eléctricos: Uma Abordagem para Instalações Eléctricas Residenciais

**HENRIQUE DE MATOS SERENO**

julho de 2025

# **Desenvolvimento de Ofertas Agregadoras em Componentes Elétricos: Uma Abordagem para Instalações Elétricas Residenciais**

**Henrique de Matos Sereno**

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

**Orientador: Prof.<sup>a</sup> Teresa Nogueira**

**Júri:**

Presidente:

Fernando Maurício Teixeira de Sousa Dias, Professor Adjunto, ISEP

Vogais:

Teresa Alexandra Ferreira Mourão Pinto Nogueira, Professor Adjunto, ISEP

Nuno Filipe da Fonseca Bastos Gomes, Professor Adjunto, ISEP



# Dedicatória

Dedico este trabalho a toda a minha família, especialmente aos meus pais, e a todos os meus amigos pelo apoio contínuo e por toda a inspiração que me motivou imenso durante estes anos todos.



# Resumo

Este trabalho propõe o desenvolvimento de soluções elétricas integradas para habitações residenciais, agrupadas em pacotes técnicos standardizados por tipologia (T1, T2, T3) e por escalão orçamental (Económico, Value for Money, High-End). Estes pacotes incluem, de forma estruturada todos os elementos essenciais de uma instalação elétrica completa: tubagem, cablagem, quadros elétricos, aparelhagem, iluminação e armários de telecomunicação. Também incluem elementos não essenciais, mas também importantes como domótica (automação *IoT*) e toda a infraestrutura para postos de carregamento VE. O objetivo é facilitar a decisão do cliente e aumentar a produtividade do instalador, ao reduzir o tempo de orçamentação e garantir coerência técnica. O trabalho inclui também uma análise do mercado, apresentando algumas marcas líderes no setor da domótica, a forma como promovem a sustentabilidade, bem como os desafios, oportunidades e estratégias de competitividade no setor. Para apoiar o estudo, foi desenvolvida uma aplicação interativa em *Python*, com uma interface gráfica que orienta o utilizador para a escolha do pacote mais adequado. Esta ferramenta incorpora várias ferramentas de forma a proporcionar uma experiência de utilizador mais personalizável e intuitiva. Assim, o presente documento detalha o desenvolvimento dos pacotes, as análises técnico-económicas associadas, a estrutura e a evolução do código da aplicação e as estratégias de aplicação comercial.

**Palavras-chave:** Instalações elétricas residenciais, soluções agregadoras, eficiência energética, domótica, *python*.



# Abstract

This work proposes the development of integrated electrical solutions for residential housing, grouped into standardised technical packages by type (T1, T2, T3) and budget bracket (Economy, Value for Money, High-End). These packages include, in a structured way, all the essential elements of a complete electrical installation: pipework, cabling, switchboards, switchgear, lighting and telecoms cabinets. They also include non-essential but important elements such as home automation (IoT automation) and the entire infrastructure for EV charging stations. The aim is to make the customer's decision easier and to increase the installer's productivity by reducing quotation time and ensuring technical consistency. The work also includes an analysis of the market, presenting some leading brands in the home automation sector, how they promote sustainability, as well as the challenges, opportunities, and strategies for competitiveness in the sector. To support the work made, an interactive application was developed in Python, with a graphical interface that guides the user towards choosing the most suitable package. This tool incorporates various tools to provide a more customisable and intuitive user experience. This document therefore details the development of the packages, the associated technical and economic analyses, the structure and evolution of the application code and the commercial application strategies.

**Keywords:** Residential electrical installations, aggregating solutions, energy efficiency, home automation, python.



# Índice

<b>1</b>	<b>Introdução .....</b>	<b>1</b>
1.1	Enquadramento.....	1
1.2	Objetivos do trabalho .....	2
1.3	Organização do Documento.....	3
1.4	Apresentação da empresa responsável.....	4
<b>2</b>	<b>Soluções Técnicas e Comerciais para Instalações Elétricas Residenciais .....</b>	<b>5</b>
2.1	Tecnologias para Infraestruturas Elétricas Residenciais .....	5
2.1.1	Conceitos e classificações.....	5
2.1.1.1	Quadro Elétrico.....	6
2.1.1.2	Telecomunicações e domótica .....	9
2.1.2	Soluções agregadoras de componentes elétricos .....	9
2.1.3	Domótica para perfis de clientes .....	11
2.1.3.1	Legrand .....	11
2.1.3.2	Schneider .....	13
2.1.3.3	JUNG .....	15
2.1.4	Soluções sustentáveis.....	17
2.2	Mercado Residencial de Soluções Agregadoras.....	19
2.2.1	Normas e Regulamentações do setor .....	19
2.2.1.1	RTIEBT.....	20
2.2.1.2	ITED.....	20
2.2.1.3	Normas internacionais.....	21
2.2.2	Principais Marcas e Fornecedores.....	21
2.2.3	Modelos de Negócio Inovadores: Subscrições e Serviços de Manutenção.....	22
2.2.4	Fundamentação Técnica e Comparativa das Escolhas de Marca .....	23
2.2.4.1	Marcas com forte presença interna .....	24
2.2.4.2	Marcas externas com forte implantação no setor .....	25
<b>3</b>	<b>Desenvolvimento das Soluções de Componentes .....</b>	<b>27</b>

3.1	Primeira Versão .....	29
3.2	Versão Final dos Pacotes .....	33
3.2.1	Detalhe dos pacotes por níveis de oferta .....	36
3.2.1.1	Pacote Económico.....	36
3.2.1.2	Pacote Value for Money .....	38
3.2.1.3	Pacote High-End.....	39
<b>4</b>	<b>Análise Técnica dos Quadros Elétricos Residenciais .....</b>	<b>43</b>
4.1	Quadros Elétricos Dedicados ao Carregamento de VE .....	50
4.1.1	Requisitos Técnicos e Normativos .....	50
4.1.2	Configuração do QE para Carregamento VE .....	50
<b>5</b>	<b>Análise Económica e Estratégia Comercial .....</b>	<b>55</b>
5.1	Análise Detalhada de Custos Diretos .....	55
5.2	Avaliação Funcional por Gama .....	59
5.3	Margens Comerciais e Estratégia de Venda.....	61
<b>6</b>	<b>Desenvolvimento Assistente Digital .....</b>	<b>67</b>
6.1	Visão Geral do Código Desenvolvido.....	68
6.1.1	Estrutura Modular da Aplicação .....	68
6.1.2	Biblioteca e Recursos Utilizados .....	69
6.1.3	Lógica de Navegação e Fluxo da Aplicação .....	69
6.1.3.1	Estrutura Geral do Fluxo Interativo .....	71
6.1.3.2	Comportamentos Inteligentes.....	76
6.1.4	Possíveis Funcionalidades por Implementar .....	77
6.1.5	Integração do Código com os Pacotes Desenvolvidos .....	77
6.2	Evolução das Versões e Funcionalidades Adicionadas.....	77
<b>7</b>	<b>Conclusões .....</b>	<b>81</b>
7.1	Síntese das Tendências e Perspetivas para o Mercado.....	81
7.2	Pacotes Desenvolvidos.....	81
7.3	Desenvolvimento da Aplicação .....	82
7.4	Perspetivas Futuras .....	83

<b>Bibliografia .....</b>	<b>85</b>
---------------------------	-----------



# Lista de Figuras

Figura 1 - Exemplo de quadros elétricos com porta transparente e de metal branca da <i>Legrand</i> [6] .....	7
Figura 2 - Exemplo de um disjuntor unipolar da <i>Hager</i> [10].....	8
Figura 3 - <i>Starter Pack</i> da <i>Legrand</i> através da gama <i>Valena Life</i> [6] .....	13
Figura 4 - Representação gráfica das várias vertentes da <i>Wiser</i> [18] .....	15
Figura 5 - Seleção de marcas inicial .....	32
Figura 6 - Seleção de marcas final.....	35
Figura 7 - Seleção de marcas final (continuação).....	35
Figura 8 – Disjuntor termomagnético 10A.....	36
Figura 9 - Quadro elétrico 36md .....	36
Figura 10 - Plafon LED Redondo.....	38
Figura 11 - Termostato <i>JUNG</i> .....	40
Figura 12 - Exemplo esquema quadro habitação T2.....	48
Figura 13 - Protótipo do catálogo Eco.....	63
Figura 14 - Exemplo de página do catálogo Eco (protótipo).....	64
Figura 15 - Páginas 2, 3 e 4 do <i>flyer</i> publicitário (protótipo) .....	65
Figura 16 - Páginas 1, 5 e 6 do <i>flyer</i> publicitário (protótipo) .....	65
Figura 17 - Ecrã principal da aplicação.....	70
Figura 18 - Ecrã principal da aplicação (tema escuro) .....	71
Figura 19 – Ecrã Objetivo .....	72
Figura 20 – Ecrã Objetivo (com ajuda) .....	72
Figura 21 – Ecrã Orçamento.....	73
Figura 22 – Ecrã Seleção Categorias.....	74
Figura 23 – Ecrã Final Remodelação .....	75
Figura 24 – Caixa Gravação .....	76



# Lista de Tabelas

Tabela 1 - Custos dos pacotes (Domótica + Aparelhagem + Iluminação) .....	56
Tabela 2 - Custos dos pacotes (Telecomunicações + Quadro Elétrico) .....	57
Tabela 3 - Custos dos pacotes (Total) .....	58
Tabela 4 - Custos dos pacotes (Total com VE) .....	59



# Acrónimos e Siglas

## Lista de acrónimos

<b>ITED</b>	Infraestruturas de Telecomunicações em Edifícios
<b>LED</b>	<i>Light-emitting diode</i>

## Lista de siglas

<b>ATI</b>	Armário de Telecomunicações Individual
<b>GUI</b>	<i>Graphical User Interface</i>
<b>IA</b>	Inteligência Artificial
<b>IoT</b>	<i>Internet of Things</i>
<b>PTEDE</b>	Preparação para Dissertação/Estágio
<b>QoL</b>	<i>Quality of Life</i>
<b>RTIEBT</b>	Regras Técnicas das Instalações Elétricas de Baixa Tensão
<b>UE</b>	União Europeia
<b>VCI</b>	Veículos de Combustão Interna
<b>VE</b>	Veículos Elétricos
<b>WLAN</b>	<i>Wireless Local Area Network</i>



# 1 Introdução

## 1.1 Enquadramento

O presente relatório enquadra-se no contexto da unidade curricular de Dissertação/Estágio (TEDSEE), do 2º semestre, do 2º ano do Mestrado em Engenharia Eletrotécnica – Sistemas Elétricos de Energia do Instituto Superior de Engenharia do Porto. Nesta unidade curricular, o estudante deve dar continuidade ao trabalho realizado durante a UC de PTEDE. Assim, deste modo, deve desenvolver competências de criatividade, dedicação e a capacidade de trabalhar de forma autónoma, dotando o estudante das competências profissionais e pessoais necessárias para uma carreira profissional.

O estágio foi realizado em regime presencial, por escolha do aluno e dos responsáveis pela Nortécnica, a empresa/entidade responsável pela elaboração do tema do trabalho presente, e veio de encontro aos objetivos da referida unidade curricular. Foi proporcionado um acompanhamento constante nas tarefas desenvolvidas por parte do orientador e, especialmente, pelo supervisor na Nortécnica, com o objetivo de guiar e validar o trabalho, bem como esclarecendo quaisquer dúvidas que, entretanto, surgem.

O presente documento serve de suporte a todos trabalhos desenvolvidos nesse contexto, nomeadamente no que diz respeito ao enquadramento da temática em estudo, ao desenvolvimento do estado da arte e ao desenvolvimento do próprio tema em questão.

O setor da construção civil enfrenta atualmente uma forte pressão para reduzir prazos, aumentar a produtividade e melhorar a qualidade dos serviços prestados, incluindo o segmento das instalações elétricos, sendo uma vertente crucial neste setor. Em paralelo, observa-se uma

crescente tendência de soluções-padrão e da digitalização dos processos construtivos. No domínio residencial, as instalações elétricas continuam a ser fortemente influenciadas por práticas artesanais e decisões tomadas caso a caso, dificultando bastante a consistência técnica, aumentando o risco de incompatibilidades e atrasando o planeamento global da obra.

Neste contexto, surge a necessidade de criar soluções agregadoras – pacotes estandardizados que contemplam todos os componentes essenciais à instalação elétrica de uma habitação, definidos por tipologia e orçamento, ambos critérios fundamentais neste contexto. Esta abordagem, já explorada noutros setores industriais, tem um forte potencial de aplicação no domínio eletrotécnico residencial, não só permitindo ganhos de produtividade, como também o facto de oferecer mais clareza e previsibilidade ao cliente final.

## **1.2 Objetivos do trabalho**

O trabalho desenvolvido teve por finalidade aumentar a produtividade do projetista, facilitar o processo de decisão do cliente final e melhorar os tempos de construção ao desenvolver soluções *standard* para aplicações específicas, nomeadamente apartamentos T1, T2 ou T3. Para tal, foi desenvolvido o estado da arte que permitiu ter um contacto mais direto com as funções desempenhadas por um projetista e vendedor, principalmente em relação à escolha de componentes e posterior validação da solução final.

Para tal, as soluções desenvolvidas deverão incluir todos os componentes habitualmente necessários numa instalação elétrica tais como, mas não exclusivamente: tubos, cabos, quadros elétricos e armários de telecomunicações, tomadas de energia e de telecomunicações, comando de controlo, iluminação, videoporteiro e, por fim, soluções de comunicação *IoT*. Em adição, as soluções são divididas em três níveis de oferta – *Eco*, *Value for Money* e *High-end* – em função da qualidade e custo global dos materiais, permitindo uma abordagem modular e escalável adaptada a diferentes contextos de projeto.

O contributo técnico principal do trabalho que irá ser apresentado com mais detalhe reside na proposta de uma estrutura de pacotes elétricos validada tecnicamente, suportada por documentação técnica clara e por uma aplicação digital interativa que operacionaliza o processo de seleção e prescrição.

## 1.3 Organização do Documento

Este relatório possui uma estrutura que se conforme com os parâmetros adequados à execução de um trabalho de dissertação/estágio. O mesmo se encontra dividido em sete capítulos:

- **Capítulo 1 – Introdução:** São apresentados os responsáveis pelo documento, as suas motivações para tal realização, os seus objetivos pessoais para o trabalho e estágio e uma breve apresentação do documento;
- **Capítulo 2 – Estado da Arte:** Apresenta uma análise aprofundada das tendências atuais nas instalações elétricas residenciais, com foco em soluções comerciais existentes, digitalização, domótica e integração com carregamento de veículos elétricos, bem como o enquadramento normativo aplicável;
- **Capítulo 3 – Desenvolvimento dos Pacotes:** Descreve em detalhe a evolução das soluções propostas, desde os primeiros protótipos até à versão final dos pacotes elétricos agregadores, incluindo critérios de seleção de componentes, segmentação por tipologia e alterações baseadas em feedback técnico;
- **Capítulo 4 – Quadros Elétricos:** Aborda a análise técnica detalhada dos quadros principais e dos quadros dedicados ao carregamento de veículos elétricos, incluindo dimensionamento, proteções, normas aplicáveis e considerações sobre seletividade e possíveis *upgrades*;
- **Capítulo 5 – Análise Económica e Estratégia Comercial:** Apresenta os custos dos pacotes por tipologia e nível de oferta, incluindo um estudo comparativo e propostas de otimização, bem com a criação de catálogos técnicos e material publicitário para apoio à divulgação;
- **Capítulo 6 – Desenvolvimento da Aplicação:** Descreve a aplicação desenvolvida em Python de forma extensiva, incluindo a sua arquitetura funcional, como se integra com os pacotes, a sua evolução ao longo do processo de desenvolvimento e as principais funcionalidades técnicas;

- **Capítulo 7 – Conclusões:** Resume os resultados obtidos, apresenta uma análise crítica da solução desenvolvida e propõe direções futuras para expansão e escalabilidade do sistema, incluindo a integração em plataformas digitais ou soluções *web-based*.

## **1.4 Apresentação da empresa responsável**

O estágio curricular e a aplicação prática deste trabalho foram realizados na empresa **Nortécnica - Soluções de Engenharia**, sediada no norte de Portugal, no Porto. A Nortécnica atua nas áreas de engenharia eletrotécnica, automação, climatização e energia, com forte presença no mercado residencial e empresarial. Ainda, é altamente especializada no setor da cablagem e tubagem, sendo bastante conhecida neste segmento pela elevada qualidade e eficácia. A empresa está presente em diversos projetos, integrando soluções inovadoras, tecnologia de ponta e conhecimentos especializados para concretizar ideias ambiciosas. Ainda, presta apoio a instaladores e comercializa soluções integradas de engenharia, com foco na qualidade, inovação, eficiência e proximidade com o cliente. A participação ativa da empresa permitiu alinhar o desenvolvimento dos pacotes com as necessidades reais do mercado, fornecendo dados técnicos, feedback contínuo por parte dos engenheiros e funcionários da Nortécnica e validação das soluções apresentadas.

## **2 Soluções Técnicas e Comerciais para Instalações Elétricas Residenciais**

### **2.1 Tecnologias para Infraestruturas Elétricas Residenciais**

Com a constante evolução dos vários componentes constituintes de infraestruturas elétricas, é necessário fazer uma leve revisão sobre os seus conceitos fundamentais, referente mais concretamente em instalações residenciais, incluindo normas e regulamentação necessária. Ainda, neste capítulo, serão introduzidas algumas marcas que desempenham um papel preponderante no mercado de soluções agregadoras.

#### **2.1.1 *Conceitos e classificações***

Uma instalação elétrica é a estrutura física responsável por permitir que o sistema elétrico funcione numa edificação. Isto compreende todos os componentes das ligações elétricas e a conexão entre a fonte geradora de energia e as cargas elétricas. Esta etapa é imperativa para uma boa construção, permitindo o bom funcionamento de um sistema elétrico e evitando curto-circuitos, choques, incêndios, entre outros acidentes [1].

No entanto para definir a regulamentação a ter em conta durante a elaboração dos projetos, bem como na execução dos mesmos, é necessário agrupar as diversas instalações em função das suas características (Decreto-Lei nº26 852, 30 de julho [2]), dos tipos de tensão ou se

possuem produção própria (Decreto-Lei nº96/2017<sup>1</sup>, 10 de agosto [3]), do caráter temporário ou permanente e com base nas suas utilizações finais ou local [4]. Este trabalho incide sobre as instalações elétricas de serviço particular, do tipo C, de caráter permanente, destinados à habitação particular. É de notar que só os engenheiros da especialidade de engenharia eletrotécnica, bem como engenheiros técnicos da especialidade podem elaborar projetos de instalação elétrica. Estas terão de incluir todos os pormenores necessários para o bom funcionamento da instalação tais como pontos luminotécnicos, quadros de distribuição de energia com todos os dispositivos de proteção necessários, entre outros.

#### **2.1.1.1 Quadro Elétrico**

Um dos elementos principais de uma instalação elétrica residencial é, sem dúvida, o(s) quadro(s) elétricos de distribuição, um conjunto de equipamentos, convenientemente agrupados, incluindo as suas ligações, estruturas de suporte e invólucro, destinado a proteger, comandar ou controlar as instalações elétricas [4].

Qualquer quadro deve possuir obrigatoriamente, e não exclusivamente, os seguintes componentes:

##### **Invólucro<sup>2</sup>**

Estrutura que protege os componentes internos contra agentes externos, tais como humidade, poeiras ou impactos mecânicos. O invólucro e, por sua vez, o quadro elétrico como um todo, pode ser: saliente, ou seja, fixado à superfície da parede, o que poderá facilitar o acesso e a manutenção dos dispositivos internos; de encastrar no interior da parede, com a face frontal alinhada com a superfície da parede, sendo uma solução mais discreta e esteticamente agradável. É possível visualizar dois exemplos de quadros elétricos de encastrar na Figura 1. Este componente geralmente é fabricado em aço ou plástico reforçado, devendo cumprir com todos os requisitos de resistência mecânica e proteção contra a corrosão, conforme a norma IEC 61439 [5], bem como as normas NP EN 60529 [4] e EN 50102 [4] para o código IP e IK respetivamente.

---

<sup>1</sup> Este decreto-lei foi alterado posteriormente pela Lei nº61/2018, de 21 de agosto.

<sup>2</sup> Algumas normas poderão usar o termo “quadro” para designar o invólucro; no entanto neste documento, o termo “quadro” inclui todos os equipamentos necessários para o bom funcionamento da instalação.



Figura 1 - Exemplo de quadros elétricos com porta transparente e de metal branca da *Legrand* [6]

### **Barramento e pentes**

Estes desempenham papéis cruciais na distribuição de energia elétrica de forma eficiente e segura. Os barramentos são barras metálicas, geralmente constituídas de cobre ou alumínio, servem para distribuir a energia elétrica entre os diferentes circuitos do quadro elétrico [4]. Normalmente, são projetadas para suportar correntes elevadas e minimizar possíveis perdas de energia, provenientes de aquecimento excessivo ou de quedas de tensão. A secção deste elemento é dimensionada de acordo com a corrente nominal que deve suportar para garantir uma instalação elétrica segura e eficaz.

Os pentes, também conhecidos como pentes de ligação, facilitam a ligação entre os diferentes módulos do quadro, como por exemplo disjuntores ou outro tipo de dispositivo de proteção. São compostos por uma barra condutora com dentes ou terminais que se encaixam nos bornes dos dispositivos já colocados no quadro. Estes componentes melhoram a organização do quadro, facilitando a manutenção do mesmo.

### **Aparelhos de corte, comando e proteção**

Estes aparelhos têm como função proteger todos os elementos constituintes de um circuito ou instalação elétrica contra diversos tipos de defeitos, avarias ou anomalias que poderão ocorrer, tais como sobrecargas, curto-circuitos, correntes de fuga, sobretensões, faltas de tensão ou subtensões [7].

No que toca à aparelhagem de corte, estes incluem seccionadores e interruptores manuais que permitem a interrupção rápida do fluxo de corrente elétrica em situações normais ou de emergência, fundamental também em situações onde é necessário realizar trabalhos de

manutenção num dado circuito ou quadro. Os dispositivos de comando permitem a seleção, interligação e supervisão dos circuitos, integrando relés e contactores, que automatizam certas funções da instalação elétrica.

Os aparelhos dedicados à proteção, como os disjuntores (como apresentado na Figura 2) ou dispositivos de proteção diferencial, interrompem o circuito em caso de sobrecarga ou curto-circuito, atuando de forma automática e rápida. Estes devem ser selecionados conforme as características do circuito ou instalação, nomeadamente consoante a corrente nominal, curva de disparo e seletividade, juntamente com o RTIEBT e as normas abrangentes [8] [9].



Figura 2 - Exemplo de um disjuntor unipolar da *Hager* [10]

### **Equipamentos de medição e análise**

A integração de instrumentos de medição permitem monitorizar, avaliar e otimizar o desempenho elétrico e energético de uma dada instalação ou circuito e podem ser classificados de acordo com as grandezas elétricas que monitorizam como por exemplo os amperímetros, voltímetros ou medidores de energia, sendo este último especialmente útil para comercializadores de energia elétrica [11]. Dentro desta categoria, também se podem incluir dispositivos inteligentes ligados à domótica que registam dados de consumo mais específicos, bem com as suas condições operacionais.

### **Canalização elétrica**

A partir e até ao quadro elétrico, a canalização elétrica é outro elemento crucial para o funcionamento de uma instalação elétrica. Esta pode ser definida como um conjunto de um ou mais condutores elétricos e pelos elementos que asseguram o seu isolamento elétrico, as suas proteções mecânicas, químicas e elétricas bem como a sua fixação, devidamente agrupados e com aparelhos de ligação comum.

### **2.1.1.2 Telecomunicações e domótica**

Para o correto planeamento, instalação e certificação das infraestruturas de telecomunicações em edifícios, é necessária uma regulamentação que define todo este processo. Assim foi criado o manual ITED, sendo que a versão mais atualizada durante a criação deste documento o ITED4. Este manual garante que cada edificação tem de dispor uma rede de telecomunicações funcional e pronta para se ligar os serviços públicos de *internet*, televisão e telefone. De acordo com o ITED4, todos os fogos residenciais terão de conter um armário de telecomunicações individual (ATI), elemento de centralização e flexibilidade de toda a instrutura de telecomunicações, que deve estar preparado para receber os serviços de comunicação eletrónicas suportados nas redes de pares de cobre, cabo coaxial e fibra ótica [12]. Todas as regulamentações sobre a instalação e componentes do ATI estão definidos no manual ITED4 [12].

Outros componentes essenciais das instalações elétricas são as tomadas e a iluminação, que garantem o fornecimento de energia a equipamentos e dispositivos do ambiente doméstico bem como o conforto visual [4]. Assim, a instalação e distribuição destes elementos devem seguir a regulamentação descrita nas RTIEBT.

Por fim, com a crescente procura e evolução tecnológica da automação moderna, é necessário um sistema central que permite controlar e monitorizar totalmente os equipamentos elétricos. Paralelamente, as tecnologias de comunicação rápidas e fiáveis, como o 5G, aumentaram exponencialmente as funcionalidades das soluções de *Internet of Things (IoT)*. Para estabelecer uma comunicação entre um certo sistema central de domótica e os equipamentos a serem controlados, são utilizadas tecnologias wireless como o *WiFi* e o *Zigbee*, que especializam em redes locais sem fios (*WLAN*) ou com maior foco em soluções com um custo baixo associado bem como um baixo consumo de energia [13].

No subcapítulo seguinte, irá ser abordado como estes principais componentes elétricos serão integrados numa única solução para uma possível instalação elétrica.

### **2.1.2 Soluções agregadoras de componentes elétricos**

Possivelmente, as soluções agregadores oferecem várias vantagens tais como maior eficiência energética, reduzindo a fatura energética e promovendo a sustentabilidade, uma experiência

personalizável e modular, criando assim uma solução duradoura que poderá evoluir ao longo da vida útil da habitação. Paralelamente, ao aplicar domótica através de tecnologias *IoT*, é possível monitorizar e controlar o consumo energético, ao escolher automaticamente as melhores tarifas e evitar exceder os limites impostos de consumo de energia, ajustar a climatização de cada divisão individualmente, presencialmente ou remotamente, bem como automatizar certos aspetos da instalação.

Como já foi mencionado anteriormente, estas soluções agregadoras são modulares, sendo possível focar mais em certos aspetos, como a gestão energética, instalando tomadas inteligentes que monitorizam o consumo individual; a climatização, através de termostatos embutidos ou diretamente no radiador; controlo de iluminação automática, ajustando a iluminação automaticamente dependendo do ambiente na divisão ou do modo personalizado pelo utilizador, através de interruptores e módulos inteligentes para estores e iluminação; e por fim, soluções focadas em sistemas de anti-intrusão e segurança. Todas estas soluções de domótica podem ser instaladas separadamente e, mesmo entre cada um, podem ser expandidos após a instalação inicial. Os pacotes referenciados irão ser exemplificados e ilustrados no subcapítulo 2.1.3, juntamente com as marcas associadas.

Em contraste com as soluções de domótica, que disponibilizam diversas opções ajustáveis às preferências e necessidades do utilizador, a escolha de quadros elétricos para instalações habitacionais é significativamente mais restrita, devido ao carácter padronizado e regulamentado dessas soluções. Assim, todas as opções devem obrigatoriamente cumprir com os requisitos mínimos de proteção e segurança estabelecidos pelas normas vigentes. Mais especificamente, dentro das normas mencionadas, os quadros elétricos para uso residencial são projetados com variações específicas, como dimensões, número de módulos disponíveis e opções de montagem (encastrada ou de superfície), entre outros acessórios. Contudo, para tipologias habitacionais T1, T2 e T3, as alternativas disponíveis no mercado apresentam-se ainda mais limitadas. Embora várias marcas ofereçam modelos distintos de quadros de distribuição para uso residencial, não se incluem em pacotes agregadores que integrem, de forma otimizada, componentes de domótica, telecomunicações e demais dispositivos de uma instalação elétrica. Esta limitação é ainda mais evidente nos armários de telecomunicações, cuja variedade é restrita essencialmente à capacidade, refletida pelo número de caixas que comportam dentro de um mesmo armário [14].

Finalmente, no mesmo sentido dos componentes anteriores, o leque de escolha para cablagem elétrica depende apenas da secção do fio condutor (1.5, 2.5, 4 ou 6 mm<sup>2</sup>) que por sua vez depende da sua finalidade [4]. Ainda, entre múltiplas marcas, a diferença entre condutores com a mesma secção, para além dos acabamentos, é desprezável. Ao contrários dos quadros elétricos e armários, as soluções de cablagem no mercado são mais comuns, mas normalmente não incluem outros componentes elétricos, para além dos quadros elétricos.

### **2.1.3 Domótica para perfis de clientes**

Complementando o subcapítulo anterior, a domótica, ou também conhecida como automação residencial, tem se tornado uma componente fundamental nas instalações elétricas modernas, cujas soluções aumentam o conforto, segurança e até a eficiência energética das habitações. Estas tecnologias são cada vez mais acessíveis devido ao aumento de níveis de oferta a diferentes perfis de cliente, desde aqueles que procuram por soluções mais económicas e básicas até aos que preferem uma completa integração e automação da edificação residencial. Neste subcapítulo, irão ser apresentadas algumas marcas atuais que oferecem várias categorias de domótica, através de múltiplos níveis de oferta, diferenciados pelo preço total, qualidade e sofisticação. Estas soluções são adaptadas às necessidades e expectativas de cada perfil de cliente, garantindo um equilíbrio entre preço e funcionalidade e um nível mínimo obrigatório de segurança e estabilidade.

#### **2.1.3.1 Legrand**

Implementada em mais de 90 países, mais de 36000 colaboradores, comercializa produtos e soluções em mais de 180 países, a *Legrand* é o especialista mundial em infraestruturas elétricas e tecnologias de informação para edifícios residenciais, terciários e industriais [15]. A sua presença em Portugal, desde 1991, tem vindo a desenvolver a sua liderança tecnológica através do valor da sua ampla oferta de gamas de produtos, ancorada nas suas marcas de referência, tais como a própria *Legrand*, *Bticino* e *Netatmo*.

No que toca a domótica e tecnologias de automação residencial, a *Legrand* apresenta várias gamas de produtos para diferentes categorias. Começando pelas gamas mais *premium*, a própria gama *Netatmo* divide-se em três pilares [16], que podem funcionar independente ou integrados entre si:

- **Segurança** – Com produtos como câmaras interiores ou exteriores inteligentes, que pode enviar alertas em tempo real e com alarme integrado, que funcionam paralelamente aos sensores de abertura inteligentes para portas e janelas, que detetam movimentos e vibrações quando alguém tenta forçar a sua abertura. Outros acessórios adicionais incluem fechaduras e chaves conectadas e campainhas inteligentes com vídeo. Para além destes sistemas de intrusão, incluem outros dispositivos como sensores de fumo e de monóxido de carbono;
- **Conforto** – Este pilar foca-se mais no conforto dentro da habitação, como termóstatos inteligentes que funcionam juntamente com válvulas termostáticas, que permite regular independentemente a temperatura em cada divisão de forma remota, radiadores elétricos inteligentes para uma maior integração ao sistema *Netatmo*, controladores inteligentes de ar condicionado e outros dispositivos que melhoram a qualidade do ar interior;
- **Weather** – A divisão mais restrita foca-se no controlo meteorológico exterior, com dispositivos como uma estação meteorológica, pluviómetro e anemómetro <sup>3</sup> inteligente.

Para além destas gamas, a *Netatmo* também oferece várias linhas de produtos, que diferem mais concretamente no seu design e acabamentos, tendo mínimas diferenças tanto na finalidade como no custo final. Estas linhas, em colaboração com a *Netatmo* são as seguintes: *Valena Life*, *Mosaic*, *Living Light*, *Living Now*, *Niloé Step* e *Suno* [6], sendo que todas estas gamas oferecem uma ampla oferta de dispositivos para conectar a habitação a um único sistema. Assim, irão ser exemplificados alguns dos produtos essenciais para uma casa conectada através de dispositivos *Legrand Netatmo*:

- *Starter pack* conectado – Pacote inicial essencial para controlar a casa remotamente (iluminação, estores e aparelhos elétricos). Na Figura 3, é possível visualizar o pacote inicial obrigatório equipado com uma *gateway*<sup>4</sup>, tomada de energia conectada e aparelhagem inteligente;
- Produtos essenciais para iluminação – Isto inclui interruptores de iluminação com ou sem neutro, conectados ou sem fios e qualquer módulo de iluminação necessário;

---

<sup>3</sup> Instrumento para medir a velocidade do vento ou de outros fluídos em movimento [57].

<sup>4</sup> Dispositivo de rede que atua como uma “porta” entre duas redes diferentes, permitindo a comunicação entre elas [58].

- Tomadas de energia conectadas – Utilizadas para controlar remotamente aparelhos elétricos, medindo a energia consumida em tempo real e monitoriza o consumo diário e mensal;
- Produtos conectados para estores – Para controlo local ou remoto de estores, com ou sem fios;
- Comandos de cenários sem fios – Utilizados para ligar certos cenários personalizáveis que controlam a iluminação, climatização e outros sistemas na habitação.



Figura 3 - Starter Pack da Legrand através da gama Valena Life [6]

Acrescentando aos sistemas já apresentados, a *Bticino* também apresenta vários produtos na vertente da domótica na gama de produtos *MyHome* como *gateways*, ecrãs tátil para controlar o sistema inteiro num único local, comandos de voz e digitais e, especialmente, kits videoporteiro com áudio e vídeo, com integração completa com o ecossistema da *Netatmo* e *Legrand*, juntamente com todos os acessórios complementares necessários. É de notar que os produtos referidos anteriormente da gama principal da *Netatmo* integram-se com os produtos das restantes gamas.

### 2.1.3.2 Schneider

A *Schneider* tem um ecossistema de 150000 colaboradores e mais de um milhão de parceiros a operar em 100 países, oferecendo soluções integradas de *IoT* industrial ativadas por IA, com produtos, automação, *software* e serviços conectados. Ainda são líderes em eletrificação, automação e digitalização para indústrias inteligentes, infraestruturas resilientes, *data centres* preparados para o futuro, edifícios inteligentes e casas intuitivas [17].

No campo da domótica, a *Schneider* oferece uma linha de produtos especializada em controlar os consumos de eletricidade e otimizar as necessidades energéticas da habitação. Na mesma vertente que a *Legrand*, a *Wiser* apresenta quatro kits diferentes, sendo estes possíveis de

visualizar de forma gráfica na Figura 4, cada um focando em certos aspetos controláveis de uma edificação residencial, conectadas por um único sistema, a *Wiser Home* [18]:

- Segurança e proteção – Este pacote inclui vários produtos relacionados á proteção contra intrusão e segurança dentro da habitação, tais como sensores de abertura de portas ou janelas, sensores de temperatura e humidade, sensores de movimento e alarmes técnicos como sensores de inundação e alarme de fumos. No caso dos sensores de abertura, é possível este desligar o aquecimento se uma janela estiver aberta (se estiver conectada a um termóstato *Wiser*), ou o sensor de inundação fecha a electroválvula se for detetada uma inundação (juntamente com um micromódulo);
- Iluminação, estores e equipamentos – Para uma gestão luminotécnica automatizada, este kit é capaz de regular a iluminação e a posição do estores remotamente, controlo por sensores opcional e é flexível em instalações preexistentes com micromódulos que se adaptam a todos os tipos de mecanismos convencionais. Por exemplo, se a temperatura exterior for superior à temperatura interior, os termóstatos em conjugação com os estores *Wiser* descem os estores. Este tipo de situações são completamente personalizáveis através da aplicação por telemóvel da *Wiser*;
- Gestão energética – Paralelamente a todos os sistemas da *Wiser*, este pacote inclui tomadas de corrente (com e sem fios) e outros controladores de consumo energético. Assim é possível controlar em tempo real a quantidade de energia que cada circuito ou aparelho consumo, traduzindo esse mesmo em custos em tempo real, bem como programar o possível carregamento de veículos elétricos fora das horas de ponta;
- Gestão da temperatura – Finalmente, o pacote de controlo de aquecimento e arrefecimento proporciona um controlo flexível da climatização através de cenários programáveis, remotamente ou através de assistentes de voz, juntamente com um conjunto de estatísticas relacionadas com o aquecimento e poupança de energia adjacente. Assim, este pacote inclui termóstatos com indicadores *LED*, kits de aquecimento, para visualizar a temperatura ambiente e outras opções, relés de caldeira e válvulas para radiadores, que regulam a temperatura ambiente.

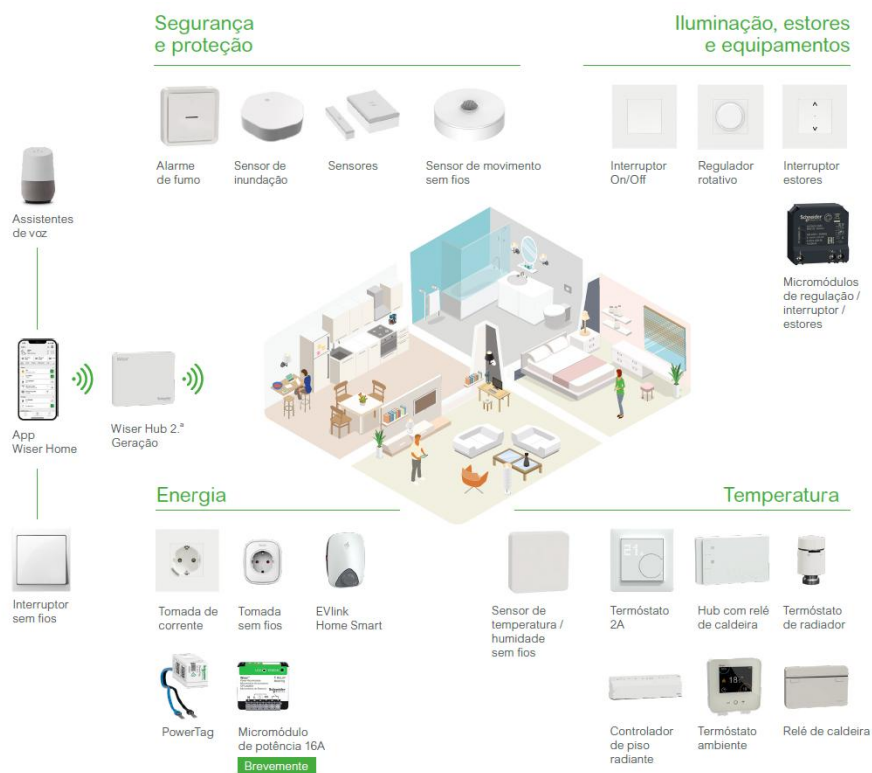


Figura 4 - Representação gráfica das várias vertentes da Wiser [18]

É de notar que todos estes pacotes são moduláveis e personalizáveis para as necessidades de cada habitação ou utilizador, com diferentes níveis de custos e complexidade. Ainda, para monitorizar e controlar todos os dispositivos *Wiser*, será necessária a unidade de controlo central do sistema, *Wiser Hub*, juntamente com a sua fonte de alimentação, que irá comunicar através do protocolo *Zigbee* que, como já foi mencionado no capítulo 2.1.1, permite a interligação com outros sistemas e produtos que não pertencem a esta gama de produtos.

### 2.1.3.3 JUNG

A *JUNG* é reconhecida pelo design intemporal e tecnologia de edifícios orientada para o futuro, com mais de 110 anos de experiência. Focada na criação de soluções sustentáveis e inovadoras, a *JUNG* combina estética e funcionalidade com tecnologia inteligente para casas e edifícios, oferecendo sistemas versáteis para controlo de luz, climatização, energia, segurança e multimédia, proporcionando soluções intuitivas e tecnológicas que atendem às mais altas exigências de design e sustentabilidade [19].

Esta empresa tem uma presença extremamente forte no campo da domótica, oferecendo um leque de produtos com um design simplista e moderno, mas funcional, com especial foco na

personalização, compatibilidade e conforto [20]. Assim, a gama de produtos com o protocolo *KNX* está dividida entre 4 campos diferentes, cada um controlando um aspeto da habitação ou edificação em questão:

- Interruptores e sensores manuais – Os componentes *JUNG* e, mais especificamente, os interruptores são etiquetados a laser individualmente, de acordo com a sua utilização e material escolhido. Cada um destes componentes apresenta sensores de temperatura, que são transmitidos para o controlo central de temperatura da divisão. No mesmo interruptor, é possível controlar a iluminação, estores ou até o volume de um sistema de áudio, caso esteja conectado a este sistema;
- Termóstatos – O design minimalista da *JUNG* mantém-se consistente nos controladores de temperatura individuais, ar condicionado e nos sensores de dióxido de carbono. Tal como os componentes anteriores, também estão munidos de vários botões personalizáveis como cenários, dependendo da altura do dia, controlo de estores em paralelo com a temperatura atual na divisão e botões de presença;
- Atuadores *KNX* – A *JUNG* fornece dispositivos do sistema *KNX* com a função *KNX Secure* e une áreas importantes, garantindo a segurança dos dados e controlando de forma fiável todos os componentes *KNX* e *JUNG* da habitação. Isto inclui uma interface que conecta os dispositivos à rede, sendo possível controlar e personalizar o sistema através do computador ou telemóvel, um acoplador, que estabelece a conexão entre duas linhas *KNX* e atuadores especializados para estores e iluminação;
- Painéis *KNX* – Com os painéis inteligentes, é possível controlar e visualizar vários sistemas para a automatização da habitação, apresentadas de forma clara, através de um conjunto de menus de acordo com a filosofia de design da *JUNG*. Estes dispositivos, tais como os restantes produtos, estão disponíveis em múltiplos tamanhos e modelos.

As várias linhas de produtos enumeradas não representam a gama inteira de produtos *KNX* da *JUNG*, sendo estes produtos pertinentes para o tema de instalação de domótica para habitações. Ainda oferecem sensores, controladores e atuadores para outro tipo de edificações como edifícios públicos ou hotéis.

#### **2.1.4 Soluções sustentáveis**

A sustentabilidade energética constitui atualmente um dos principais pilares no desenvolvimento de instalações elétricas em edifícios residenciais, alinhando-se com os objetivos globais de descarbonização e eficiência energética [21]. Neste setor, a implementação de práticas sustentáveis requer não só o uso de materiais e equipamentos mais eficientes, mas também uma abordagem integrada que maximize a utilização de recursos e minimize o impacto ambiental associado.

As soluções agregadoras representam uma abordagem técnica e inovadora para enfrentar os desafios da eficiência energética em tipologias habitacionais. Estas soluções consistem na disponibilização de pacotes de componentes elétricos otimizados e dimensionados para atender de forma completa às necessidades de uma instalação elétrica residencial, contemplando desde condutores, tubos e quadros elétricos até dispositivos de controlo e gestão energética, sendo estes dois componentes extremamente importantes.

Como foi mencionado no subcapítulo 2.1.3.2, a oferta de casas conectáveis por parte da *Schneider* proporciona um sistema mais eficiente em relação às instalações elétricas sem este sistema de domótica [18]. Esta eficiência traduz-se em múltiplas vertentes tais como menos custos globais associados à climatização interior e poupança de energia devido à automatização de estores e controlo de iluminação. Ainda no subcapítulo 2.1.3.1, os pacotes oferecidos pela *Legrand* também proporcionam uma instalação elétrica com maior eficiência energética, na mesma vertente da *Schneider*, através dos seus produtos e, mais concretamente, da sua automatização [6].

Ao estruturar estas ofertas em diversas categorias como *Eco*, *Value for Money* e *High-end*, assegura-se a compatibilidade com diferentes exigências técnicas, orçamentos e preferências do utilizador. Mesmo nas ofertas mais simples e menos custos associados, ainda é possível otimizar o consumo energético através de pacotes básicos de climatização ou iluminação, progredindo a soluções que não apenas otimizam o consumo, mas também promovem a adoção de tecnologias mais avançadas tais como infraestruturas preparadas para energias renováveis, que não se adequa ao tema do trabalho, mas continua a ser importante referenciar essa opção. Adicionando, é de referenciar que os custos associados aos pacotes mais caros poderão não ter tanto impacto como era previamente previsto, devido aos consumidores mais jovens estarem dispostos a gastar mais se isso se traduzir em eficiência e sustentabilidade [22].

Além disso, a padronização das soluções agregadoras possibilita uma gestão mais eficiente da qualidade dos materiais, reduzindo o risco de incompatibilidades técnicas e aumentando a eficiência logística. Assim, têm o potencial de reduzir o desperdício durante o processo de instalação, diminuindo as emissões de carbono ao longo do ciclo de vida dos componentes associados e potencializar o uso de materiais recicláveis ou de baixo impacto ambiental [16].

Na mesma vertente, os veículos elétricos também contribuem, de certa forma, para um futuro mais sustentável.

A crescente mudança de veículos de combustão interna (VCI) para veículos híbridos ou puramente elétricos (VE) tem impulsionado o desenvolvimento e a integração de carregadores nas instalações elétricas residenciais e comerciais, contribuindo significativamente para a transição energética em progresso em múltiplas vertentes: redução das emissões de dióxido de carbono, a integração de fontes de energia renováveis, como painéis fotovoltaicos, nos próprios carregadores, bem como a gestão inteligente e dinâmica do consumo energético, dando prioridade a períodos com produção solar ou eólica mais elevada [23].

Analisando este tópico de um ponto de vista técnico, para garantir uma instalação adequada e segura dos carregadores para VE, é imprescindível um dimensionamento correto com a integração de todos os componentes necessários. De acordo com o RTIEBT [4], mais concretamente da revisão feita relativa aos circuitos destinados a alimentar veículos elétricos (Portaria n.º 252/2015, de 19 de agosto [24]), todos os pontos de ligação do VE devem ser protegidos individualmente por um dispositivo diferencial com uma corrente diferencial-residual estipulada não superior a 30mA e deve ser, no mínimo, do tipo A<sup>5</sup>. No caso de ser uma alimentação trifásica e a característica da carga não for conhecida, deverão ser adotadas medidas de proteção contra as correntes de defeito suscetíveis de apresentar componentes contínuas, usando por exemplo um diferencial do tipo B. Ainda, deverão ser selecionados disjuntores ou fusíveis conforme a corrente nominal e as características da carga, bem como um descarregador de sobretensões. A cablagem deverá também ser dimensionada corretamente de acordo com as especificações técnicas apresentadas nas normas em vigor como a norma NP 61439 [25] ou como a norma IEC 62196 [26], que define os requisitos e testes para as tomadas e carregadores de veículos elétricos. É de notar que todos os dispositivos de

---

<sup>5</sup> Os diferenciais de tipo (classe) A são capazes de detetar fugas de corrente alternada e correntes alternadas com componente contínua (contínuas pulsantes), geradas por cargas não lineares, como por exemplo, retificadores de onda [59].

proteção indicadas deverão ser instalados num quadro elétrico dedicado ao carregador elétrico em questão, garantindo a seletividade sempre que possível.

Todas as marcas que participam neste mercado, como a *ABB* ou a *Schneider*, cumprem estes requisitos e ainda vão além, integrando todas as proteções necessárias nas *wallbox*, com conexão via *Ethernet* ou *Wifi*, permitindo uma monitorização em tempo real do carregamento [27] [28]. Dependendo da compatibilidade entre protocolos de comunicação, estes carregadores poderão se integrar nos sistemas de gestão de energia domésticos. Assim, esta vertente poderá ser uma componente integral de um pacote agregador dado o atual paradigma da transição energética e, por sua vez, a revolução dos veículos elétricos.

## **2.2 Mercado Residencial de Soluções Agregadoras**

O mercado residencial de soluções agregadoras poderá ser um elemento essencial no setor das instalações elétricas e renovação habitacional, face à sua crescente complexidade e exigências de consumidores que procuram por soluções mais integradas, eficientes e personalizáveis face às suas prioridades e orçamentos. Este capítulo explora as diferentes vertentes que poderão moldar este mercado, desde os enquadramentos normativos que garantem a segurança até às estratégias de competitividade adotadas pelos principais intervenientes.

Esta análise inclui um levantamento das principais marcas e fornecedores que lideram na inovação e qualidade, destacando algumas estratégias utilizadas para equilibrar preço, produto e diferenciação de produto. Também se discute possíveis futuras tendências neste mercado, como subscrições e novos modelos de negócio.

### **2.2.1 Normas e Regulamentações do setor**

O mercado residencial está intrinsecamente ligado ao cumprimento de normas técnicas e regulamentações que garantem a segurança e a eficiência das instalações elétricas. No contexto europeu, as normas IEC 60364 [29] estabelecem as diretrizes essenciais para instalações elétricas de baixa tensão, cobrindo aspetos como a proteção contra choques elétricos, sobretensões e a coordenação de equipamentos. Em Portugal, as Regras Técnicas das Instalações Elétricas de Baixa Tensão (RTIEBT) [4] reforçam estas diretrizes, especificando os requisitos mínimos de segurança para instalações residenciais.

Estas normas e regulamentações visam garantir que todos os componentes elétricos funcionem de forma segura e integrada, criando assim uma base sólida para o desenvolvimento de pacotes agregadores. Os fornecedores que operam neste setor têm a obrigação de verificar e certificar os seus produtos, garantindo a sua conformidade através de ensaios e homologações específicas. Além das especificações mínimas de segurança, a transição energética e os objetivos climáticos recentemente aprovados pela União Europeia (EU) [21] têm promovido o desenvolvimento de soluções que têm como principal objetivo a eficiência energética e a sustentabilidade.

#### 2.2.1.1 RTIEBT

As RTIEBT estabelecem os requisitos mínimos para o projeto e execução de instalações elétricas de baixa tensão. No contexto do tema, destacam-se alguns pontos relevantes:

- **Proteção contra choques elétricos:** Todas as instalações devem incorporar medidas de proteção contra contactos diretos e indiretos, utilizando dispositivos diferenciais de alta sensibilidade e assegurando a continuidade das ligações à terra;
- **Proteção contra sobreintensidades:** É obrigatória a instalação de dispositivos de proteção contra sobrecargas e curto-circuitos, como disjuntores termomagnéticos, dimensionados de acordo com a corrente nominal dos circuitos e a capacidade de interrupção adequada. Especialmente crucial para evitar o aquecimento excessivo dos condutores e garantir a atuação adequada dos dispositivos de proteção em situações de falha;
- **Seccionamento e comando:** Os quadros devem incluir dispositivos de seccionamento que permitam a interrupção manual de todos os condutores ativos, facilitando intervenções de manutenção e garantindo a segurança dos utilizadores;
- **Seleção dos equipamentos:** Os componentes devem ser selecionados considerando as influências externas do ambiente de instalação, como temperatura, humidade e presença de poeiras, garantindo a sua durabilidade e funcionamento [4].

#### 2.2.1.2 ITED

Embora o ITED foca-se mais nas infraestruturas de telecomunicação, a sua integração com a instalação e os quadros elétricos é particularmente relevante, especialmente no que toca ao armário de telecomunicações individual. As normas ITED exigem que o ATI seja devidamente alimentado e protegido, garantindo a continuidade de todos os serviços de telecomunicação e

sem prejudicar a segurança do resto das instalações [12]. O mesmo também se aplica aos bastidores, no caso da gama *premium*.

### **2.2.1.3 Normas internacionais**

Para além dos regulamentos portugueses, as normas internacionais, particularmente da série IEC 60364, fornecem diretrizes cruciais para qualquer projeto e execução de instalações elétricas em edifícios residenciais. Assim neste contexto, são relevantes as seguintes normas:

- **IEC 60364-4-41** [30]: Estabelece medidas de proteção contra choques elétricos, incluindo a utilização de dispositivos de corrente diferencial residual (RCDs) e a coordenação com o sistema de ligação à terra;
- **IEC 60364-4-43** [31]: Define os requisitos para proteção contra sobreintensidades, orientando a seleção e coordenação de dispositivos de proteção;
- **IEC 60364-5-53** [32]: Fornece orientações sobre a seleção e instalação de equipamentos de seccionamento, comando e proteção, assegurando a segurança operacional das instalações;
- **IEC 60364-6** [33]: Detalha os procedimentos de verificação e ensaio das instalações elétricas, incluindo testes de continuidade, resistência de isolamento e funcionamento dos dispositivos de proteção.

Se o projeto onde os pacotes se inserem estiver em conformidade com estas normas internacionais, é assegurada a segurança e eficiência energética, estando ao mesmo tempo alinhado com as melhores práticas reconhecidas globalmente. É de notar que tanto as normas internacionais, como a legislação local apresentada, aplicam-se sobretudo aos quadros elétricos residenciais.

### **2.2.2 Principais Marcas e Fornecedores**

O mercado é dominado por grandes marcas internacionais, como a *Schneider Electric*, a *Legrand*, a *ABB*, a *Siemens* e a *Hager*, entre outras, que oferecem uma vasta gama de soluções, que inclui dispositivos de proteção e controlo, bem como sistemas integrados de automação residencial, que irão ser abordadas levemente no subcapítulo 2.2.4. Estas empresas combinam inovação tecnológica com qualidade e robustez, posicionando-se como líderes de mercado nos segmentos em que se especializam [15] [17] [34] [35] [36].

Em paralelo, os fornecedores locais desempenham um papel crucial ao adaptarem estas soluções às especificidades normativas e culturais de cada região. Assim, as empresas instaladoras, os distribuidores e os revendedores são responsáveis por adaptar as ofertas agregadoras ao consumidor final, possivelmente acrescentando valor através de serviços de consultoria e de assistência técnica<sup>6</sup>.

Ainda, a competitividade neste setor reside na capacidade de diferenciar produtos e serviços. Enquanto algumas marcas optam por destacar funcionalidades avançadas, como a integração com sistemas *IoT* e automação, como a *Schneider* [17], ou produtos com um design minimalista e acabamentos premium, como a *JUNG* [19], outras privilegiam soluções mais acessíveis, orientadas para projetos económicos, funcionais e de menor complexidade. Estas diferentes características permitem personalizar soluções e responder às necessidades específicas de cada tipo de habitação e utilizador.

Apesar das características dos pacotes serem bastante diferentes entre si, o preço continua a ser um dos fatores mais determinantes, sobretudo para consumidores em segmentos económicos ou intermédios. Para equilibrar o custo e o desempenho, muitas marcas oferecem pacotes base com funcionalidades mínimas a um preço mais acessível, como já foi referido no caso da *Legrand* e da *Schneider*. Por outro lado, marcas como a *JUNG* oferecem quase exclusivamente pacotes e produtos premium, restringindo o seu público-alvo e posicionando-se num setor diferente dos restantes mencionados.

Outro pilar fundamental é a qualidade, que deve ser garantida, independentemente do custo final do pacote ou dos produtos, em termos de longevidade e segurança dos sistemas. A garantia de qualidade, através de testes rigorosos, certificações e utilização de matérias duráveis e sustentáveis, é um aspeto que fortalece a confiança que os consumidores e os revendedores têm na marca.

### **2.2.3 Modelos de Negócio Inovadores: Subscrições e Serviços de Manutenção**

Os modelos de negócio inovadores estão a transformar a forma como os consumidores acedem e utilizam soluções agregadoras. Um exemplo são os modelos de subscrição, mais

---

<sup>6</sup> É possível que os distribuidores e revendedores não executem os serviços pós-compra como suporte técnico e manutenção. Em vez disso, passam esse papel para os representantes das marcas no país em questão.

especificamente, as subscrições em sistemas baseados em *IoT* [37]. Estes modelos oferecem diversas vantagens, tanto aos clientes como aos próprios vendedores:

- **Receitas recorrentes** – Devido à natureza de subscrições, em vez de vender um determinado produto uma única vez, empresas transformam os clientes em fluxos de receita recorrente, estabilizando o fluxo de caixa e minimizando riscos;
- **Relações com clientes** – As subscrições *IoT* ajudam a manter as relações com os clientes, proporcionando oportunidades contínuas para gerar valor para a marca e aumentar a fidelidade dos clientes;
- **Aumento do *Market-share*** – Os modelos de subscrição podem ser utilizado para mitigar custos iniciais e tornar certas ofertas mais acessíveis a segmentos de mercado que, sem a adoção deste modelo, não estariam interessados. Assim, com este modelo, algumas empresas poderão aumentar a sua quota de mercado;
- **Flexibilidade** – Os modelos de subscrição também deverão oferecer maiores vantagens face aos modelos tradicionais, nomeadamente uma maior flexibilidade e controlo, dando mais poder ao cliente para ajustar o produto para atender às suas necessidades e orçamento, quando pretender.

Por outro lado, este modelo ainda não é adotado no mercado de instalações elétricas e, mais especificamente, no mercado da domótica. A *Netatmo* [16], por exemplo, defende, para além de proteção de dados e produtos sustentáveis, os seus valores primordiais que inclui o facto dos seus serviços e produtos não se encontrarem disponíveis sob qualquer tipo de subscrição, sendo que a totalidade das funcionalidades dos seus produtos estão “acessíveis sem subscrições ou custos adicionais” [16]. No mesmo sentido, a *Schneider Electric* [38] também refere que não oferece serviços de subscrição, disponibilizando apenas um custo único para os seus sistemas e produtos.

#### **2.2.4 Fundamentação Técnica e Comparativa das Escolhas de Marca**

No seguimento dos tópicos abordados previamente, seria pertinente esclarecer e explicar os critérios que irão ser utilizados para escolher certas marcas para as várias vertentes de possíveis pacotes agregadores, que irão ser explicados mais concretamente no capítulo 3.

A definição das marcas teve como base dois critérios fundamentais: (i) a representatividade e disponibilidade real na empresa onde decorreu o estágio e (ii) a consolidação, fiabilidade e reputação das marcas no mercado nacional e europeu de componentes elétricos para habitação. Esta abordagem assegura simultaneamente a viabilidade logística e a credibilidade técnica das soluções propostas. Claramente, irão ser omitidas as marcas já analisadas no subcapítulo 2.1.3, como a *Legrand*, *Schneider* e *JUNG*.

#### **2.2.4.1 Marcas com forte presença interna**

A seleção de marcas com elevada rotação e disponibilidade no stock da empresa permite maior exequibilidade na construção dos pacotes, menores prazos de entrega e maior familiaridade por parte dos técnicos instaladores. Algumas dessas marcas com maior presença comercial serão: *Opple*, *Teka*, *Hager* e *ABB*.

- ***Opple***

A *Opple* tem vindo a afirmar-se como uma marca emergente no setor da iluminação, combinando um posicionamento competitivo em termos de preço com gamas modernas e funcionais. O seu volume de vendas global em 2024 foi bastante forte [42], com forte presença em mercados internacionais, fora da China,

- ***Teka***

Presente em mais de 120 países e 14 fábricas, apesar de ser associada muitas vezes a eletrodomésticos, a *Teka* possui soluções de instalações elétricas específicas que se revelaram importantes no fornecimento para unidades habitacionais, como é o caso com os ATI. A sua escolha justificar-se-ia pela forte presença no mercado e ótima perceção pública da marca;

- ***Hager***

Apresenta uma posição sólida no setor da proteção elétrica e domótica de entrada. Amplamente utilizada em quadros e aparelhagem de nível médio-alto, com excelente compatibilidade entre soluções, juntamente com uma rede de distribuição que cobre todo o país [43], o que iria favorecer a sua escolha em pacotes de média gama;

- ***ABB***

Reconhecida internacionalmente, a *ABB* destaca-se pela fiabilidade industrial, mas também pela versatilidade das suas soluções residenciais e, especialmente, nas tecnologias de

eletrificação e automação [44]. A elevada presença na Nortécnica, especialmente no segmento das proteções e carregadores de veículos elétricos, aliada à robustez técnica dos seus produtos, justificar-se-ia a sua inclusão preferencial tanto nos carregadores, como nos seus quadros em pacotes mais *premium*, virados totalmente para a qualidade dos produtos.

#### **2.2.4.2 Marcas externas com forte implantação no setor**

De modo a garantir um leque de soluções competitivo e tecnicamente diferenciado, foram incluídas marcas não predominantes na empresa, mas que também detêm uma posição relevante no setor. É de notar que estas marcas também são comercializadas internamente, no entanto não têm tanta presença quer devido a fatores comerciais ou outros. A presença destas visam complementar os pacotes, melhorar a capacidade de adaptação a diferentes exigências e conferir maior robustez à análise comparativa.

- ***Tev2***

Fabricante português especializado em infraestrutura de baixa tensão. A sua escolha resulta parcialmente especialmente da elevada qualidade do material termoplástico e do reconhecimento pela conformidade com a legislação e normas portuguesas. No entanto o fator decisivo foi o elevado investimento no setor dos veículos elétricos, mais concretamente nos seus carregadores [45]. O desenvolvimento de produtos neste setor, bastante adequados para pacotes de média gama, iriam assegurar a sua posição nesta seleção;

- ***Quitérios***

Empresa portuguesa, desenvolvedora de soluções para instalação de equipamentos de distribuição de eletricidade e telecomunicações, entre outras. Embora menos mediática em comparação a algumas marcas já referidas, a Quitérios tem ganho notoriedade pela fiabilidade dos seus quadros e armários de telecomunicações [46]. A sua possível inclusão iria ser devido principalmente ao facto de estabelecer um ótimo equilíbrio entre preço, robustez e muita margem para personalização, algo imprescindível nos pacotes *premium*, particularmente no caso dos armários ATI;

- ***Philips***

Reconhecida mundialmente como referência em eficiência e durabilidade, e com décadas de inovação no setor da iluminação, a *Philips* apresenta produtos de alta qualidade em

todas as vertentes. Devido a estas qualidades e ao seu reconhecimento, mesmo perante o público geral, a escolha e colocação desta marca nos pacotes *premium* iria se recair quase como uma obrigatoriedade, sendo impossível ignorar o seu poder publicitário.

### **3 Desenvolvimento das Soluções de Componentes**

No contexto da presente dissertação, foi desenvolvido um conjunto de soluções técnicas agregadas para instalações elétricas residenciais, com o objetivo de normalizar, otimizar e facilitar o processo de escolha, instalação e manutenção dos sistemas elétricos em habitações do tipo T1, T2 e T3. Estas soluções resultam da análise combinada de requisitos normativos, necessidades funcionais identificadas durante uma pesquisa inicial e, sendo este o aspeto mais importante, orientações comerciais obtidas no decurso do estágio profissional realizado.

A lógica de desenvolvimento deste trabalho assentou-se principalmente na criação de pacotes integrados que incluem todos os componentes essenciais para o correto funcionamento e segurança de uma instalação elétrica, desde a infraestrutura de cablagem (tubagem, condutores e possíveis acessórios, sendo estes últimos mais personalizáveis dependendo da instalação em si), aos quadros elétricos de distribuição, armários de telecomunicação (ATI), aparelhagem (interruptores, tomadas e comutadores, por exemplo), iluminação (tal como a cablagem, esta categoria é mais volátil no sentido de depender altamente da instalação em si), dispositivos de domótica e, quando for o caso, infraestrutura para carregamento de VE.

Ainda, um dos principais objetivos destas soluções foi reduzir a complexidade na escolha de componentes, quer para o cliente final, quer para os profissionais da área, quer sejam os

projetistas, instaladores ou vendedores, através da criação de três níveis de oferta distintos, que, de certa forma, filtram a escolha por um critério puramente financeiro:

- **Pacote Económico:** Focado em soluções económicas e de custo reduzido, sem comprometer a conformidade com as normas técnicas em vigor. Tem em prioridade produtos funcionais, com menor complexidade e acabamentos mais simples. Em suma, não se destacam por nada em particular, para além do custo reduzido;
- **Pacote Equilibrado** (*Value for Money*): Com a melhor relação preço/qualidade, representa o equilíbrio entre curso e desempenho, integrando produtos de gama média/alta, com melhor qualidade de construção, maior foco na eficiência energética e agora com alguns elementos de domótica e carregamento VE. Este pacote foca-se bastante na funcionalidade de cada produto, por vezes em troca de um *design* mais apelativo. Ainda, será o que terá mais incentivos a nível publicitário e comercial, devido às margens aplicadas e, por sua vez, às marcas aqui representadas;
- **Pacote Qualidade** (High-End): Destinado aos clientes que valorizam *design* e tecnologia acima de tudo. Inclui soluções mais avançadas de domótica (como por exemplo a inclusão de videoporteiro inteligente), aparelhagem premium, iluminação inteligente e integrada com a casa, e uma infraestrutura mais robusta para carregamento automóvel.

Esta abordagem modular e escalável permite aplicar as mesmas soluções a diferentes contextos habitacionais, ajustando apenas a dimensão, quantidades, capacidade ou funcionalidades do sistema. Claro que a própria opinião dos possíveis clientes poderá influenciar quais produtos ou quantos poderão estar incluídos no pacote, tal como será o caso na categoria da iluminação, mas isso será facilmente ajustado se for o caso, visto que, para além dos produtos apresentados inicialmente, ainda estão preparados um pequeno conjunto adicional que poderá substituir certas partes do pacote inicial.

Independentemente da escolha do pacote, como já foi mencionado anteriormente, é necessário garantir a viabilidade técnica das soluções, tanto de uma perspetiva de segurança como a compatibilidade entre sistemas. Assim, foram tidas em consideração, e não só, as seguintes referências normativas e técnicas:

- **RTIEBT [4]** – Regras Técnicas das Instalações Elétricas de Baixa Tensão, que definem os requisitos mínimos de segurança e dimensionamento;

- **ITED 4** [12] – Manual de Infraestruturas de Telecomunicações em Edifícios, que regula a instalação de armários ATI, cablagem estruturada e pontos de acesso para TV, telefone e *internet*;
- **Normas internacionais IEC/EN** [39] [40] – Nomeadamente IEC 60364 e IEC 61439, relativas à segurança elétrica, dimensionamento de quadros e equipamentos de proteção;
- **Manuais técnicos de fabricantes** – Usados para garantir compatibilidade, integração e disponibilidade dos componentes, bem como os preços tabelados.

Assim, o processo iterativo da escolha, tanto dos produtos que iam integrar cada pacote, como das marcas a que pertenciam, contemplou duas grandes fases: uma fase exploratória, onde foi desenvolvido um primeiro protótipo de pacotes com base em critérios técnicos mais gerais e genéricos, e em preferências iniciais definidas em conjunto com a empresa acolhedora. Depois o trabalho em geral entrou numa fase de iteração e validação, onde se recolheu *feedback* de vários técnicos dentro da empresa, conduzindo à reconfiguração de várias soluções, nomeadamente à substituição de algumas marcas que, por sua vez, levou à inclusão e exclusão de componentes e uma reformulação de critérios de agregação.

Ao longo deste capítulo, serão apresentadas as várias versões desenvolvidas, as alterações introduzidas e as justificações técnicas que sustentaram cada decisão, culminando assim na versão final de cada pacote, devidamente documentada e adaptada a diferentes realidades habitacionais.

### 3.1 Primeira Versão

A versão inicial dos pacotes agregadores, como mencionado anteriormente, surgiu da necessidade de estruturar soluções pré-configuradas para instalações elétricas em habitações de tipologia T1 a T3, com um foco particular na pura funcionalidade, conformidade técnica e padronização. Esta primeira versão, constituiu um ponto de partida para o desenvolvimento modular e escalável de propostas que pudessem ser replicáveis em contexto real de projeto e obra.

A abordagem adotada consistiu em distribuir os componentes por blocos funcionais essenciais – tubagem, condutores (cablagem), quadros elétricos, aparelhagem, iluminação,

infraestruturas de telecomunicação e sistemas complementares, como a domótica – e associá-los a três níveis distintos de oferta: Económico, *Value for Money* e *High-End*. A lógica de diferenciação assentou em critérios como custo global, robustez dos materiais, complexidade funcional e integração com tecnologias inteligentes. Os blocos correspondentes às diferentes categorias eram inicialmente compostos da seguinte forma:

- **Infraestrutura de canalização e cablagem:** Utilização de tubos VD em conformidade com as normas em vigor (como por exemplo a norma EN 61386 [41]), caixas de derivação embutidas e cabos H07V-U ou H07V-R com secções normalizadas (1,5 mm<sup>2</sup> para iluminação, 2,5 mm<sup>2</sup> para tomadas, 4 mm<sup>2</sup> ou superiores para circuitos de maiores cargas). Os materiais e produtos foram uniformizadas em todas as gamas, mantendo a marca e acabamentos. Esta decisão foi feita devido ao facto do preço e qualidade variar muito minimamente entre marcas, provando difícil a sua diferenciação no aspeto publicitário. Por isso para garantir um ótimo nível de qualidade em todas as gamas, foi decidido manter os produtos e marcas para todos os níveis de oferta;
- **Quadros elétricos de distribuição:** Configurações baseadas em quadros de embutir com calha DIN, adequados às exigências do RTIEBT. No pacote económico, optou-se por quadros com invólucro de termoplástico e dispositivos de proteção de entrada tipo C, com curva de 6 kA. O número de módulos em cada quadro não depende da gama em si, mas sim do tipo de habitação onde irá estar inserido, como por exemplo um mínimo de 36 módulos para um apartamento T2 ou T3 e 24 módulos para um T1. As restantes gamas também incluem proteções contra sobretensões, diferenciais seletivos e grande flexibilidade para expansão de circuitos. Tal como a categoria anterior, não existem muitas diferenças entre gamas, especialmente no que toca à segurança, com exceção de, por exemplo, módulos de medição de carga, que estão disponíveis nas gamas mais altas, e na própria qualidade dos materiais dos componentes em questão;
- **Armário de telecomunicações individual (ATI):** A versão inicial previa ATIs genéricos com montagem embutida e espaço limitado para equipamentos ativos, dependendo da gama. Tal como a categoria anterior, as diferenças também eram mínimas entre gamas, zelando pela fiabilidade e segurança. No entanto, seria necessário algum tipo de diferenciação entre pacotes, por isso colocou-se um ATI simples na gama de entrada, um ATI de caixa dupla na gama seguinte para permitir mais espaço para outros possíveis equipamentos ativos ou expansões futuras e, por fim, um bastidor na gama mais alta.

Este último apresenta-se como uma solução verdadeiramente premium, com materiais de alta qualidade e a maior flexibilidade no que toca a espaço e facilidade de uso;

- **Aparelhagem:** Foram selecionadas gamas distintas de fabricantes, como *Legrand* (especialmente a gama *Valena Life*), *Schneider Electric* (gama *Unica* e *Wiser*) e *JUNG*, respetivamente. A versão económica utilizou aparelhagem modular de entrada, com funções básicas de comutação e tomadas padrão. Na oferta intermédia, optou-se por mecanismos de uma gama superior, com um *design* mais contemporâneo, maior variedade de acabamentos e maior robustez mecânica. Por fim, no pacote *High-End*, foram incluídas soluções mais premium, com base em sistemas mais conectados, incluindo quadros em termoplástico “extrabrilhante” à prova de riscos, bem como a integração de sensores de presença, reguladores de intensidade e comandos táteis de parede;
- **Iluminação:** Como já foi mencionado no capítulo “
- Desenvolvimento das Soluções de Componentes”, todas as gamas e produtos são *LED*, diferenciando-se pela sua conexão às restantes luminárias, qualidade do material e *design*. No pacote económico, foram consideradas luminárias *standard* de encastrar em policarbonato ou vidro para todas as divisões da casa, nunca ignorando os índices de proteção legislados. As gamas superiores já incorporam soluções *LED* com maior eficiência energética, *drivers* reguláveis (por exemplo compatíveis com *DALI*<sup>7</sup> ou *Zigbee* e acabamentos metálicos, bem como luminárias suspensas e embutidas com *design* próprio para diferentes zonas sociais;
- **Domótica:** A integração de sistemas inteligentes conectados nos pacotes *Value for Money* e *High-End* foi feita com base em tecnologias compatíveis com *Wi-Fi*, *Bluetooth* e *Zigbee*, evitando soluções proprietárias fechadas. O pacote intermédio incorpora módulos da gama *Wiser* da *Schneider Electric*, permitindo o controlo de iluminação, estores e climatização através de uma *gateway* central e uma aplicação móvel. A solução *High-End* foi principalmente construída sob o ecossistema *KNX*, com atuadores *JUNG* montados em quadro e sensores multifunção de parede. Esta configuração permite a criação de cenários de iluminação e controlo centralizado via interface tátil ou aplicação remota. Para ambas as soluções, é garantida a interoperabilidade com

---

<sup>7</sup> O *Digital Addressable Lighting Interface (DALI)* é um protocolo de comunicação bidirecional utilizado para controlar e comunicar os componentes de um sistema de iluminação [60].

outros assistentes de voz no mercado ou outros sistemas que possam ser adicionados após a instalação inicial.

É de notar que, nas categorias relativas à iluminação e aparelhagem, existe, de facto, muito espaço para personalização, especialmente considerando que os produtos da JUNG são altamente customizáveis, sendo possível, por exemplo, alterar a cor do quadro de forma independente da placa/mecanismo. A mesma situação se aplica no caso da iluminação, onde existem inúmeras luminárias com o mesmo propósito ou características, mas designs diferentes que poderão apelar a certos segmentos. Devido a este problema em particular, uma medida aplicada à aparelhagem em particular foi disponibilizar todos os produtos numa única cor, mais concretamente na cor base (branco) ou, no caso do pacote *premium*, em branco mate. No caso da iluminação, existe a possibilidade de o cliente final demonstrar certas preferências perante um certo tipo de luminária, ou talvez quererá testes luminotécnicos personalizados à sua habitação. Nesses casos, o cliente poderá escolher pessoalmente quais luminárias irá querer incluir no pacote, com o pressuposto que coincide com a gama seleccionada.

Na Figura 5, é possível visualizar graficamente toda a seleção de marcas escolhidas, através das três diferentes gamas.

			
Domótica e aparelhagem			
Iluminação			
Telecomunicações			
Quadro elétrico	 		
Cablagem			
Tubagem			

Figura 5 - Seleção de marcas inicial

Em suma, o principal objetivo desta fase foi a elaboração de pacotes coerentes do ponto de vista técnico, que servissem como base de avaliação interna na empresa. Esta primeira proposta foi acompanhada por alguma documentação técnica de apoio e catálogos das marcas-chave. As estimativas preliminares de custo, estruturadas em folha de cálculo, revelaram variações significativas entre pacotes, especialmente nas vertentes de domótica e VE. No entanto não seria esta análise financeira que iria influenciar as revisões seguintes, mas sim a escolha das marcas-chave.

### 3.2 Versão Final dos Pacotes

Após a apresentação da versão protótipo, procedeu-se à sua avaliação crítica em contexto real, através da consulta a técnicos da área de instalação, comerciais de empresa e responsáveis por obra. Esta fase revelou limitações importantes ao nível de coerência entre o custo estimado e o valor percebido pelo cliente, bem como questões relacionadas com a compatibilidade entre sistemas, disponibilidade logística e redundância funcional de certos elementos.

Assim, as reformulações seguintes partiram da identificação de três pontos fundamentais: otimização do custo total do pacote económico, reforço da modularidade e flexibilidade de integração, e seleção de componentes com melhor relação preço/qualidade com base no portefólio disponível em armazém ou catálogos em vigor. Todos os ajustes até à versão final estão descritos abaixo:

- **Quadros elétricos de distribuição:** Os quadros de distribuição inicialmente propostos na gama económica apresentavam limitações, especialmente ao nível da reserva de módulos, por isso foram substituídos por quadros da Quitérios com 36 módulos, mantendo a qualidade e aumentando o espaço dedicado para expansão de circuitos. Todos os dispositivos de proteção mantiveram-se. No pacote intermédio, todos os produtos foram substituídos por produtos *Hager*, mantendo o custo e qualidade. A mesma situação aplica-se no pacote mais alto, onde os produtos Legrand passaram a *Schneider Electric*;
- **ATI e telecomunicações:** Tal como foi possível verificar na Figura 5, inicialmente foi escolhida a TEKA como marca principal no que toca à vertente de telecomunicações, parcialmente devido à familiaridade com a própria marca, mas também por causa da qualidade e fiabilidade dos seus produtos. No entanto, de uma perspetiva empresarial,

isto não seria viável, sendo necessário diversificar o portefólio para também incluir outras marcas da mesma área. Assim, diversificou-se os produtos para incluir componentes da *TeV2* para a gama económica, equivalentes aos produtos colocados inicialmente, e *Quitérios* para a gama mais alta, mantendo os produtos da *TEKA* na gama intermédia;

- **Iluminação:** Todos os produtos mantiveram-se intactos, exceto no pacote intermédio, onde os produtos da *Ledvance* foram trocados por produtos da *Opplé*, marca-chave da empresa. Esta também se revelou apresentar produtos de alta qualidade, mas mantendo um preço aceitável para a gama onde se insere;
- **Domótica:** Inicialmente, foi escolhida uma seleção de produtos para esta categoria para a gama económica, apresentando produtos simples, mas práticos. No entanto, esta seleção revelou-se ser uma forte vulnerabilidade no pacote em si, especialmente de uma perspetiva financeira. Por isso, eliminou-se esta categoria na sua totalidade no pacote económico. Ainda foram adicionadas mais opções à gama *premium*, também da marca *JUNG*, de uma vertente mais profissional e focada no utilizador mais ativo e conectado;
- **Infraestrutura para VE:** Esta categoria não tinha sido criada inicialmente, mas, entretanto, devido a uma pesquisa mais aprofundada do mercado atual, foi necessário incluir toda a infraestrutura necessária para tal. Assim, estas infraestruturas são exclusivas à oferta intermédia e premium, parte devido ao facto do custo acentuado dos produtos em questão, o que iria influenciar demasiado o preço final do pacote económico. Estas infraestruturas foram dimensionadas para alimentar um ponto de carregamento doméstico de 22kW trifásico. O circuito iria incluir um diferencial tipo AC, disjuntor tipo C, cabo de secção adequada (6 mm<sup>2</sup>), entre outros componentes colocados num quadro secundário. Esta configuração segue as orientações legalizadas na Portaria n.º 252/2015 e na norma IEC 61851, garantindo a proteção do utilizador e compatibilidades com *wallboxes* dos fabricantes em questão, como a *ABB*, *TeV2* ou *Schneider*.

A revisão dos pacotes, como foi possível verificar com estas mudanças, não se limitou à substituição pontual de marcas ou produtos. Foi realizada uma análise técnico-económica posterior, em que se cruzaram os preços unitários de cada componente (preços de tabela), a margem de comercialização estimada pela empresa e os próprios acordos comerciais entre empresa e marca. Este processo resultou numa melhoria significativa da coerência entre o valor

da solução com o seu custo total. Além disso, a interoperabilidade foi um critério bastante prioritário. Todos os sistemas incluídos nos pacotes *Value for Money* e *High-End* foram verificados de forma a validade a compatibilidade entre dispositivos de diferentes fabricantes, como por exemplo entre protocolos *KNX*, *Zigbee* e *Wi-Fi*.

Abaixo é possível verificar a distribuição final de marcas através das três diferentes gamas de preço:
















			
Domótica e aparelhagem			
Iluminação			
Telecomunicações			
Quadro elétrico			

Figura 6 - Seleção de marcas final

Carregamento VE	
Cablagem	
Tubagem	

Figura 7 - Seleção de marcas final (continuação)

Analisando a Figura 6 e Figura 7, é possível verificar graficamente as mudanças feitas em comparação à primeira versão destes pacotes, especialmente na inclusão de uma nova categoria relativa ao carregamento de veículos elétricos e, em geral, uma maior variedade de marcas. No entanto, é de notar especial atenção na gama média. Será este o pacote com o maior número de “marcas-chave” em relação à empresa vendedora, incluindo produtos da *Oppl*, *TEKA* e *Hager*, sendo estas todas altamente importantes no mercado português e com

melhores relações com a Nortécnica. Este pacote intermédio entrará com maior destaque, tanto nos materiais publicitários, como internamente na própria empresa comercializadora.

Esta iteração final marcou uma maturação do conceito inicial, alinhado as soluções propostas com as exigências reais do mercado residencial e das equipas técnicas envolvidas no processo de venda destes mesmos produtos e pacotes.

### **3.2.1 Detalhe dos pacotes por níveis de oferta**

Após múltiplas iterações técnicas, descritas anteriormente, foram consolidadas três propostas finais para os pacotes agregadores. Cada pacote foi estruturado de acordo com critérios específicos de desempenho, custo e complexidade técnica, visando dar várias respostas diferenciadas aos distintos perfis de exigência e investimento do cliente final. De seguida, irão se detalhar as características técnicas e funcionalidades que diferenciam cada nível de oferta, destacando as especificidades relevantes que justificam a seleção dos componentes associados.

#### **3.2.1.1 Pacote Económico**

Destinado a empreitadas ou habitações com forte limitação orçamental, este pacote garante a conformidade com os requisitos mínimos das RTIEBT [4] e do ITED4 [12], utilizando componentes com boa relação funcionalidade/preço. A sua principal vantagem é a simplicidade e robustez, permitindo uma instalação fácil e eficiente. De seguida irão ser apresentados alguns exemplos de produtos que constituem cada categoria deste pacote:



Figura 9 - Quadro elétrico 36md



Figura 8 – Disjuntor termomagnético 10A

- Quadros elétricos
  - Invólucro (*Quitérios*, Figura 9 com proteções *Legrand*, Figura 8)
    - Dimensões LxAxP (mm): 475x500x125

- Filas X Módulos: 3x12
- Aplicação: Embutida (INT)
- Materiais: Caixa base de plástico (PSHI), aro e porta de alumínio lacado a branco, chassis de alumínio e barramentos em latão com suporte de plástico
- Proteção e segurança: Classe II de isolamento, IP54, IK07, GWT<sup>8</sup>=650°C
- Características elétricas: In=63A, Ue=230V/400V~, Ui=690V, Pde - 30K<sup>9</sup>=48,5W

Esta vertente da distribuição de energia elétrica irá ser mais aprofundada no capítulo 4, onde será explorado todos os dispositivos de proteção que poderão integrar os quadros elétricos residenciais.

- Armário de telecomunicações (Tev2)
  - Tipo: Pannel ATI
  - Dimensões LxAxP (mm): 435x555x141
  - Montagem: Embutida (INT)
  - Material: Termoplástico sem halogéneos
  - Proteção e segurança: Classe II de isolamento, IP40, IK07
  - Capacidade de conectividade: 6 saídas para par de cobre (RJ45), 6 saídas coaxiais (SAT/TV), 2 saídas para fibra ótica (SC/APC), um total de 14 conexões de saída e possibilidade para acrescentar tomadas adicionais
  
- Iluminação (*Advance*)
  - Plafon LED Redondo (Figura 10)
    - Tipo: Plafons
    - Potência: 18W
    - Cor: Branco
    - Material: Policarbonato
    - Lumens: 2000lm

---

<sup>8</sup> Glow Wire Test, ou em português, ensaio de fio incandescente. Indica que o material foi submetido ao ensaio em questão a 650°C (neste caso) e cumpriu os requisitos da norma aplicável. Este ensaio simula o efeito térmico de uma fonte incandescente que pode originar na ignição do material [61].

<sup>9</sup> Potência dissipada equivalente. Indica que se forem dissipados 48,5 W dentro do quadro, ocorrerá um aumento da temperatura no valor de 30°C no interior do mesmo.

- Proteção e segurança: IP44
- Temperatura da cor: CCT3<sup>10</sup>



Figura 10 - Plafon LED Redondo

Este pacote, como é possível verificar, destina-se a projetos de habitação standard, como alojamentos locais, empreendimentos de gama baixa ou reabilitações com foco nas funcionalidades básicas.

A seguir, serão apresentados alguns produtos da gama seguinte, do pacote Value for Money.

### 3.2.1.2 Pacote Value for Money

Equilibrando custo e desempenho, esta oferta contempla componentes de maior qualidade e funcionalidades adicionais, nomeadamente domótica básica, com produtos da *Schneider Electric*, líder em eficiência e sustentabilidade, e carregadores para veículos elétricos. A instalação mantém-se simples, mas com um grande foco na sua capacidade de expansão.

- Domótica (*Schneider Electric*)
  - *Wiser Hub* (2ª Geração)
    - Rede de comunicação: Sem fios – *Zigbee* (2,4 GHz)
    - Tipo de conector: 1 x USB-C
    - Tensão de alimentação Us: 5V CC
    - Tensão estipulada Ue: 100 – 240V CA
    - Consumo: 1 até 5W
    - Descrição: Fornece uma solução fácil, conveniente e flexível para o controlo de dispositivos domésticos

---

<sup>10</sup> CCT refere-se a luminárias com três opções de Temperatura de Cor Correlacionada, permitindo selecionar entre três tonalidades de branco, normalmente entre 3000K (branco quente), 4000K (branco neutro) e 6000K (branco frio) [62]

- Aparelhagem (*Schneider Electric*)
  - Tomada USB-C
    - Tensão de funcionamento: 100 – 240V
    - Corrente de funcionamento: 3ª
    - Proteção e segurança: IP20, IK04
    - Outras características: Proteção contra CC, sobretensões, sobrecorrente e sobreaquecimento
- Iluminação (*Opplé*)
  - Candeeiro *Sparrow*
    - Tipo: Candeeiro de secretária
    - Potência: 15W
    - Cor: Branco
    - Material: Policarbonato
    - Lumens: 1000lm
    - Temperatura da cor: 3000/5000K
    - Outra características: Possibilidade de regular a intensidade luminosa e a temperatura da cor através do *touch button*. Lente antirreflexo. Diferentes cenários/funcionalidades para melhorar facilidade de utilização

Este pacote é especialmente indicado para clientes um pouco mais exigentes, para habitações de classe média ou média/alta e empreendimentos que pretendam oferecer valor acrescentado sem custos excessivos. O ideal para a maior parte dos casos.

### **3.2.1.3 Pacote High-End**

Neste pacote, os critérios relevantes são apenas os seguintes: qualidade acima de tudo, juntamente com poder de marca e *design*. Os produtos escolhidos, bem como os que estão exemplificados a seguir, apresentam uma qualidade de *design* de topo do mercado, com altos níveis de personalização, se assim o cliente o pretender, especialmente na vertente da domótica e aparelhagem. É um pouco mais avançado do que o pacote anterior, especialmente considerando os componentes *KNX* da *JUNG*, virados especialmente para entusiastas deste setor da domótica conectada. Tal como o pacote anterior, oferece uma componente de carregamento automóvel com produtos da *ABB*, líder no mercado deste segmento.

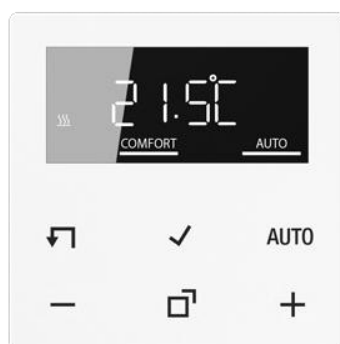


Figura 11 - Termostato *JUNG*

- Domótica (*JUNG*)
  - Termostato (Figura 11 - Termostato *JUNG*)
    - Características: Até 16 programas horários para aquecimento automático. Comutação de operação manual/automática através da app ou operação local. Programas horários com o nascer do sol ou o pôr do sol (temporizador astronómico). Regulação de uma temperatura de conforto, ECO, de refrigeração e de proteção contra congelamento. Suporta sensores de temperatura internos e externos
- Iluminação (*Philips*)
  - Barra de luz linear
    - Tipo: Barra de luz
    - Potência: 29W
    - Cor: Branco
    - Material: Metal, sintético
    - Lumens: 2050lm (a 4000K)
    - Proteção e segurança: IP44
    - Temperatura da cor: 2000 – 6500K
    - Outras características: Controlo com Bluetooth ou Bridge Hue.
- Telecomunicações (*Quitérios*)
  - Bastidor
    - Dimensões: 600 x 460 x 400
    - Materiais: Caixa base: Chapa zinco lacada. Aro e porta: Porta frontal em chapa zinco e vidro temperado; portas laterais em chapa zinco. Painel: Chapa zinco

- Proteção e segurança: Temperatura instalação - Mín. 5°C, Máx. 40°C

Esta proposta destina-se a projetos de habitação *premium* ou clientes com forte sensibilidade a eficiência energética, automação e estética, tudo num só pacote.



## 4 Análise Técnica dos Quadros Elétricos Residenciais

O quadro elétrico é um componente central em qualquer instalação elétrica residencial, funcionando como um ponto fulcral de distribuição e proteção da instalação. A correta seleção, configuração e dimensionamento dos quadros não garante apenas a segurança elétrica, mas também a eficiência e durabilidade da instalação. Neste capítulo, irá ser analisado com mais detalhe cada componente dos quadros selecionados para as soluções propostas, considerando critérios técnicos rigorosos e específicos para cada nível de oferta (Económico, *Value for Money* e High-End).

Todos os componentes dos quadros elétricos incluídos nas propostas estão estruturados com base em diferentes exigências técnicas e económicas, incorporando produtos escolhidos entre as gamas comerciais das marcas referidas anteriormente, Legrand, Hager, Schneider Electric e ABB, que apresentam múltiplas garantias de qualidade, segurança e desempenho segundo as normas europeias e nacionais aplicáveis.

### **Pacote Económico (Quadro Elétrico Habitação)**

Neste nível, foram selecionados principalmente componentes da gama Legrand, com invólucro da Quitérios, garantindo uma instalação fiável e mantendo um controlo eficaz dos custos:

- Quadro elétrico
  - Invólucro (Quitérios)

- Dimensões LxAxP (mm): 475x500x125
  - Filas X Módulos: 3x12
  - Aplicação: Embutida (INT)
  - Materiais: Caixa base de plástico (PSHI), aro e porta de alumínio lacado a branco, chassis de alumínio e barramentos em latão com suporte de plástico
  - Proteção e segurança: Classe II de isolamento, IP54, IK07, GWT<sup>11</sup>=650°C
  - Características elétricas:  $I_n=63A$ ,  $U_e=230V/400V\sim$ ,  $U_i=690V$ ,  $P_{de} - 30K^{12}=48,5W$
- Disjuntor
    - Tipo: Disjuntor termomagnético
    - Aplicação: Proteção contra curto-circuitos, sobrecargas e isolamento de circuitos elétricos
    - Corrente nominal ( $I_n$ ): 10A
    - Curva de disparo: C (disparo magnético entre 5 a 10 vezes  $I_n$ )
    - Tensão nominal: 230/400V $\sim$
    - Poder de corte ( $I_{cn}$ ): 4,5Ka

Nota: Os disjuntores de 16A e 20A são bastante semelhantes ao acima apresentando, alterando apenas a corrente nominal e a existência de neutro no segundo disjuntor referido.

- Interruptor
  - Tipo: Interruptor diferencial (RCCB)
  - Aplicação: Proteção de pessoas contra contactos diretos e indiretos, e instalações contra falhas de isolamento
  - Corrente nominal ( $I_n$ ): 40A
  - Sensibilidade diferencial ( $I_{\Delta n}$ ): 30mA ou 300mA
  - Curva: Tipo AC (correntes diferenciais alternadas puras)
  - Nº de polos: 4P (3 fases + neutro)
  - Corrente de curto-circuito condicional ( $I_{nc}/I_{\Delta c}$ ): 10kA

---

<sup>11</sup> Glow Wire Test, ou em português, ensaio de fio incandescente. Indica que o material foi submetido ao ensaio em questão a 650°C (neste caso) e cumpriu os requisitos da norma aplicável. Este ensaio simula o efeito térmico de uma fonte incandescente que pode originar na ignição do material [61].

<sup>12</sup> Potência dissipada equivalente. Indica que se forem dissipados 48,5 W dentro do quadro, ocorrerá um aumento da temperatura no valor de 30°C no interior do mesmo.

- Tipo: Interruptor diferencial (RCCB)
  - Aplicação: Proteção de pessoas contra contactos diretos e indiretos, e instalações contra falhas de isolamento
  - Corrente nominal ( $I_n$ ): 40A
  - Sensibilidade diferencial ( $I_{\Delta n}$ ): 300mA
  - Detecção correntes de fuga: Tipo A (correntes alternadas com componentes contínuas)
  - Nº de polos: 4P (4 fases + neutro)
  - Corrente de curto-circuito condicional ( $I_{nc}/I_{\Delta c}$ ): 10kA
- 
- Tipo: Interruptor diferencial (RCCB)
  - Aplicação: Proteção de pessoas contra contactos diretos e indiretos, e instalações contra falhas de isolamento
  - Corrente nominal ( $I_n$ ): 63A
  - Sensibilidade diferencial ( $I_{\Delta n}$ ): 500mA
  - Detecção correntes de fuga: Tipo AC (correntes diferenciais alternadas puras)
  - Nº de polos: 4P (3 fases + neutro à direita)
  - Corrente de curto-circuito condicional ( $I_{nc}/I_{\Delta c}$ ): 10kA (com disjuntor ou fusível a montante)

A seleção dos disjuntores baseou-se, em primeiro lugar, no papel que iriam desempenhar dependendo da sua corrente nominal. Em segundo lugar, também foi necessário verificar se estavam equipados para uso residencial, visto que algumas das marcas referidas também comercializam para outros setores.

Os disjuntores de 10A seriam utilizados, tipicamente, nos circuitos de iluminação com uma potência total moderada ou, em certos casos, em circuitos de tomadas de uso geral, mas geralmente não seria o mais aconselhado. Estes seriam os mais adequados para proteger condutores com secção de  $1,5\text{mm}^2$ , suportando, no máximo, correntes até de 10A [46] [4]. De seguida, os disjuntores de 16A seriam mais capazes para circuitos de tomadas de uso geral, como em salas, quartos ou escritórios ou circuitos de iluminação com maior carga instalada, sendo este último menos comum. É altamente recomendado para proteger condutores com

secção de  $2,5\text{mm}^2$ , que suportam correntes até aproximadamente 20A [46] [4]. Por fim, os disjuntores de 20A são dedicados a circuitos com equipamentos de maior consumo, como por exemplo máquinas de lavar roupa, micro-ondas ou fornos elétricos, que certamente será o caso. Ainda, também seriam utilizados em tomadas de uso específico, como em cozinhas ou lavandarias. Estes seriam os mais adequados para proteger condutores de secção  $4\text{mm}^2$ , cuja capacidade de condução de corrente chega até aos 25A.

No que toca aos interruptores diferenciais, também se aplicaram os meus critérios que se aplicou em relação aos disjuntores, com algumas alterações. Apesar da própria corrente nominal dos componentes ser crucial para garantir a seletividade da instalação, o tipo de curva e a sensibilidade diferencial tornaram-se mais prioritários, por razões intrínsecas à categoria dos componentes em si.

Os diferenciais com uma sensibilidade de 30mA, considerados de alta sensibilidade, seriam normalmente aplicados em áreas com maior risco de contacto humano, como por exemplo, no caso presente, em casas de banho, cozinhas, lavandarias ou tomadas exteriores. Assim, a quantidade de diferenciais com esta sensibilidade em específico irá depender principalmente do tipo de habitação onde se irá inserir (T1, T2 ou T3, por exemplo) devido ao número de casas de banho que poderá ter. O facto de ter varanda ou qualquer área exterior também poderá influenciar o mesmo. Por outro lado, os diferenciais com uma sensibilidade média, de 300mA, já são menos restritivos, devido ao facto de serem instalados em circuitos gerais onde a proteção de pessoas não é o objetivo principal, como nos quadros gerais de distribuição.

O critério seguinte, mas igualmente importante, é o tipo de correntes de fuga que o diferencial consegue detetar. O tipo mais comum seria o tipo AC, que deteta correntes de fuga alternadas puras (sinusoidais) que normalmente são aplicadas em circuitos com cargas lineares, como por exemplo iluminação convencional ou tomadas sem equipamentos sensíveis. Por isso, este caso em particular será bastante relevante no caso das habitações [47]. No entanto, poderá também revelar certas vulnerabilidades, nomeadamente o facto de não conseguir detetar correntes de fuga com componentes contínuas ou pulsantes, comuns em equipamentos mais modernos. Para compensar esta falha, também seriam instalados diferenciais do tipo A. Estes são capazes de detetar correntes de fuga alternadas puras e correntes pulsantes com componente contínua, onde são aplicados geralmente em equipamentos com eletrónica de potência, como máquinas de lavar, micro-ondas, unidades de ar condicionado e bombas de calor. Assim oferecem uma

proteção mais abrangente, compensando as vulnerabilidades dos tipos de diferenciais anteriores.

- Descarregador de sobretensões
  - Tipo: Descarregador de sobretensões Tipo 2 (T2)
  - Configuração: 1P+N (fase + neutro)
  - Tensão nominal ( $U_c$ ): 320V~
  - Corrente máxima de descarga ( $I_{max}$ ): 20kA por pólo

Apesar do seu preço acentuado, este dispositivo também se encontra disponível no pacote económico devido à sua importância no que toca à salvaguarda de equipamentos elétricos e eletrónicos contra danos causados por sobretensões. No entanto, a sua inclusão no pacote e possível obrigatoriedade vai depender do resto da própria instalação. Só será obrigatório caso o edifício onde se encontra a instalação esteja equipado com sistemas de proteção contra descargas atmosféricas, a instalação encontra-se numa zona de elevada densidade de descargas atmosféricas ou simplesmente caso tenha equipamentos sensíveis ou de elevado valor [4], o que será o caso especialmente em gamas superiores.

Assim, com os componentes mais importantes do quadro elétrico desta gama escolhidos, será então possível visualizar de forma gráfica como será o esquema de um possível quadro elétrico:

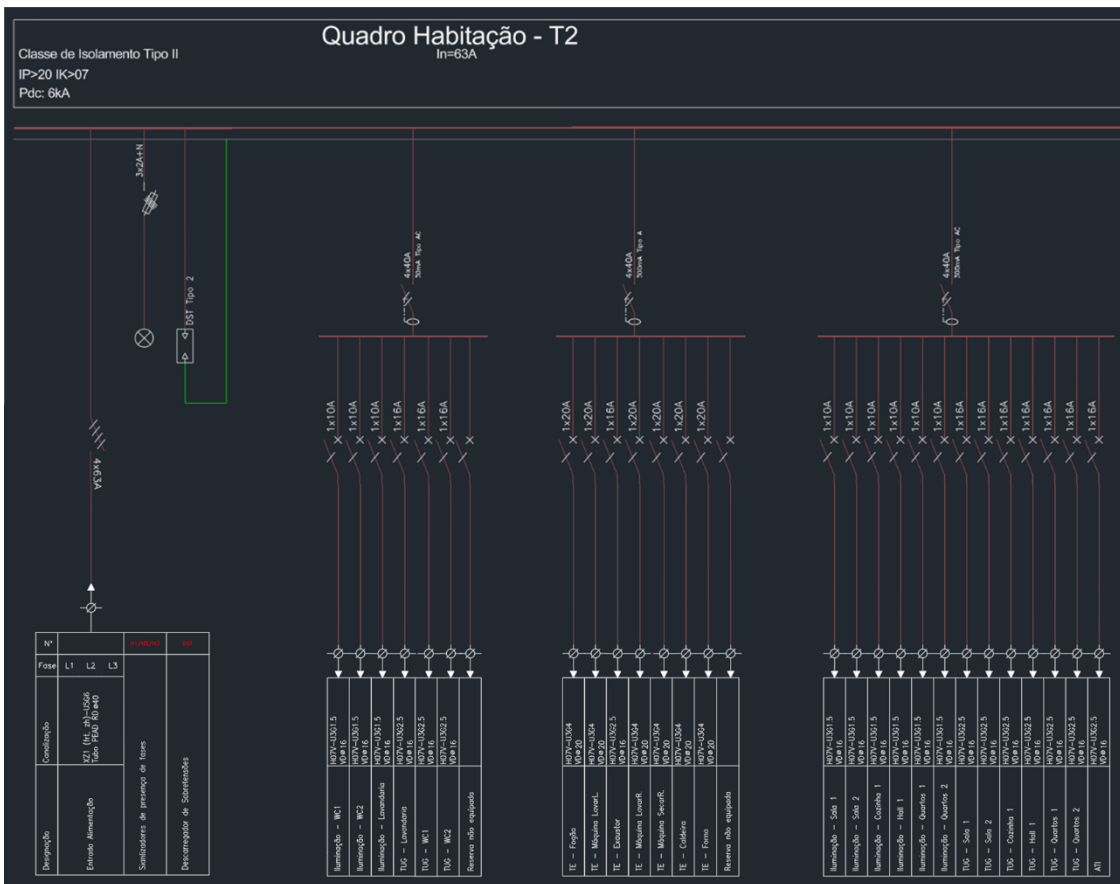


Figura 12 - Exemplo esquema quadro habitação T2

É de notar que o esquema acima apresentado é apenas um exemplo de um possível quadro elétrico de uma instalação residencial T2. A disposição e quantidade dos vários componentes referidos anteriormente ou na Figura 12 poderá variar, como também já foi dito anteriormente, dependendo da tipologia da instalação ou do pacote escolhido.

### Pacote Value For Money (Quadro Elétrico Habitação)

Neste pacote foram selecionados apenas produtos *Hager*, todos com características bastante semelhantes ao do pacote económico, para garantir uma qualidade superior através de todas as gamas. Assim, só irão ser analisados os produtos que mais se destacam pelas diferenças:

- Quadro elétrico
  - Invólucro (*Hager*)
    - Dimensões LxAxP (mm): 335x615x90
    - Filas X Módulos: 36 módulos (3x12) (com opção para 48 módulos)
    - Aplicação: Embutida (INT)
    - Materiais: Plástico (RAL 9010 – branco puro)

- Proteção e segurança: Classe de isolamento II, IP30, GWT=650°C
  - Características elétricas:  $I_n=63A$ ,  $U_e=230/400V\sim$
- Interruptor
    - Tipo: Interruptor diferencial (RCCB)
    - Aplicação: Proteção de pessoas contra contactos diretos e indiretos, e instalações contra falhas de isolamento
    - Corrente nominal ( $I_n$ ): 40A
    - Sensibilidade diferencial ( $I_{\Delta n}$ ): 300mA
    - Detecção correntes de fuga: Tipo A HI
    - Nº de polos: 4P (3 fases + neutro)
    - Corrente de curto-circuito condicional ( $I_{nc}/I_{\Delta c}$ ): 10kA
    - Tensão de isolamento ( $U_i$ ): 500V

A principal diferença entre os diferenciais utilizados no pacote anterior e o apresentado em cima é a deteção de correntes de fuga. Este interruptor diferencial é do tipo A HI, ou seja, deteta correntes de fuga alternadas e pulsantes com componente contínua, oferecendo proteção abrangente contra diversos tipos de falhas de isolamento. Com a crescente utilização de dispositivos eletrónicos modernos, como computadores, carregadores e eletrodomésticos inteligentes, os diferenciais deste tipo proporcionam uma proteção ainda mais eficaz, minimizando disparos intempestivos, causados por perturbações elétricas [48].

Para além destas diferenças-chave, entre as três gamas, os pacotes são bastante semelhantes nesta vertente, principalmente devido ao facto de existir uma forte legislação que define métricas rigorosas sobre as características destes componentes. Assim, a margem para criar valor entre os pacotes, quer seja através da inclusão de novos produtos, ou através de produtos já existentes em gamas anteriores, mas com pormenores ou características adicionais que os fazem destacar ou mais atrativos em relação ao anterior. Por isso, recorreu-se à alteração, por exemplo, do tipo de deteção de correntes de fuga, no caso de alguns diferenciais na gama intermédia, ou de sensores de energia que monitorizam a carga de um dado circuito, na gama *premium*. O mesmo problema irá reaparecer num capítulo futuro, quando se irá abordar a infraestrutura de carregamento dos veículos elétricos.

## 4.1 Quadros Elétricos Dedicados ao Carregamento de VE

A crescente adoção de veículos elétricos em ambientes residenciais exige a implementação de infraestruturas de carregamento mais seguras, eficientes e em conformidade com as normas técnicas aplicáveis. Os quadros elétricos dedicados ao carregamento de VEs desempenham um papel crucial na proteção e gestão de energia destes equipamentos, sendo essencial uma análise mais técnica e detalhada dos componentes necessários e as suas possíveis configurações.

### 4.1.1 Requisitos Técnicos e Normativos

A instalação de quadros elétricos dedicados ao carregamento de VEs deve atender às RTIEBT, que estabelecem critérios para proteção contra choques elétricos ou sobreintensidades. No entanto, para além disso, a norma IEC 60364-7-722 [49] fornece diretrizes específicas para instalações elétricas em locais que incluem pontos de carregamento de veículos elétricos, abordando aspetos como proteção diferencial, contra sobrecargas e curto-circuitos, inclusão de dispositivos que permitam o seccionamento seguro do circuito e a implementação de sistemas de aterramento eficazes para garantir a segurança da instalação. Assim, com estas regras e normas em mente, irá ser apresentado no subcapítulo seguinte um exemplo de um possível quadro elétrico que gere um ponto de carregamento, com os componentes escolhidos para o pacote *High-End*.

### 4.1.2 Configuração do QE para Carregamento VE

Antes de começar a análise dos componentes que iriam integrar o quadro elétrico, será mais prudente verificar as características do próprio ponto de carregamento, para assegurar o maior nível possível de compatibilidade entre este e os dispositivos de proteção a montante.

- Carregador VE [50]
  - Potência Máxima: 22kW
  - Alimentação: Trifásica (400V)
  - Tomada: Tipo 2<sup>13</sup>

---

<sup>13</sup> Os carregadores de tipo 2 proporcionam uma velocidade de carregamento rápido, funcionando entre 30 a 80A, demorando aproximadamente 3 a 6 horas para um carregamento completo. Este tipo é o mais atualizado atualmente [63]. É de notar que esta característica é independente dos tipos de conectores em si que, neste caso, está conforme os *standards* europeus.

- Montagem: Parede (*Wallbox*)
- Funcionalidades de segurança
  - Detecção de corrente residual DC integrada (6 mA), que permite utilizar um diferencial do tipo A a montante
  - Proteção contra sobretensão e subtensão
  - Proteção contra sobrecarga e curto-circuito (requer disjuntores externos)
  - Também é recomendado a utilização de um diferencial de alta sensibilidade a montante
- Grau de proteção: IP54 / IK08
- Interface e controlo
  - Autenticação RFID<sup>14</sup>
  - Contador de energia certificado MID
  - Ecrã LCD
  - Comunicação via *Ethernet*, *Wi-Fi*, Bluetooth

Como é possível verificar através destas características, o posto de carregamento em questão já apresenta algum tipo de proteção, mas não é suficiente para garantir a segurança total do circuito a montante. Ainda, devido à potência máxima elevada que o posto consegue fornecer, por sua vez também exige uma infraestrutura robusta e fiável, capaz de suportar carregamentos de longa duração a baixa potência até carregamentos rápidos, sem comprometer o resto da instalação elétrica. Assim, os componentes constituintes do quadro elétrico que vai controlar este posto são os seguintes:

- Quadro Elétrico
  - Caixa [51]
    - Grau de proteção IP65, ideal para ambientes expostos, como garagens ou espaços exteriores

---

<sup>14</sup> É uma forma de comunicação wireless que incorpora a utilização de acoplamento eletromagnético ou eletrostático na parte de radiofrequência do espectro eletromagnético para identificar de forma única um objeto, animal ou pessoa [64]. Neste caso, serve para controlar o acesso ao carregamento, garantindo que apenas utilizados autorizados possam iniciar uma sessão de carga.

- Possui espaço modular (18 módulos) para montagem de todos os equipamentos necessários, mantendo ventilação e proteção mecânica adequadas
- Disjuntor [52]
  - Proteção termomagnética de 32ª com 4 polos, compatível com o regime trifásico do carregador
  - Curva C adequada para cargas indutivas médias, protegendo de forma mais eficaz contra curto-circuitos e sobrecargas
  - Capacidade de corte de 10kA excede os requisitos normais para ambientes domésticos, proporcionando uma margem adicional de segurança
- Interruptor diferencial [53]
  - Com corrente nominal de 40A e sensibilidade de 30mA, como estava recomendado
  - Inicialmente, estava incluído nesta categoria a versão deste produto do tipo AC, visto que se pensava que o carregador estava munido de uma proteção do tipo B. No entanto após uma segunda análise do posto, provou-se não ser o caso, alterando-se para um diferencial do tipo A, sendo esta a escolha recomendada para a maior parte dos circuitos VE devido ao potencial uso de conversores internos no carregador
- Interruptor seccionador [54]
  - Permite isolar completamente o circuito de alimentação do carregador, fundamental durante obras de manutenção ou em emergências
  - Comutação dos 4 polos assegura a interrupção do neutro, alinhada com boas práticas em instalações trifásica com risco de desequilíbrios de fase

A proteção fornecida pelos dispositivos descritos é suficientemente adequada e tecnicamente correta para a alimentação do carregador ABB, garantindo proteção elétrica e mecânica, no caso do próprio quadro. Contudo, considerando que o carregador em questão é um equipamento de potência elevada e com conversores AC/DC internos, a utilização de um interruptor diferencial B poderia ser a resposta mais apropriada, especialmente quando há transformações internas não isoladas galvanicamente [55].

Assim uma possível melhoria seria a substituição do diferencial do tipo A para um equivalente do tipo B, cujo produto também se encontra disponível pela marca [56]. Assim iria garantir proteção total em conformidade com a norma IEC 60364-7-722 [49], referida anteriormente, especialmente em situações de falha no sistema de conversão AC/DC do posto de carregamento. Se fosse o caso, seria necessário também trocar o diferencial instalado a montante, no quadro de distribuição principal da instalação, do tipo A/AC para um equivalente do tipo B, para garantir a seletividade o máximo o possível.

Outra possível melhoria nesta vertente seria a integração de um medidor de energia trifásico, que permitia monitorizar consumos, integrar com plataformas domóticas e ajustar certos limites de corrente programáveis pelo utilizador. No entanto, este posto em si já permite realizar estes ajustes, quer através do ecrã integrado ou através de uma aplicação móvel compatível, por isso só faria sentido caso o cliente/utilizador adquirisse um posto sem estas características.

Por fim, embora não se tenha referido neste capítulo, a instalação de um dispositivo contra descargas atmosféricas (como um DST), diretamente na origem da instalação VE pode se provar justificável em certas zonas com elevada exposição. Também é de notar que toda a instalação referida anteriormente teve como pressuposto o carregamento de apenas 1 veículo elétrico e que a instalação deve ser realizada por profissionais qualificados.



## 5 Análise Económica e Estratégia Comercial

Este capítulo irá apresentar uma análise técnica e financeira das soluções propostas, avaliando os custos diretos por topologia e gama, bem como a sua viabilidade e posicionamento estratégico no mercado. O objetivo, assim, é garantir que cada pacote entregue valor acrescentado de forma proporcional ao investimento, promovendo simultaneamente a racionalização de decisões de compra e a escalabilidade das soluções para diferentes segmentos habitacionais.

### 5.1 Análise Detalhada de Custos Diretos

A estrutura de custos foi organizada em dois blocos principais: com e sem infraestrutura de carregamento de veículos elétricos, principalmente devido ao facto de, apesar da crescente inserção no mercado, ainda não são universalmente adotados, juntamente com a necessidade de ter espaço para tal infraestrutura em primeiro lugar. Por isso, foi decidido que esta vertente seria inteiramente opcional.

A análise que se segue incide sobre a versão sem VE, mais representativa da realidade geral dos projetos habitacionais atuais. Os valores representam os custos agregados por tipologia (T1, T2, T3) e por gama de oferta (*Eco*, *Value for Money*, *High-End* e *High-End KNX*):

Tabela 1 - Custos dos pacotes (Domótica + Aparelhagem + Iluminação)

		Níveis de oferta			
		Eco	VfM	High-End	High-End KNX
Tipologia	T1	558 €	3067 €	5267 €	6951 €
	T2	724 €	3271 €	5753 €	7951 €
	T3	828 €	3810 €	6299 €	8777 €

Na Tabela 1, é possível verificar na escalabilidade de preços, à medida que vamos percorrendo pelos pacotes, o custo total destas categorias aumenta de forma logarítmica. Do pacote Eco para o *Value for Money* (VfM), os custos aumentam quase 5x em todas as tipologias, mas só aumentam em média 1,7x para o *High-End* (HE). Os custos baixos do pacote de entrada devem-se sobretudo ao facto de não apresentar qualquer tipo de domótica, o que faz encarecer os restantes de forma significativa, especialmente o HE. Isto é especialmente evidente na comparação do pacote económico ao VfM, onde meramente a inclusão da vertente domótica, faz disparar o custo final. A aparelhagem também contribuiu um pouco para este aumento, com a inclusão de comutadores especializados (para estores por exemplo) ou de tomadas capazes de carregamento por USB-C. No que toca à iluminação, o custo total desta categoria aumentou também, como é óbvio, mas não influenciou esta diferença, visto que a média individual dos preços dos produtos em si só aumentou 1,3x. O custo aumentou principalmente por causa da maior variedade de produtos, não dos seus custos inerentes.

Por outro lado, a análise entre VfM e HE torna-se menos linear. A vertente da domótica do pacote HE apresenta a mesma quantidade de produtos em geral, mas inclui um videoproteiro e assistentes inteligentes, desequilibrando esta diferença. Ainda, a aparelhagem de ambos os pacotes é bastante em termos de pura funcionalidade, mas o pacote HE é altamente personalizável em termos de materiais e cores, quer dos quadros, dos quadros ou até dos mecanismos em si. Como foi referido anteriormente, toda a aparelhagem, para efeitos de análise e simplicidade, foi escolhida com a cor base, geralmente em branco ou branco mate. Por isso esta comparação entre estes dois pacotes puramente através dos custos poderá ser insuficiente. Entretanto, no caso da iluminação, o seu custo é cerca de 3,2x superior no HE, devido ao facto de ser inteiramente conectada e personalizável (durante a sua utilização).

Este paradigma muda quando se altera a comparação agora entre o pacote *VfM* e o HE KNX, onde a diferença já é de 2,3x em média, em todas as tipologias. É de notar que a iluminação em ambos os pacotes HE apresenta os mesmos produtos, bem como a aparelhagem. Esta súbita diferença de custos denota-se mais na domótica, onde o preço médio dos produtos nesta vertente é aproximadamente de 558 €, vastamente superior ao custo de 113 € no pacote *VfM*. Esta média é explicada pela inclusão de servidores inteligentes, controladores de sala com ecrã tátil ou videoporteiro com painel de entrada, solidificando este como o pacote mais *premium* e dedicado ao tipo de cliente mais seletivo e entusiasta no setor.

Tabela 2 - Custos dos pacotes (Telecomunicações + Quadro Elétrico)

		Níveis de oferta			
		Eco	<i>VfM</i>	<i>High-End</i>	<i>High-End</i> KNX
Tipologia	T1	1271 €	1439 €	2134 €	3852 €
	T2	1293 €	1479 €	2148 €	3865 €
	T3	1301 €	1517 €	2180 €	3870 €

Ao contrário da análise anterior, os custos apresentados na Tabela 2 revelam o nível mínimo de qualidade estabelecido por todas as gamas, altamente promovendo segurança e fiabilidade. Como já foi referido em capítulos anteriores, a maior diferença entre os três pacotes no que toca às telecomunicações são os próprios ATI, variando entre terem apenas uma caixa única no pacote económico até ao bastidor totalmente equipado no pacote *premium*, revelando aí um pequeno fosso no que toca aos custos finais dessa categoria. Entretanto, no que toca aos quadros elétricos, tanto o preço como a qualidade dos produtos se mantém constante, adicionando apenas micromódulos de potência ou sensores de energia ao pacote HE. No pacote HE KNX, este paradigma altera-se substancialmente devido à adição de todas as fontes de alimentação e atuadores necessários para o correto funcionamento da domótica. Apenas estes componentes adicionais representam quase 50% do custo final nestes parâmetros.

Tabela 3 - Custos dos pacotes (Total)

		Níveis de oferta			
		Eco	VfM	High-End	High-End KNX
Tipologia	T1	1829 €	4506 €	7401 €	10803 €
	T2	2017 €	4750 €	7901 €	11817 €
	T3	2129 €	5327 €	8479 €	12647 €

Assim, adicionando ambos os valores, como é possível ver na Tabela 3, verificamos um crescimento linear dos custos globais, com uma gama de entrada acessível e um custo relativamente baixo, mas com pouco espaço para expansão, uma gama intermédia que, apesar de custar 2,3x mais que a gama anterior, apresenta-se como uma alternativa extremamente apelativa, oferecendo domótica com uma relação preço/qualidade muito acentuada, produtos de alta qualidade e bastante flexível no que toca a possíveis expansões futuras, mesmo que possa pecar no *design* em si em certas áreas. Seguidamente, ambos pacotes HE apresentam custos elevadíssimos em comparação, mas por outro lado, também apresentam produtos mais únicos, com maior qualidade, *design* e funcionalidade. Ao contrário do pacote económico ou, de certa forma, do pacote intermédio, a escolha dos produtos nunca dependeu dos preços em si ou na própria eficácia da sua instalação pós-compra. Também é de notar que estes custos finais não têm em conta toda a tubagem ou cablagem necessária para o bom funcionamento de uma instalação elétrica, simplesmente devido a dois fatores: o preço dos cabos está altamente dependente do preço volátil do cobre, que varia diariamente, logo uma estimativa do preço final desta categoria prova-se ser pouco intuitiva; a quantidade de cabos e tubos depende do tamanho da própria instalação elétrica. Assim só será possível apresentar um orçamento completo mais preciso no momento.

Tabela 4 - Custos dos pacotes (Total com VE)

		Níveis de oferta			
		Eco	<i>VfM</i>	<i>High-End</i>	<i>High-End</i> KNX
Tipologia	T1	1829 €	5582 €	9518 €	12990 €
	T2	2017 €	5826 €	10018 €	14004 €
	T3	2129 €	6403 €	10596 €	14834 €

Como era de esperar, com a adição dos custos de toda a infraestrutura para o carregamento de veículos elétricos, visto na Tabela 4, todos os custos finais aumentaram, com a exceção do pacote económico, onde não apresenta esta vertente. Comparando os custos finais com e sem VE revelam que um pequeno aumento no preço em ambos os pacotes HE, um aumento de 26%. Paralelamente, o pacote *VfM* recebeu aumento de 22%, tanto devido ao facto de o custo original ser mais baixo, mas também porque o custo da vertente de VE é significativamente menor. Comparando apenas as categorias de VE entre estas duas gamas, o custo da infraestrutura inteira da gama mais alta é quase 1,9x superior ao da anterior, proveniente do preço do próprio posto de carregamento.

Por fim, é possível concluir que o acréscimo de funcionalidade e qualidade técnica entre gamas representa incrementos proporcionais de custo. A transição de Eco para *VfM* quase que triplica o investimento, enquanto a passagem para HE quase que o quadruplica, refletindo-se nos produtos escolhidos, como domótica, iluminação totalmente inteligente e estética *premium*.

Antes de avançar para o próximo subcapítulo, é preponderante referir que os preços finais são apenas estimativas realizadas na altura de escrita deste documento, visto que o preço de cada produto pode variar de forma individual e podem ser atualizados a cada mês ou a cada ano, dependendo da marca. Também não têm em conta inflação ou outros fatores externos.

## 5.2 Avaliação Funcional por Gama

Após a análise financeira de cada pacote e como os produtos escolhidos refletem com precisão o preço final, é prudente e avaliar, pela última vez, o papel de cada gama e de que forma irá ser visível para o mercado-alvo onde se irá inserir.

### **Pacote Eco**

Projetado para obras com constrangimentos orçamentais, a solução utiliza aparelhagem *Valena Life* da *Legrand* e componentes *Tev2*, eliminando completamente a domótica ou qualquer tipo de sistema conectado. A estrutura é minimalista, dando prioridade à segurança e conforto. Embora seja uma solução bastante funcional, dentro dos seus limites, abdica da capacidade de expansão e estética em prol de um custo mais acessível. O preço competitivo, entre 1829 a 2129€ torna-o especialmente atrativo em projetos de reabilitação ou empreendimentos simples.

### **Pacote Value for Money (VfM)**

Este pacote valoriza a funcionalidade acima de tudo, integrando soluções da *Schneider* na vertente da domótica e quadro elétrico, com todos os componentes necessários, da *Hager*, com proteções robustas e líderes de mercado. A escolha de luminárias e aparelhagem oferece um equilíbrio entre funcionalidade e *design*.

O acréscimo de custo relativamente ao Eco justifica-se pelas funcionalidades avançadas e maior durabilidade, sendo ideal para uma habitação nova de segmento médio a médio-alto. Ainda, a inclusão opcional do módulo VE poderá ser um trunfo adicional para os clientes mais sensíveis à sustentabilidade ou que já adquiriram um veículo elétrico e procuram uma infraestrutura de alta qualidade.

### **Pacote High-End**

Nesta gama, o foco recai sobre a integração total de sistemas conectados. Produtos de topo como os quadros elétricos da *Schneider* ou a domótica da gama *JUNG Home* representam o que há de mais avançado em termos de funcionalidade e *design*. Este pacote destina-se a clientes com exigências específicas (personalização, automação integral e estética), sendo também especialmente adaptado para residências de luxo ou semelhantes. Tal como a gama anterior, também disponibiliza uma oferta de alta qualidade de carregamento para veículos elétricos, vinda da *ABB*.

No entanto, as limitações da linha de produtos *JUNG Home* salientam-se, especialmente comparando-a com os produtos da gama anterior em termos de pura funcionalidade. Assim, estas foram notadas e compensadas com alguns componentes KNX na versão superior.

### **Pacote *High-End KNX***

Este é o pacote que simboliza o culminar da solução técnica, em comparação às restantes gamas, voltado para entusiastas da automação residencial, com integração total via protocolo *KNX*. Inclui sensores multifunção, atuadores, painéis táteis e *gateways*. A infraestrutura de telecomunicações é da Quitérios e o quadro elétrico permanece semelhante à gama anterior, com a inclusão de alguns componentes necessários para o bom funcionamento da domótica. Tal como as duas gamas anteriores, também oferece um posto de carregamento individual para VE da *ABB*, igual à gama HE.

Esta é a única gama que permite a implementação de funcionalidades com cenários personalizados, controlo por voz e interoperabilidade com sistemas HVAC, tudo num só pacote. O custo total elevado (até 14834 € para T3 com VE) é justificado pela longevidade, escalabilidade e *performance* inigualável do sistema.

## **5.3 Margens Comerciais e Estratégia de Venda**

A proposta de pacotes agregadores foi desenvolvida não só de uma pura perspetiva técnica, mas também com um enquadramento comercial sólido e viável para a sua possível entrada no mercado. Cada nível de oferta representa uma combinação equilibrada entre custo, valor psicológico e margem comercial, permitindo à empresa ajustar a sua abordagem de vendas consoante o tipo de cliente, obra e canal de distribuição.

Fazendo uma breve análise às margens de cada pacote, a margem unitária do pacote Eco é bastante reduzida, em comparação aos restantes, uma vez que o foco está na competitividade do preço final. Claro que alguns produtos, especialmente na aparelhagem da *Valena Life (Legrand)* poderão apresentar margens ligeiramente superiores, outras categorias como a iluminação já não serão o caso. Esta gama é especialmente atrativa para, como por exemplo, para concursos públicos, programas de habitação acessível ou simplesmente uma habitação mais modesta e simples. A estratégia aqui assenta no volume e na standardização da solução, abrindo a oportunidade para mais ganhos operacionais ao nível logístico e de instalação. Caso seja necessário apresentar as marcas como incentivo à compra, as marcas *Legrand* e *Tev2* estarão na frente publicitária, visto que garantem confiança, mesmo com produtos e investimento reduzido.

A seguir, o pacote intermédio (*Value for Money*) representa a proposta comercial mais robusta e viável. O equilíbrio entre o custo de aquisição e valor funcional permite aplicar margens superiores às da gama Eco, com menor resistência de venda. A inclusão da domótica da gama Wiser, da Schneider, proteção reforçada e iluminação de maior qualidade confere-lhe uma atratividade transversal a todos os bolsos: serve tanto a clientes particulares exigentes, como promotores imobiliários de segmento médio. Adicionando o facto deste pacote ter uma combinação de múltiplas marcas líderes no mercado, com ótimas relações com a Nortécnica, especialmente no departamento comercial, será o pacote com o maior investimento publicitário, dentro dos restantes. Este irá ser ideal para contratos diretos, para gabinetes de projeto e empresas instaladoras que procuram valor acrescentado sem sacrificar o orçamento.

Passando agora para o outro lado do espetro, o pacote High-End claramente posiciona-se como um conjunto de produtos *premium*, com custos naturalmente mais elevados, devido ao tipo de material envolvido (melhor resistência mecânica, estética e funcionalidades avançadas) e à perceção de exclusividade associadas às marcas escolhidas, como *Schneider* e *JUNG*. A venda deste pacote irá exigir uma abordagem mais personalizada e consultiva, com apoio técnico direto e, possivelmente, acompanhamento em obra. Também será uma oportunidade desconstruir o pacote e propor certas vertentes como *upgrades* a projetos de maior envergadura, continuando a disponibilizar uma certa margem para personalizações. Certamente, tanto este como a versão KNX, serão os pacotes com menor adesão, em termos de pura quantidade, mas não estará muito atrás dos restantes em termos de puro lucro, parte devido ao custo elevado do pacote em si.

Por fim, o pacote *High-End KNX* destina-se a nichos específicos com sensibilidade à integração tecnológica e automação avançada. Com uma estrutura modular *KNX*, este pacote permite uma forte diferenciação da concorrência e até mesmo dos outros pacotes disponíveis. Por outro lado, a sua venda implica quase sempre um processo de prescrição técnica, quer seja por arquitetos, engenheiros ou consultores da área, e requer formação e preparação do instalador. Apesar do valor incomparável que é oferecido, sobretudo em projetos com ambições de certificação energética ou *smart homes*, será, como já foi referido, ideal para um segmento de mercado extremamente pequeno, não apresentando razões suficientes para manter tais produtos em stock. A verdadeira viabilidade deste pacote, em termos comerciais, ainda está por definir.

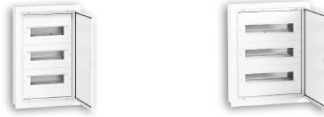
Para sustentar a estratégia comercial, foram desenvolvidos dois tipos de materiais de apoio, cada um servindo um propósito diferente em diferentes segmentos:

- **Catálogos técnicos por gama:**

Cada catálogo inclui a lista completa de componentes, referências técnicas, imagens dos produtos e esquemas ilustrativos por tipologia (T1, T2 e T3, por exemplo). Estes catálogos foram concebidos para serem utilizados em contexto de venda técnica, como ferramenta de apoio ao orçamento ou disponibilizados no *website* oficial da loja. Na Figura 13, é possível verificar um protótipo de uma capa de um dos catálogos que estarão disponíveis, bem como será apresentada toda a informação relativa aos produtos na Figura 14.



Figura 13 - Protótipo do catálogo Eco



Quadro P125 Embutido		
Dimensões LxAxP (mm)	325 x 500 x 125	400 x 500 x 125
Filas x Módulos	3 x 12	3 x 16
Materiais	Caixa base: Plástico - PSHI (poliestireno de alto impacto) Aro e porta: Alumínio lacado a branco Chassis: Alumínio Barramentos: Suporte plástico e barramento em latão	Caixa base: Plástico - PSHI (poliestireno de alto impacto) Aro e porta: Alumínio lacado a branco Chassis: Alumínio Barramentos: Suporte plástico e barramento em latão
Proteção e segurança	Classe II de Isolamento IP 54, IK 07 GWT: 650°C Carga estática: 200 kg/m <sup>3</sup> Temperatura Instalação: -25°C a 55°C	Classe II de Isolamento IP 54, IK 07 GWT: 650°C Carga estática: 200 kg/m <sup>3</sup> Temperatura Instalação: -25°C a 55°C
Características elétricas	In: 63A Ue: 230V/400V~ Ui: 690V Pde - 30K: 36W f: 50Hz	In: 63A Ue: 230V/400V~ Ui: 690V Pde - 30K: 43W f: 50Hz

Figura 14 - Exemplo de página do catálogo Eco (protótipo)

- **Flyer Comercial Unificado:**

O *flyer* resume de forma gráfica resume de forma gráfica os três níveis de oferta (o pacote *HE KNX* está misturado com o *HE* normal), destacando alguns produtos-chave e as suas características (segurança, estética, domótica, eficiência). Apresenta-se com uma peça leve, dirigida a clientes finais, sendo ideal para a utilização em pontos de venda e redes sociais. Também inclui um *QR code* para acesso direto à página da loja relativa aos pacotes agregadores. É possível verificar o flyer na Figura 15 e Figura 16.

ECO	VALUE FOR MONEY	HIGH-END
<p><b>Quadros e Armários de Telecomunicação</b></p> <p>Icons: 320N, 750N, 1250N</p>	<p><b>Domótica</b></p> <p>Icons: KNX, Wi-Fi, Bluetooth</p>	<p><b>Domótica (com KNX e Videoporteiro)</b></p> <p>Icons: KNX, Wi-Fi, Bluetooth, Video Doorbell</p>
<p><b>Aparelhagem</b></p> <p>Icons: 230V, 10A, 320N</p>	<p><b>Iluminação</b></p> <p>Icons: 230V, 24V, 26V, 28V, 30V, 32V, 34V, 36V, 38V, 40V, 42V, 44V, 46V, 48V, 50V, 52V, 54V, 56V, 58V, 60V</p>	<p><b>Iluminação Inteligente</b></p> <p>Icons: 230V, 24V, 26V, 28V, 30V, 32V, 34V, 36V, 38V, 40V, 42V, 44V, 46V, 48V, 50V, 52V, 54V, 56V, 58V, 60V, Wi-Fi, Bluetooth, KNX</p>
<p><b> Tubos e cabos</b></p> <p>Icons: 320N Leve, 2 Joule, -5% a +60%</p>	<p><b>Veículos Elétricos</b></p> <p>Icons: 320N, 750N, 1250N, 22kW, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50, 55, 60, 65, 70, 75, 80, 85, 90, 95, 100</p>	<p><b>Veículos Elétricos</b></p> <p>Icons: 320N, 750N, 1250N, 22kW, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50, 55, 60, 65, 70, 75, 80, 85, 90, 95, 100, Wi-Fi, Bluetooth, KNX</p>
<p>Progress bar: 100% (Price), 100% (Quality), 100% (Domótica)</p>	<p>Progress bar: 100% (Price), 100% (Quality), 100% (Domótica)</p>	<p>Progress bar: 100% (Price), 100% (Quality), 100% (Domótica)</p>

€ - Preço    Wi-Fi - Qualidade    Lightbulb - Domótica

Figura 15 - Páginas 2, 3 e 4 do flyer publicitário (protótipo)

**A ESCOLHA CERTA PARA PROFISSIONAIS**

- 5 pontos de venda e 4 armazéns.
- Entregas em qualquer local do país.
- Gama alargada em stock.

Todos os produtos aqui apresentados ou incluídos em cada pacote estão em conformidade com as normas da categoria onde se inserem, tais como:

- Carregadores para VE - EN 61851 (Requisitos gerais para sistemas de carregamento).
- Quadros Elétricos - EN 61439 (Requisitos técnicos e construtivos para quadros elétricos residenciais)

---

**Simbologia:**

Poder de corte	Temperatura da cor ajustável
Proteção contra poeiras e líquidos	Proteção contra impactos mecânicos
Carregador VE do tipo 2	Produto com ecrã
Livre de halogéneos	Produto com aplicação móvel
Resistência aos choques mecânicos	
Resistência ao esmagamento 320N Leve 750N Média 1250N Forte	

**nortécnica**  
POWER FOR YOU

**Protótipo**

Em progresso

[www.nortecnica.pt](http://www.nortecnica.pt)

**Nortécnica**

comercial@nortecnica.pt  
+351 229 069 000

Porto: R. do Tranco 67  
4465-273, S. M. de Infesta

Coimbra: R. da Pragueira 33  
3020-185

Viseu: R. da Mata Mansa Lt. 190  
Loja A, 3500-899

Figura 16 - Páginas 1, 5 e 6 do flyer publicitário (protótipo)

- **Apoio à Venda Técnica**

A existência de uma aplicação digital (ou online) desenvolvida permite tanto à empresa comercial simular rapidamente diferentes pacotes e emitir uma proposta técnica adaptada às exigências do cliente. Isto reduz o ciclo de venda e aumenta a confiança durante a decisão, ao fornecer imediatamente documentos técnicos sobre todos os produtos que integram a gama escolhida.

Esta abordagem integrada – pacotes estruturados, juntamente com ferramentas digitais e materiais de apoio – permite escalar o modelo comercial, mantendo controlo sobre margens, bem como coerência técnica das soluções.

## 6 Desenvolvimento Assistente Digital

Este capítulo irá documentar o processo de desenvolvimento de uma aplicação digital designada temporariamente por “**Assistente de Componentes Elétricos**”, uma ferramenta interativa, desenvolvida em Python com recurso à biblioteca “*customtkinter*” para a interface gráfica e alguns módulos auxiliares para certas características *quality of life (QoL)*. O objetivo da aplicação é apoiar o processo de seleção de pacotes de componentes elétricos adequados a diferentes tipologias habitacionais e perfis orçamentais, oferecendo uma experiência de utilizador fluida, intuitiva e tecnicamente rigorosa.

Ao longo do desenvolvimento, procurou-se garantir uma estrutura modular, facilitando a manutenção, atualização e expansão futura da aplicação. A lógica subjacente incorpora validações contextuais, armazenamento e memória de sessões anteriores (talvez para tratamento de dados), apresentação de catálogos em formato PDF e integração de elementos gráficos adaptados a vários temas, conforme a preferência do utilizador.

A aplicação surge como resposta direta à necessidade da empresa promotora do estágio de fornecer um sistema automatizado para a recomendação de soluções elétricas integradas, sendo um elemento central na estratégia de diferenciação comercial associada à oferta de pacotes agregadores. Ainda, esta própria necessidade foi identificada pelo aluno responsável e pela orientadora do mesmo, tanto pelo motivo referido anteriormente, mas também como uma possível valorização do trabalho realizado durante o estágio. Também é de notar que a

aplicação que irá ser apresentada é apenas um protótipo e serve apenas como um exemplo do que um assistente virtual deste tipo se poderá parecer ou quais funcionalidades poderá ter.

Nas secções seguintes, será feita uma descrição detalhada da arquitetura geral da aplicação, e por sua vez do seu código, das suas funcionalidades principais e do modo como estas se articulam com a lógica comercial e técnica previamente delineada no desenvolvimento dos pacotes.

## 6.1 Visão Geral do Código Desenvolvido

A aplicação “Assistente de Componentes Elétricos” foi desenvolvida em ambiente Python 3.11, utilizando o módulo “*customtkinter*” como base para a interface gráfica, de forma a assegurar compatibilidade nativa com vários temas visuais, como tema claro e escuro, e proporcionar uma experiência mais moderna e consistente ao utilizador. Este módulo também permite a simplificação e otimização de certas partes do código em si. O projeto foi concebido com uma arquitetura funcional em mente, centrada na interação sequencial entre o utilizador e o sistema, com transições suaves entre janelas, validações contextuais e preservação de estado entre etapas/perguntas.

### 6.1.1 Estrutura Modular da Aplicação

O código-fonte segue uma abordagem estrutural com encapsulamento lógico das funções principais em torno das seguintes vertentes:

- Inicialização e configuração geral;
- Interface gráfica (GUI) e navegação entre “*frames*”;
- Gestão de estados e dados temporários;
- Validação condicional de escolhas;
- “Renderização” de catálogos e galeria de produtos;
- Gravação de respostas para análise posterior.

Apesar do código não ter sido construído desde o início com uma separação por ficheiros ou classes, a estrutura linear foi organizada com blocos bem definidos e comentários para explicar o funcionamento de uma dada linha ou bloco, para facilitar a manutenção ou futura

modularização, permitindo ainda a eventual migração para um modelo MVC<sup>15</sup> ou orientação a objetos, caso o projeto evolua para uma versão mais escalável. Estas alterações irão permitir que a aplicação receba um *upgrade* visual significativo, essencial quando se trata de um programa para os clientes mais indecisos.

### 6.1.2 *Biblioteca e Recursos Utilizados*

A aplicação baseia-se nos seguintes módulos externos e internos:

- **customtkinter**: Biblioteca principal para a construção de uma GUI mais moderna, substituindo o *Tkinter* padrão que era utilizado em algumas versões anteriores;
- **PIL.Image e ImageTk**: Usados para redimensionamento e carregamento de imagens no modo galeria;
- **os, webbrowser, datetime, sys**: Utilizados para manipulação de ficheiros, navegação, controlo de data e fluxo do programa;
- **pdf\_viewer**: Módulo auxiliar para visualização ou abertura direta dos catálogos PDF associados às escolhas do utilizador.

A mudança e utilização do *customtkinter* foi particularmente relevante por permitir facilmente a integração de temas, a criação de botões mais visualmente apelativos, caixas de seleção e campos de texto personalizados com elevado nível de controlo visual. Todas as mudanças e as razões por trás delas estarão descritas de forma mais detalhada num subcapítulo futuro.

### 6.1.3 *Lógica de Navegação e Fluxo da Aplicação*

O processo de interação com o utilizador está dividido em múltiplas fases (também consideradas como perguntas ou *frames*), cada uma com um conjunto de *widgets* e elementos gráficos específicos. O estado da aplicação é preservado entre etapas através do uso de variáveis globais, o que permite:

- Retomar a seleção anterior ao regressar a um passo anterior;

---

<sup>15</sup> Padrão de arquitetura de software que separa uma dada aplicação em três partes: Model, View e Controller. Respetivamente, controla a camada de dados ou a representação dos dados, controla a própria aplicação que recebe inputs do utilizador e manipula-as de forma a devolver uma resposta e, por fim, controla a camada da interface gráfica como botões ou tabelas [65].

- Aplicar validações dependentes de escolhas anteriores;
- Condicionar a exibição de mensagens de aviso ou ajuda consoante a lógica do pacote escolhido.

A navegação entre frames é implementada através de uma função que recebe como argumento outra função que desenha o próximo *frame*. Este mecanismo garante transições mais “limpas” sem a necessidade de destruir a janela principal ou reiniciar o conteúdo inteiro.

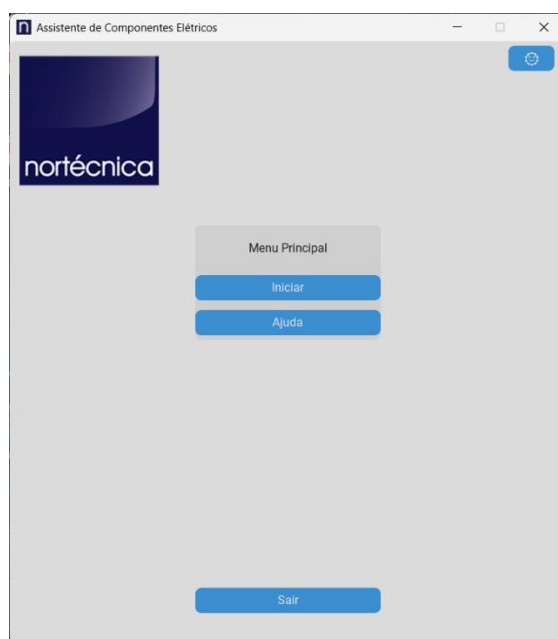


Figura 17 - Ecrã principal da aplicação

Como está representado na Figura 17, todos os botões que estão com um fundo azul são interativos. O botão “Iniciar”, como o nome indica, inicia o processo de seleção dos pacotes, o botão “ajuda” abre uma pequena janela adicional que explica como se irá processar a tal escolha e descrevendo passo a passo o mesmo e o botão “Sair” abre uma janela de confirmação, se o utilizador realmente pretende sair da aplicação. No canto superior direito, existe um pequeno botão que troca entre dois temas, claro e escuro, como é possível verificar na Figura 18. Como já foi referido anteriormente, todos os botões, cores e letras são adaptados automaticamente com base no tema escolhido devido ao módulo *customtkinter*. Este botão está disponível durante todo o processo de escolha, dando mais liberdade e personalização ao utilizador. Por fim, e talvez menos importante, no início do processo de construção desta aplicação, adicionou-se um pequeno logótipo da empresa no canto superior esquerdo e uma versão mais expandida ligeiramente em baixo do anterior.

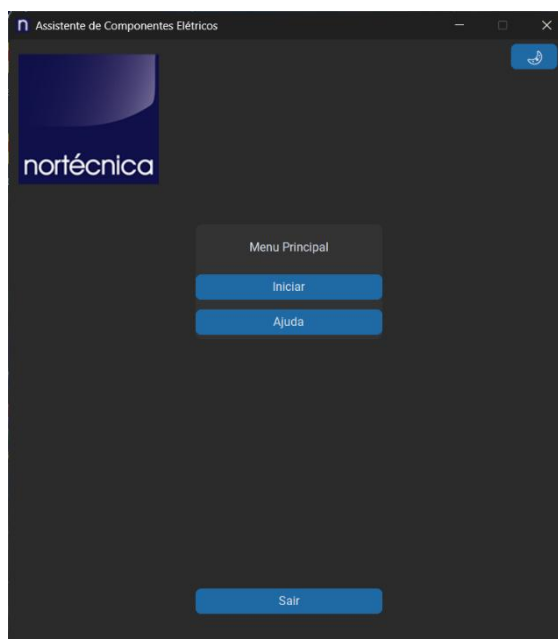


Figura 18 - Ecrã principal da aplicação (tema escuro)

#### 6.1.3.1 Estrutura Geral do Fluxo Interativo

A aplicação segue uma estrutura de questionário técnico, com perguntas simples e intuitivas, para todo o tipo de utilizadores:

##### 1. Escolha do objetivo

- a. Remodelação
- b. Instalação Completa

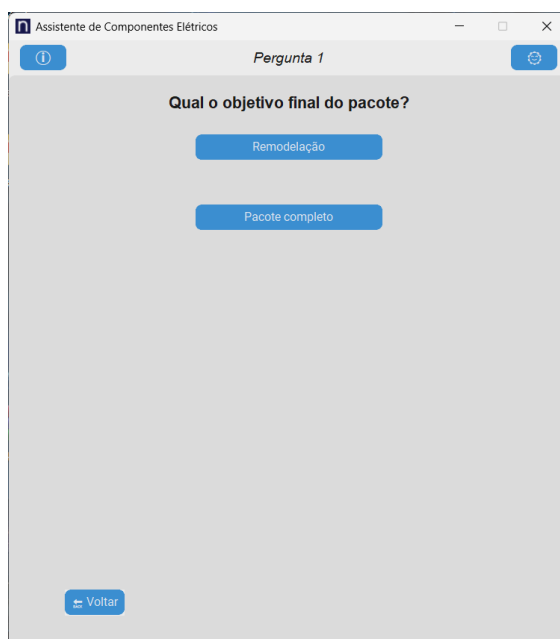


Figura 19 – Ecrã Objetivo

Neste ecrã, é possível escolher entre as duas opções mencionadas, que, entretanto, irão dar ao menu de escolha do orçamento. Como foi referido, o botão de trocar de tema permanece no canto superior direito. No entanto este *frame* já apresenta algumas diferenças do menu principal, nomeadamente o botão “Voltar” que irá estar presente durante o resto do processo. Como é de esperar, ao clicar, volta ao menu anterior. A outra diferença é a inclusão de botão de ajuda no canto superior esquerdo, que auxilia o utilizar nesta primeira fase, como está representado na Figura 20.

Este processo bifurcado permite filtrar, desde o início, o universo de soluções possíveis, garantindo que apenas são apresentadas ao utilizador categorias de produtos e catálogos compatíveis com o cenário definido. Esta lógica, apesar de simples, ajuda a evitar combinações inválidas e otimiza o tempo de análise técnica.

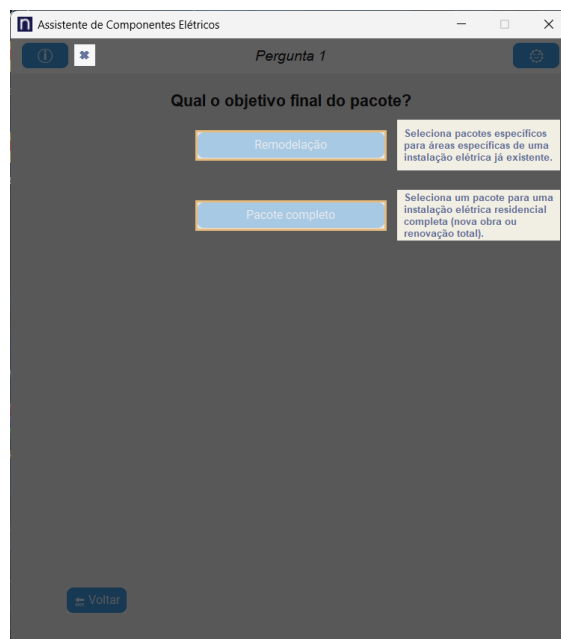


Figura 20 – Ecrã Objetivo (com ajuda)

Este botão é crucial nesta etapa do processo de seleção devido ao facto de alguns utilizadores não saberem ao certo o que cada opção poderá oferecer, possivelmente afastando-os da aplicação ou da escolha destes pacotes inteiramente. Assim, o programa ajuda qualquer tipo de utilizador a cada passo do processo, para minimizar qualquer margem para dúvidas.

## 2. Escolha do Orçamento

### a. Económico

- b. Value for Money
- c. High-End



Figura 21 – Ecrã Orçamento

Este menu aparece independentemente da escolha anterior do utilizador e representa outra passo importante na seleção do pacote. Como este programa em específico é apenas um protótipo de uma possível aplicação mais desenvolvida, para simplificar, decidiu-se apenas perguntar diretamente ao utilizador qual gama pretendia. Caso ocorra mais desenvolvimentos neste sentido, esta pergunta irá se tornar obsoleta e até bastante negativa para os clientes que iram interagir com a aplicação, procurando assim abordar esta vertente de uma forma mais subtil e sem qualquer tipo de discriminação. Tal como o menu anterior, a maior parte dos botões permanecem no mesmo sítio, exceto a inclusão do botão “Menu inicial”, que estará também presente na maior parte dos frames, desde que estes não estejam logo a seguir ao menu principal.

### 3. Seleção de Categorias (apenas no caso da remodelação)

- a. Domótica, Iluminação, Aparelhagem, etc.

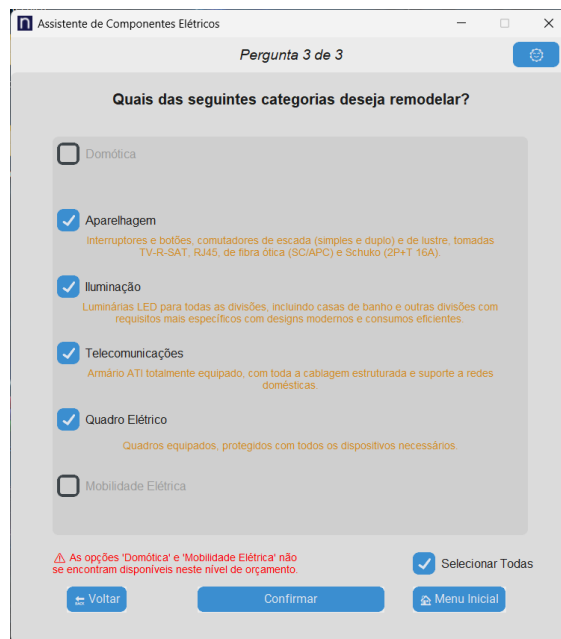


Figura 22 – Ecrã Seleção Categorias

De entre todos os *frames*, já apresentados aqui no documento ou ainda por apresentar, este foi o mais complexo em termos de pura lógica e quantidade de código necessário para o seu bom funcionamento. Em primeiro lugar, a seleção de categorias é dinâmica, ou seja, caso anteriormente o utilizador tivesse selecionado a opção “Económico”, as opções “Domótica” e “Mobilidade Eléctrica” estarão indisponíveis, tal como o aviso a vermelho indica. Ainda, ao selecionar cada categoria, uma breve descrição aparece por baixo da mesma. Caso o utilizador queira escolher todas as categorias, pode selecionar uma a uma ou selecionar a caixa “Selecionar todas”. Esta caixa de seleção também é dinâmica: seleciona todas as opções que ainda não foram selecionadas e desseleciona pela mesma lógica. Após estas decisões, o utilizador tem de clicar no botão “Confirmar” para avançar para o próximo *frame*.

#### 4. Revisão Final e Apresentação de Catálogos



Figura 23 – Ecrã Final Remodelação

No *frame* final da aplicação, dependendo das categorias selecionadas anteriormente (no caso da remodelação), disponibiliza um botão que permite descarregar o catálogo em PDF correspondente a cada uma. Estes catálogos são semelhantes aos apresentados na Figura 13 e Figura 14, mas adaptados para conter apenas os produtos da categoria em questão. Por baixo destes botões, estão dispostos em várias filas alguns produtos-chave correspondentes a todas as categorias selecionadas, para o utilizador conseguir visualizar em primeira mão o que poderá integrar em cada vertente. Ainda, ao passar o rato por cima de cada produto, nem necessitar de clicar, aparece uma pequena lista flutuante com algumas características particularmente para o produto em questão.

Esta funcionalidade é suportada por uma *scrollbar*, do lado direito da janela, permite clicar e arrastar para ver os produtos restantes ou verificar em que posição o utilizador se encontra na janela. Um pequeno ajuste foi feito posteriormente para suportar a *scrollwheel* do rato (caso o utilizador esteja a utilizar). No final deste *frame*, estará um pequeno aviso, indicando que os produtos apresentados são apenas exemplos do pacote/categoria e que, para verificar os restantes, consulte os catálogos disponíveis ou contactar o suporte técnico. É de notar que este *frame* será igual, quer seja no final da vertente de remodelações, quer na do pacote completo.

## 5. Gravação da Sessão

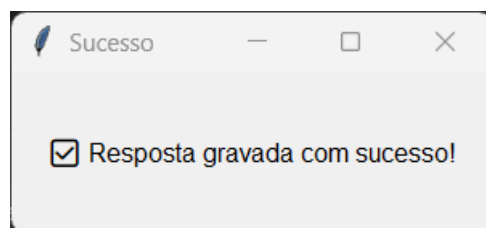


Figura 24 – Caixa Gravação

No frame final da aplicação, ao escolher o botão “Menu inicial” ou simplesmente fechando a aplicação, aparece brevemente uma janela pop-up, como está representada na Figura 24. Sempre que este pop-up aparece significa que a resposta final do utilizador foi gravada num ficheiro de texto, juntamente com as horas do início da sessão e da escolha final. Este processo só não irá acontecer caso o utilizador volte atrás e decida escolher opções diferentes. Para o programa não criar ficheiros texto com demasiadas linhas, este cria ficheiros diferentes dependendo do dia da sessão, para um tratamento de dados mais eficiente.

### 6.1.3.2 Comportamentos Inteligentes

O sistema integra diversos elementos de controlo lógico que reforçam a robustez da aplicação e melhoram a experiência do utilizador durante o uso da aplicação. Resumindo um pouco as funcionalidades referidas anteriormente:

- **Mensagens contextuais:** Exibição de mensagens diferentes consoante a seleção (como por exemplo, o aviso da domótica não estar disponível na gama económica);
- **Preservação do estado entre etapas:** As caixas de seleção mantêm o seu estado ao navegar para trás e para a frente. No entanto caso o utilizador mude a gama (Eco para *VfM* por exemplo), as caixas de seleção voltam ao seu estado original;
- **Confirmações adicionais:** Caso o utilizador escolha certas opções ou escolhas inconsistentes, a aplicação emite certos alertas com explicação técnica e oferece a possibilidade de correção imediata;
- **Abertura de PDFs locais:** A aplicação verifica automaticamente se os catálogos PDF correspondentes existem antes de disponibilizar o botão de descarregamento.

#### **6.1.4 Possíveis Funcionalidades por Implementar**

Apesar da aplicação atual e todas as implementações feitas são funcionais e estáveis, a arquitetura do código também foi desenvolvida para suportar futuras evoluções que não foram possíveis durante o tempo dado: Separação modular em ficheiros distintos, que não iria diminuir o espaço de tempo de arranque da aplicação em si, mas iria otimizar possíveis manutenções ou alterações ao código; Introdução de um ficheiro de configuração externo (.json) para atualizar pacotes sem editar o código em si; Interface com base de dados remota para registo de utilizadores e estatísticas de escolha.

#### **6.1.5 Integração do Código com os Pacotes Desenvolvidos**

A aplicação desenvolvida está diretamente alinhada com a estrutura dos pacotes elétricos definidos neste documento, funcionando como uma extensão lógica da proposta técnica e comercial.

A segmentação por objetivos (remodelação ou instalação completa) e por níveis de oferta (Económico, *Value for Money* e *High-End*) está integralmente refletida na lógica do código. As categorias apresentadas, tal como os catálogos mais técnicos disponíveis para *download* no final do processo, são condicionados com base nas decisões feitas pelo próprio utilizador, assegurando coerência com os limites e requisitos de cada pacote. Adicionalmente, o sistema foi desenhado para ser escalável: novos pacotes ou categorias pode ser facilmente integrados, bastando atualizar os diretórios de catálogos e os dicionários internos que controlam a visibilidade das opções, apesar de ainda existir bastante espaço para melhoria neste aspeto.

Desta forma, a aplicação atua como uma ferramenta de apoio à decisão técnica e comercial, automatizando a lógica de prescrição e garantindo que as recomendações apresentadas respeita os critérios definidos na engenharia dos pacotes.

## **6.2 Evolução das Versões e Funcionalidades Adicionadas**

O código-fonte responsável pela aplicação apresentada sofreu várias evoluções significativas ao longo do tempo, desde a primeira versão, apenas um protótipo funcional e básico, até à versão final, mais robusta polida e integrada com elementos gráficos e funcionais, adequada para uso interno em ambiente comercial, apesar de ainda ter bastante margem para melhoramento.

Inicialmente, na versão 1, a aplicação apresentava uma estrutura linear em Tkinter, sem modularização ou capacidade adaptação dinâmica. Os menus estavam todos construídos de forma direta, com funcionalidades reduzidas e dependência total de navegação estática. A lógica, um pouco como a versão final, baseava-se apenas em escolhas de texto, sem qualquer apoio visual ou explicações contextuais ao utilizador. Esta versão foi criada puramente como um teste, tanto para verificar se a lógica aplicada se adequava ao trabalho realizado anteriormente e como um teste de conhecimentos em python para o aluno em si.

A transição para a versão 2.0 introduziu melhorias como a separação clara entre objetivos e orçamentos. O fluxo lógico foi reestruturado, melhorando a experiência do utilizador com menus interativos a cada etapa do processo. Na versão 2.2, surgiram as primeiras funcionalidades de gravação de respostas em ficheiros de texto, utilizando *timestamps* para registo de sessões, elemento crucial para a verificação e validação em contexto de testes e iteração do código em si. Mais tarde, esta funcionalidade moldou-se para se virar mais para o campo de tratamento de dados interno, como já foi referido durante o capítulo 6.1.

As versões 2.3 e 2.3.1 adicionaram estruturas condicionais que alteravam o comportamento da aplicação com base nas escolhas do utilizador e a integração de mensagens contextuais e validação de seleção de categorias aumentou significativamente a eficácia e robustez desse *frame*. No entanto, esta iteração começou a revelar certas preocupações sobre os visuais da aplicação em si: os menus começavam a afetar seriamente a experiência do utilizador, tanto de uma perspetiva visual como funcional.

Com o lançamento das versões 2.4 e 2.4.1, foi introduzida uma estrutura mais adaptada e em linha com a filosofia das interfaces modernas, com início ao suporte do customtkinter para começar a desenvolver um modo escuro para a aplicação e uma reformulação visual dos menus. Pequenas versões seguintes consolidaram estas melhorias, com ajustes às transições entre *frames* (menus) e o início da modularização das funções de navegação e lógica de perguntas e respostas.

A versão 3 marca um dos pontos mais importantes do desenvolvimento do programa, passando de um protótipo com bastantes funcionalidades, para uma aplicação mais madura. Nesta fase, consolidaram-se funcionalidades como gravação de estado de sessão, criação de pop-ups temporários, alternância entre temas e carregamento condicional de catálogos em PDF. A introdução de classes de controlo para um comportamento visual dinamicamente adaptável

reforçou a estabilidade do programa, revelando-se um passo bastante útil para as versões seguintes. Também foi nesta versão que se consolidou o aspeto da aplicação em si, como as cores e formate dos botões, fonte dos textos e *layout* mais consistente.

A partir desta versão, todas as seguintes apenas refinaram detalhes e arranjam vários bugs e erros que apareciam em certas ocasiões tais como:

- Verificação de presença dos ficheiros PDF antes dos abrir;
- Correção de erros associados ao *scroll* e desaparecimento de certos *widgets* em contextos específicos;
- Maior flexibilidade nas mensagens e navegação.

A versão 3.5 destacou-se especialmente pela introdução do *overlay* de ajuda visual (Figura 20 – Ecrã Objetivo (com ajuda)Figura 20) e da funcionalidade de confirmação de saída, contribuindo para uma experiência mais intuitiva e segura. Foi também nesta fase que se iniciou o desenvolvimento dos textos de ajuda por categoria, apoiando o utilizador nas decisões sobre domótica, iluminação, aparelhagem, etc. É de notar que esta última funcionalidade já tinha sido feita numa versão anterior, mas devido às constantes alterações na lógica dos botões de seleção e na transição do *Tkinter* para o *customtkinter*, tinha sido temporariamente desativada até o *frame* em que se insere estaria quase pronto, como foi o caso.

Finalmente, a versão 3.6, a mais atual até à escrita deste documento, integrou de forma consolidada todas as funcionalidades desenvolvidas ao longo deste longo processo:

- Restrições funcionais por orçamento;
- Botão “Selecionar Tudo” com lógica condicional;
- Correções finais de bugs e melhoria da explicação no menu de ajuda;
- Criação automatizada de ficheiros de texto por data;
- Integração final com um dicionário de produtos por categoria e orçamento (externo via módulo de dados).

Esta evolução gradual evidencia não só uma melhoria constante da experiência do utilizador, mas também uma crescente modularização, integração e preparação da aplicação para reutilização e extensão futura. A capacidade de responder a requisitos reais, como a integração de catálogos, adaptação a temas e seleções condicionais reforçam o alinhamento entre o

desenvolvimento técnico da aplicação e os objetivos pessoais, comerciais e pedagógicos do projeto.

# 7 Conclusões

## 7.1 Síntese das Tendências e Perspetivas para o Mercado

A análise do estado da arte revelou um mercado residencial em transição, fortemente impulsionado pela digitalização, sustentabilidade e necessidade de soluções flexíveis. Algumas marcas importantes no setor – como *Legrand*, *Schneider Electric*, *Hager* ou *JUNG* – têm adotado uma estratégia de integração tecnológica, promovendo soluções com domótica, controlo remoto e dispositivos *IoT*. Este movimento encontra sustentação nas exigências de regulamentação energética europeia, nas normas nacionais (como as RTIEBT) e na procura crescente por eficiência energética, modularidade e conforto.

Esta mesma regulamentação assume um papel fundamental na padronização das instalações, incentivando o desenvolvimento de soluções sustentáveis e ajustadas a diferentes segmentos de consumo. As perspetivas apontam para um crescimento consolidado das soluções integradas, com ênfase na adaptabilidade técnica e nos ganhos energéticos e operacionais.

## 7.2 Pacotes Desenvolvidos

O desenvolvimento de pacotes agregadores para instalações elétricas de edifícios residenciais veio comprovar a viabilidade técnica de uma metodologia sistemática e padronizada, com capacidade para responder a várias tipologias habitacionais (T1, T2, T3) e a vários níveis de investimento (*Eco*, *Value for Money*, *High-End*, *High-End KNX*). Os pacotes garantem a

satisfação total das necessidades de instalação - desde tubagens e cabos a equipamentos, domótica e armários de telecomunicações - e foram desenvolvidos com base em critérios técnicos, comerciais e operacionais.

A configuração modular permitiu uma verificação cuidada da compatibilidade entre os vários componentes, facilitando a coerência técnica e reduzindo o tempo de especificação. A estrutura hierárquica permitiu também uma segmentação clara da oferta, tornando a proposta mais flexível e acessível. As análises económicas refletiram margens de exploração substanciais, especialmente nos pacotes intermédios e de alto nível, cujas propostas de valor justificam os custos adicionais.

A incorporação de variantes escaláveis, particularmente nas divisões de domótica e de carregamento de veículos elétricos, permite considerar futuras atualizações com um efeito mínimo na infraestrutura subjacente. Esta capacidade de expansão modular aumenta o valor de cada solução e satisfaz as novas exigências do mercado.

### **7.3 Desenvolvimento da Aplicação**

O software concebido demonstra a sua eficácia como um forte auxiliar na tomada de decisões, tanto técnicas como comerciais. O código foi consideravelmente aperfeiçoada em termos de estrutura, experiência do utilizador e funcionalidade, desde as versões iniciais até à versão disponível (v3.6).

O software permite ao utilizador escolher o tipo de instalação desejada, ou seja, remodelação ou pacote completo, com base no orçamento e nas categorias escolhidas, apoiado por processos de validação e navegação sistemática. Além disso, possui características como a manutenção do estado, a criação de registos para tratamento de dados, mensagens de contexto e ajuda, verificação de ficheiros e a possibilidade de alternância entre temas. Tanto a galeria visual baseada em categorias de produtos como os botões de ajuda ajudam na compreensão geral e proporcionam uma melhor experiência ao utilizador.

O programa assegura a conformidade com os pacotes técnicos existentes e tem a capacidade de ser facilmente modificado para adicionar mais níveis ou categorias, utilizando o processo

simples de alteração de diretórios e catálogos. A conceção modular proporciona uma elevada escalabilidade técnica.

## **7.4 Perspetivas Futuras**

Do ponto de vista do autor, este trabalho serviu com aprofundamento técnico, desenvolvimento de competências multidisciplinares e contacto direto com a realidade empresarial. As aprendizagens adquiridas durante a criação dos pacotes, a análise normativa, a estruturação de soluções escaláveis e o desenvolvimento em Python representam uma base sólida para desafios futuros, quer em ambiente académico, quer profissional.

Relativamente aos pacotes, prevê-se a sua adaptação contínua face à evolução normativa, tecnológica e comercial. A sua estrutura atual permite fácil introdução de novas marcas ou categorias e a sua eventual integração com fornecedores e instaladores pode também gerar novos modelos de negócio.

A aplicação, por sua vez, servir como base e evoluir para uma plataforma comercial completa, com registo de orçamentos, personalização por utilizador, integração com stocks em tempo real e geração de propostas comerciais automáticas. Esta visão, embora vastamente mais complexa, representa um passo natural na digitalização do processo de prescrição eletrotécnica residencial.

O trabalho realizado criou um ponto de partida sólido e estruturado, que alia rigor técnico, aplicabilidade prática e visão estratégica para o futuro do setor das instalações elétricas residenciais.



## Bibliografia

- Gold Energy, “Instalação elétrica,” [Online]. Available:  
[1] <https://goldenergy.pt/glossario/instalacao-eletrica/>. [Acedido em 28 Outubro 2024].
- [2] Nacional, Ministério das Obras Públicas e Comunicações - Junta de Electrificação, “Decreto-Lei n.º 26852, de 30 de julho,” *Diário do Governo n.º 177/1936, Série I de 1936-07-30*, pp. 885-898, 30 Julho 1936.
- [3] Economia, “Decreto-Lei n.º 96/2017, de 10 de agosto,” *Diário da República n.º 154/2017, Série I de 2017-08-10*, pp. 4654-4663, 10 Agosto 2017.
- [4] Direcção Geral da Energia, “Regras Técnicas de Instalações Elétricas de Baixa Tensão,” Ministério da Economia, 2000.
- [5] Schneider Electric Portugal, “A referência em segurança e fiabilidade em quadros elétricos de baixa tensão,” 2012. [Online]. Available: [https://actionelectric.pt/wp-content/uploads/2015/04/brochura\\_norma\\_iec61439-1e2.pdf](https://actionelectric.pt/wp-content/uploads/2015/04/brochura_norma_iec61439-1e2.pdf). [Acedido em 7 Abril 2025].
- [6] Legrand, “Catálogo Geral Legrand,” Legrand, 2024.

- [7] Voltimum, “Eletrotecnia Básica: Aparelhos de Protecção,” 2 Maio 2016. [Online]. Available: <https://www.voltimum.pt/artigos/licoes-de-electricidade/eletrotecnia-1>. [Acedido em 7 Abril 2025].
- [8] G. Furlan, “5 Dispositivos elétricos essenciais para segurança elétrica,” 3 Junho 2022. [Online]. Available: <https://blog.se.com/br/eletrica/2022/06/03/5-dispositivos-essenciais-para-seguranca-eletrica/>. [Acedido em 7 Abril 2025].
- [9] Gold Energy, “Sistema de proteção elétrica,” 2025. [Online]. Available: <https://goldenergy.pt/glossario/sistema-protecao-eletrica/>. [Acedido em 7 Abril 2025].
- [10] Hager, “Disjuntores modulares (unipolares e multipolares),” Hager, 17 Outubro 2024. [Online]. Available: <https://hager.com/pt/catalogo/produto/nfn116-disjuntor-1p-16a-c-6-10ka-1m>. [Acedido em 8 Abril 2025].
- [11] E-Redes, “Contadores Inteligentes,” E-Redes, 2025. [Online]. Available: <https://www.e-redes.pt/pt-pt/transicao-energetica/contadores-inteligentes>. [Acedido em 8 Abril 2025].
- [12] Infraestruturas de Telecomunicações em Edifícios, “MANUAL ITED - Prescrições e Especificações Técnicas das Infraestruturas de Telecomunicações em Edifícios,” Autoridade Nacional de Comunicações, 2020.
- [13] J. Yao, H. Huang, J. Su, R. Xie, X. Zheng e K. Wu, “Enabling Cross-Technology Coexistence for ZigBee Devices Through Payload Encoding,” pp. 8289 - 8306, 21 Dezembro 2023.
- [14] TEKA, “ATI’s 3Play,” TEKA, [Online]. Available: <https://www.tekaelectronics.com/pt-pt/redes-estruturadas/armarios-telecom/atis-3play>. [Acedido em 2 Dezembro 2024].
- [15] Legrand, “Legrand no Mundo,” Legrand, 2024. [Online]. Available: <https://www.legrand.pt/index.php/legrand-mundo>. [Acedido em 14 Novembro 2024].
- [16] Legrand, “Netatmo,” Legrand, 21 Maio 2024. [Online]. Available: <https://www.netatmo.com/pt-pt>. [Acedido em 14 Novembro 2024].

- [17] Schneider Electric, “Descubra a Schneider Electric,” Schneider Electric, 2024. [Online]. Available: <https://www.se.com/pt/pt/about-us/company-profile/>. [Acedido em 15 Novembro 2024].
- [18] Wiser Home, “Casas Sustentáveis e Inteligentes - Wiser Home,” Schneider Electric, 2024.
- [19] JUNG, “A empresa,” JUNG, 2022. [Online]. Available: <https://www.jung-group.com/pt-PT/A-empresa/>. [Acedido em 2 Dezembro 2024].
- [20] JUNG, “JUNG KNX catalogue,” ALBRECHT JUNG GMBH & CO. KG, Alemanha, 2021.
- [21] Conselho Europeu, “Objetivo 55: tornar os edifícios da UE mais ecológicos,” Conselho da União Europeia, 12 Abril 2024. [Online]. Available: <https://www.consilium.europa.eu/pt/infographics/fit-for-55-making-buildings-in-the-eu-greener/>. [Acedido em 18 Novembro 2024].
- [22] P. S. Carvalho, *75% dos consumidores da geração Z estão dispostos a pagar mais por produtos sustentáveis*, Expresso, 2023.
- [23] Iberdrola, “O que é mobilidade elétrica?,” Iberdrola, 2025. [Online]. Available: <https://www.iberdrola.com/sustentabilidade/mobilidade-sustentavel/mobilidade-electrica>. [Acedido em 8 Abril 2025].
- [24] Ministério do Ambiente, Ordenamento do Território e Energia, “Portaria n.º 252/2015, de 19 de agosto,” 19 Agosto 2015. [Online]. Available: <https://diariodarepublica.pt/dr/detalhe/portaria/252-2015-70055493>. [Acedido em 8 Abril 2025].
- [25] ABB, “Guia de apoio - Conjuntos NP 61439,” 2015. [Online]. Available: [https://www.voltimum.pt/sites/www.voltimum.pt/files/pdflibrary/guia\\_de\\_apoio\\_conjuntos\\_np\\_61439\\_pproved.pdf](https://www.voltimum.pt/sites/www.voltimum.pt/files/pdflibrary/guia_de_apoio_conjuntos_np_61439_pproved.pdf). [Acedido em 8 Abril 2025].
- [26] International Electrotechnical Commission, “IEC 62196-1,” International Electrotechnical Commission, 3 Maio 2022. [Online]. Available: <https://webstore.iec.ch/en/publication/59922>. [Acedido em 8 Abril 2025].

- [27] ABB, “Terra AC wallbox,” ABB, 2024. [Online]. Available: <https://new.abb.com/ev-charging/terra-ac-wallbox>. [Acedido em 8 Abril 2025].
- [28] Schneider Electric, “Estação de carregamento, Schneider Charge,” 2025. [Online]. Available: <https://www.se.com/pt/pt/product/EVH5A22N2S/esta%C3%A7%C3%A3o-de-carregamento-schneider-charge-1p+n-3p+n-1xt2s-74-11-22kw-16-32a/>. [Acedido em 8 Abril 2025].
- [29] International Electrotechnical Commission, *Electrical Installations for Buildings*, p. 93, 29 Novembro 2005.
- [30] International Electrotechnical Commission, “IEC 60364-4-41,” 17 Março 2017. [Online]. Available: <https://webstore.iec.ch/en/publication/60169#:~:text=IEC%2060364-4-41%3A2005%2BA1%3A2017%20specifies%20essential%20requirements%20regarding%20protection%20against,of%20these%20requirements%20in%20relation%20to%20external%20influences..> [Acedido em 26 Maio 2025].
- [31] International Electrotechnical Commission, “IEC 60364-4-43,” 19 Julho 2023. [Online]. Available: <https://webstore.iec.ch/en/publication/28432>. [Acedido em 29 Maio 2025].
- [32] International Electrotechnical Commission, “IEC 60364-5-53,” 21 Fevereiro 2019. [Online]. Available: <https://webstore.iec.ch/en/publication/63543>. [Acedido em 29 Maio 2025].
- [33] International Electrotechnical Commission, “IEC 60364-6,” 27 Abril 2016. [Online]. Available: <https://webstore.iec.ch/en/publication/24656>. [Acedido em 29 Maio 2025].
- [34] ABB, “About ABB,” ABB, 2023. [Online]. Available: <https://global.abb/group/en/about>. [Acedido em 18 Novembro 2024].
- [35] SIEMENS, “Siemens em Portugal,” SIEMENS, 2023. [Online]. Available: <https://www.siemens.com/pt/pt/empresa/sobre-nos/siemens-em-portugal.html>. [Acedido em 18 Novembro 2024].
- [36] Hager, “A Hager em algumas palavras...,” Hager, [Online]. Available: <https://hager.com/pt/empresa-hager>. [Acedido em 8 Abril 2025].

- [37] GoCardless, “IoT subscription models: what you need to know,” GoCardless, Novembro 2022. [Online]. Available: <https://gocardless.com/en-us/guides/posts/iot-subscription-models-what-you-need-to-know/>. [Acedido em 19 Novembro 2024].
- [38] Schneider Electric, “FAQ,” Schneider Electric, 11 Julho 2022. [Online]. Available: <https://www.se.com/us/en/faqs/FA370379/>. [Acedido em 19 Novembro 2024].
- [39] Stock Analysis, “Oppl Lighting Co.,LTD Revenue,” 11 June 2025. [Online]. Available: <https://stockanalysis.com/quote/sha/603515/revenue/>. [Acedido em 11 June 2025].
- [40] Hager, “A Hager em algumas palavras...,” Hager, 2025. [Online]. Available: <https://hager.com/pt/empresa-hager>. [Acedido em 11 Junho 2025].
- [41] ABB, “Sobre a ABB,” ABB, 2025. [Online]. Available: <https://new.abb.com/pt/sobre-nos>. [Acedido em 11 Junho 2025].
- [42] TEV, “Carregamento Inteligente e Conectado,” TEV, 2024. [Online]. Available: <https://www.carregadoresve.pt/>. [Acedido em 11 Junho 2025].
- [43] Quitérios, “Conheça a Quitérios,” Quitérios, 2024. [Online]. Available: <https://quiterios.pt/pt/sobre-nos>. [Acedido em 11 Junho 2025].
- [44] International Electrotechnical Commission, “IEC 60364-1,” 19 Novembro 2005. [Online]. Available: <https://webstore.iec.ch/en/publication/1865>. [Acedido em 26 Maio 2025].
- [45] International Electrotechnical Commission, “IEC 61439-1,” 5 Maio 2020. [Online]. Available: <https://webstore.iec.ch/en/publication/32338>. [Acedido em 26 Maio 2025].
- [46] International Electrotechnical Commission, “IEC 61386-21,” 12 Abril 2021. [Online]. Available: <https://webstore.iec.ch/en/publication/66167#:~:text=IEC%2061386-21%3A2021%20specifies%20the%20requirements%20for%20rigid%20conduit,in%202002.%20This%20edition%20constitutes%20a%20technical%20revision..> [Acedido em 26 Maio 2025].
- [47] Instalações Elétricas Residenciais e Comerciais, “Dimensionamento de Circuitos Elétricos: Garantia de Segurança e Eficiência nas Instalações Residenciais,” Hortavolt, 12 Outubro 2024. [Online]. Available: <https://hortavolt.pt/dimensionamento-de-circuitos-eletricos-garantia-de>

seguranca-e-eficiencia-nas-instalacoes-residenciais/?utm\_source=chatgpt.com. [Acedido em 28 Maio 2025].

[48] International Electrotechnical Commission, "IEC 60755," 26 Outubro 2017. [Online]. Available: <https://webstore.iec.ch/en/publication/33927>. [Acedido em 28 Maio 2025].

[49] L. Catalan, "Vai uma Ajudinha: Guia para escolher o interruptor diferencial ideal," Schneider Electric, 9 Setembro 2022. [Online]. Available: <https://blog.se.com/br/residencial/2022/09/09/vai-uma-ajudinha-guia-para-escolher-o-interruptor-diferencial-ideal/>. [Acedido em 28 Maio 2025].

[50] International Electrotechnical Commission, "IEC 60364-7-722," 21 Setembro 2018. [Online]. Available: <https://webstore.iec.ch/en/publication/29958>. [Acedido em 29 Maio 2025].

[51] ABB, "Terra AC W22-T-RD-M-0," ABB, [Online]. Available: <https://new.abb.com/products/6AGC081280/terra-ac-w22-t-rd-m-0>. [Acedido em 29 Maio 2025].

[52] ABB, "MISTRAL65," [Online]. Available: <https://new.abb.com/products/1SLM006501A1203/65p18x12z>. [Acedido em 29 Maio 2025].

[53] ABB, "Miniature Circuit Breaker - S200 - 4P - 32 A - C," [Online]. Available: <https://new.abb.com/products/2CDS254001R0324/s204-c32>. [Acedido em 29 Maio 2025].

[54] ABB, "Residual Current Circuit Breaker - 4P - Type A - 30 mA - 40 A," [Online]. Available: <https://new.abb.com/products/2CSF204101R1400/f204-a-40-0-03>. [Acedido em 29 Maio 2025].

[55] ABB, "Switch Disconnecter 4P, 63A," [Online]. Available: <https://new.abb.com/products/2CDD284101R0063/sd204-63>. [Acedido em 29 Maio 2025].

[56] G. Maltez, "Como garantir a seletividade na proteção diferencial num Ponto de Carregamento de Veículos Elétricos (PCVE)?," *Revista Manutenção*, nº 156-157, 2023.

- [57] ABB, “Residual Current Circuit Breaker - 4P - Type B - 30 mA - 40 A,” [Online]. Available: <https://new.abb.com/products/2CSF204568R1400/f204-b-40-0-03>. [Acedido em 29 Maio 2025].
- [58] infopédia, “anemómetro,” Porto Editora, [Online]. Available: [https://www.infopedia.pt/artigos/\\$anemometro](https://www.infopedia.pt/artigos/$anemometro). [Acedido em 14 Novembro 2024].
- [59] P. Pinto, “Redes: Saiba o que é o Gateway e para que serve,” pplware, 21 Abril 2018. [Online]. Available: <https://pplware.sapo.pt/tutoriais/networking/gateway-para-que-serve/>. [Acedido em 14 Novembro 2024].
- [60] ABB, “Interruptores diferenciais - System pro M compact,” [Online]. Available: [https://www.voltimum.pt/sites/www.voltimum.pt/files/fields/attachment\\_file/pt/flipbooks/others/1/201111298792201111297905.pdf](https://www.voltimum.pt/sites/www.voltimum.pt/files/fields/attachment_file/pt/flipbooks/others/1/201111298792201111297905.pdf). [Acedido em 8 Abril 2025].
- [61] Lumos Control, “A Beginners Guide to DALI, DALI 2, and D4i,” wisilica, [Online]. Available: <https://lumoscontrols.com/resources/what-do-you-need-to-know-about-dali-dali-2-and-d4i/>. [Acedido em 26 Maio 2025].
- [62] European Standards, “BS EN IEC 60695-9-2:2021,” 5 Novembro 2021. [Online]. Available: <https://www.en-standard.eu/bs-en-iec-60695-9-2-2021-fire-hazard-testing-surface-spread-of-flame-summary-and-relevance-of-test-methods/#:~:text=The%20BS%20EN%20IEC%2060695-9-2%3A2021%20is%20a%20comprehensive,to%20evaluate%20the%20spread%20of%20flame%20on%20.> [Acedido em 27 Maio 2025].
- [63] Luxsky Iluminação, “O que é CCT 3000K?,” Luxsky Iluminação, 21 Junho 2023. [Online]. Available: [https://pt.luxsky-light.com/info/what-is-cct-3000k-83483549.html?utm\\_source=chatgpt.com](https://pt.luxsky-light.com/info/what-is-cct-3000k-83483549.html?utm_source=chatgpt.com). [Acedido em 27 Maio 2025].
- [64] F. Onyango, “Tipos de carregadores de veículos eléctricos (uso público e uso pessoal),” tridens, 16 Novembro 2023. [Online]. Available: <https://tridens technology.com/pt/tipos-de-carregadores-ev/#h-connector-types-for-ev-charging>. [Acedido em 29 Maio 2025].

- [65] S. Amsler e S. Shea, "RFID (radio frequency identification)," TechTarget, 31 Março 2021. [Online]. Available: <https://www.techtarget.com/iotagenda/definition/RFID-radio-frequency-identification>. [Acedido em 29 Maio 2025].
- [66] L. Schons, "O que é MVC? — Conceitos Básicos," Medium, 10 Maio 2023. [Online]. Available: <https://medium.com/@sschonss/o-que-%C3%A9-mvc-conceitos-b%C3%A1sicos-6363f9662f8c>. [Acedido em 1 Junho 2025].

## 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, 16 de junho de 2025

