



# Instituto Superior de Engenharia

Politécnico de Coimbra

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA MECÂNICA

## **Estratégias de fiabilidade para a otimização de processos e métodos no desenvolvimento de produto na Bosch Termotecnologia, S.A.**

Relatório de Estágio para a obtenção do grau de Mestre em Engenharia Mecânica

Especialização em Projeto, Instalação e Manutenção de Sistemas Térmicos

Autor

**Tomás Francisco Martins**

Orientador

**A. Virgílio Monteiro de Oliveira**

Supervisor na empresa      Bosch Termotecnologia, S.A.

**Hélder Cruz**



INSTITUTO POLITÉCNICO  
DE COIMBRA

INSTITUTO SUPERIOR  
DE ENGENHARIA  
DE COIMBRA

Coimbra, fevereiro 2025



## RESUMO

O presente relatório tem como objetivo apresentar o trabalho desenvolvido durante o estágio curricular realizado na empresa Bosch Termotecnologia, S.A., enquanto membro da unidade responsável pela engenharia da qualidade de produto, processos e métodos. Este estágio curricular enquadra-se na conclusão do Mestrado em Engenharia Mecânica, com especialização em Projeto, Instalação e Manutenção de Sistemas Térmicos, ministrado pelo Instituto Superior de Engenharia de Coimbra.

A escolha de realizar o estágio curricular teve como principal objetivo proporcionar uma experiência prática em ambiente empresarial, adquirir ferramentas profissionais e complementar a formação académica através da consolidação e amplificação de conhecimentos numa realidade de engenharia aplicada. Durante o período de estágio, foi possível desenvolver e aplicar competências nas áreas de engenharia da fiabilidade, desenvolvimento de produto e máquinas termodinâmicas, aliando a teoria à prática.

As atividades realizadas incluíram intensos períodos de pesquisa e observação, bem como a execução de tarefas direcionadas para a melhoria contínua de processos e métodos, com a criação de ferramentas de gestão para procedimentos de teste na organização e a implementação de estratégias para a mitigação de constrangimentos no processo de desenvolvimento do produto. Este envolvimento permitiu não só o aprofundamento técnico, mas também a compreensão das dinâmicas de trabalho em equipa e da aplicação de boas práticas na área da engenharia.

**Palavras-chave:** Engenharia de Fiabilidade, Métodos e Processos, Desenvolvimento de Produto, Procedimentos de Teste, Qualidade, Segurança



## **ABSTRACT**

The aim of this report is to present the work carried out during my internship at Bosch Termotecnologia, S.A., as a member of the unit responsible for product, process and method quality engineering. This curricular internship is part of the completion of the Master's Degree in Mechanical Engineering, with a specialization in Design, Installation and Maintenance of Thermal Systems, taught by the Instituto Superior de Engenharia de Coimbra.

The main aim of the internship was to provide practical experience in a business environment, acquire professional tools and complement academic training by consolidating and expanding knowledge in an applied engineering environment. During the internship period, it was possible to develop and apply skills in the areas of reliability engineering, product development and thermodynamic machines, combining theory with practice.

The activities carried out included intense periods of research and observation, as well as the execution of tasks aimed at the continuous improvement of processes and methods with the creation of management tools for testing procedures in the organization and the implementation of strategies to mitigate constraints in the product development process. This involvement allowed not only for a deeper technical knowledge, but also for an understanding of the dynamics of teamwork and the application of good practices in the field of engineering.

**Keywords:** Reliability Engineering, Methods and Processes, Product Development, Test Procedures, Quality, Safety



## **AGRADECIMENTOS**

Antes de mais, quero expressar a minha gratidão a todos aqueles que, de forma direta ou indireta, contribuíram para a realização deste relatório e para o sucesso desta etapa, tão importante para o meu percurso académico.

O meu profundo agradecimento a todos os docentes, colegas e amigos com os quais me cruzei ao longo de todo o percurso e que serviram como fonte de inspiração na construção académica e pessoal.

À minha família, o meu sincero agradecimento, por tornarem possível o desenvolvimento académico e pelo apoio incondicional, compreensão e entusiasmo com que acompanharam cada fase deste percurso.



## ÍNDICE

Resumo . . . . .	i
Abstract . . . . .	iii
Agradecimentos . . . . .	v
Índice . . . . .	vii
Índice de Quadros e tabelas . . . . .	ix
Índice de figuras . . . . .	xi
Lista de siglas e acrónimos . . . . .	xiii
Lista de símbolos . . . . .	xv
1 Introdução . . . . .	1
2 Apresentação da Entidade Acolhedora . . . . .	3
2.1 A equipa . . . . .	4
3 Enquadramento Teórico . . . . .	7
3.1 Equipamentos . . . . .	7
3.1.1 Bomba de Calor . . . . .	8
3.1.2 Esquentador . . . . .	13
3.2 Engenharia de Fiabilidade ( <i>Reliability Engineering</i> ) . . . . .	17
3.2.1 A presença da engenharia de fiabilidade no desenvolvimento de produto . . . . .	17
3.2.2 Fiabilidade de componentes mecânicos e sistemas . . . . .	21
3.2.3 Fiabilidade de componentes eletrónicos . . . . .	23
3.3 Testes de Fiabilidade ( <i>Reliability Testing</i> ) . . . . .	25
3.3.1 Procedimentos para testar a fiabilidade . . . . .	26
3.4 Ativos de Processos Organizacionais . . . . .	28
3.5 Confluence-Jira . . . . .	29
3.5.1 Estrutura do software no contexto do estágio . . . . .	30

4	Descrição das atividades desenvolvidas e análise dos resultados obtidos . . .	37
4.1	Visão geral dos Procedimentos de Teste ( <i>Test Procedure Overview</i> ) . . . .	37
4.1.1	Previsão de Revisão . . . . .	38
4.1.2	Transição Confluence-Jira . . . . .	40
4.1.3	<i>WBS Gantt-Chart</i> . . . . .	44
4.1.4	Painel de Bordo . . . . .	46
4.2	Plano de Testes . . . . .	50
4.3	Matriz de Testes . . . . .	52
4.4	Atividades Complementares . . . . .	55
5	Conclusão . . . . .	61
	Referências bibliográficas . . . . .	63

## ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 3.1	Valores de Potencial de Aquecimento Global (GWP) . . . . .	11
Tabela 3.2	Dois Componentes da Qualidade. . . . .	18
Tabela 3.3	Definição dos principais mecanismos de dano. . . . .	22
Tabela 3.4	Definição de Validação e Verificação. . . . .	26



## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1	Localização da entidade acolhedora: Bosch Termotecnologia S.A., em Aveiro. . . . .	3
Figura 2.2	Distribuição dos 91.6 mil milhões de euros em receitas pelas 4 áreas de negócio no ano de 2023, em percentagem. . . . .	4
Figura 3.1	Representação do ciclo de refrigeração por compressão do vapor. .	9
Figura 3.2	Unidade exterior, unidade interior, acumulador de AQS e sistemas de distribuição. . . . .	12
Figura 3.3	Processo de desenvolvimento de produto genérico . . . . .	20
Figura 3.4	Hierarquia do <i>Issue</i> no Jira. . . . .	31
Figura 3.5	Tipos de <i>Issue</i> disponíveis no Xray Test Management. . . . .	33
Figura 3.6	Exemplo de um Painel de Bordo em Jira. . . . .	33
Figura 3.7	Representação visual da ferramenta WBS Gantt-Chart em Jira. . .	36
Figura 4.1	Visão Geral dos Procedimentos de Teste . . . . .	38
Figura 4.2	Exemplo do formato de um <i>Test Issue</i> , numa fase inicial, convertido em Procedimento de Teste, em Jira. . . . .	42
Figura 4.3	Fluxo de trabalho de um <i>Issue</i> , no contexto do projeto. . . . .	43
Figura 4.4	WBS Gantt-Chart do projeto, em Jira. . . . .	44
Figura 4.5	Fluxo de trabalho de atualização de um <i>Issue</i> , no contexto do projeto.	45
Figura 4.6	Painel de Bordo do projeto e suas secções, em Jira. . . . .	47
Figura 4.7	Excerto do manual do projeto - "User Guide". . . . .	49
Figura 4.8	Ferramenta Test Plan em Excel . . . . .	51
Figura 4.9	Matriz de Testes, em Excel. . . . .	54



## LISTA DE SIGLAS E ACRÓNIMOS

AA	Envelhecimento Acelerado
AQS	Água Quente Sanitária
BES-PE	Sistema de Engenharia Bosch - Engenharia de Produto
CEM	Compatibilidade Eletromagnética
CFCs	Clorofluorocarbonetos
DfR	Design para a Fiabilidade
DGEG	Direção-Geral de Energia e Geologia
EPM	Engenharia da Qualidade do Produto, Processos e Métodos
FMEA	Análise de Modo e Efeito de Falha
FTA	Árvore de Análise de Falhas
GPL	Gás de Petróleo Liquefeito
GWP	Potencial de Aquecimento Global
HC	<i>Home Comfort</i>
HFCs	Hidrofluorocarbonetos
IEEE	Instituto de Engenheiros Eletrotécnicos e Eletrónicos
IEM	Interferência Eletromagnética
ISEC	Instituto Superior de Engenharia de Coimbra
ISO	Organização Internacional para a Padronização
KPI	Indicadores Chave de Desempenho
LTT	Entidade destacada para gerir os procedimentos de teste
MTBF	Período Médio Entre Falhas
R4J	Gerenciamento de requisitos para Jira
VGPT	Visão Geral dos Procedimentos de Teste
WBS	Estrutura Analítica de Projeto



## LISTA DE SÍMBOLOS

$Q_C$	Quantidade de calor removida do condensador [kJ]
$Q_E$	Quantidade de calor absorvida pelo evaporador [kJ]
$T_A$	Temperatura do meio exterior [°C]
$T_R$	Temperatura do meio interior [°C]
$T_{SH}$	Temperatura de sobreaquecimento [°C]



## 1 INTRODUÇÃO

O desenvolvimento de produtos de fiáveis, robustos e seguros é uma exigência cada vez mais presente no ambiente industrial moderno, onde a satisfação do cliente e a competitividade de mercado dependem diretamente da qualidade e durabilidade dos produtos. Neste contexto, a engenharia de fiabilidade assume um papel essencial, ao implementar práticas e processos metodológicos que garantem o bom desempenho da sua função e asseguram a qualidade e segurança dos produtos durante todo o seu período útil de vida.

No estágio apresentado neste relatório, realizado na Bosch Termotecnologia, S.A., foram exploradas e aplicadas algumas das práticas comuns presentes na engenharia de fiabilidade, com ênfase para as etapas de design de testes realização de testes de desempenho, fiabilidade e durabilidade, mitigação de falha e melhoria contínua de métodos. O principal objetivo do estágio foi aplicar e aprofundar conhecimentos de engenharia de mecânica, enquanto explorando e aprendendo outros conhecimentos nas áreas de fiabilidade e desenvolvimento do produto. Fazendo-o pelo acompanhamento na execução de testes de validação e na análise de resultados, através da criação e implementação de ferramentas de monitorização de dados e gestão de tarefas para avaliação contínua de desempenho ou ainda ter participação no desenvolvimento de metodologias para prever e mitigar falhas em componentes e sistemas. O trabalho desenvolvido reveste-se de especial interesse, pois contribui para a criação de produtos fiáveis e seguros, alinhados com as expectativas do mercado e as rigorosas normas de segurança e qualidade colocadas pela Bosch.

Após o capítulo introdutório atual, segue-se por uma breve nota contextual sobre a entidade acolhedora, a Bosch Termotecnologia, S.A., dando conta algum do seu trajeto e história e o foco da área de trabalho para o decurso do estágio. O terceiro capítulo configura um enquadramento conceptual e teórico que aborda os principais conceitos para o bom entendimento das atividades enunciadas no quarto capítulo. Seguido da apresentação detalhada de todas as atividades realizadas e terminado com uma análise conclusiva dos resultados alcançados, as aprendizagens obtidas e o impacto das atividades realizadas no contexto organizacional e na formação pessoal.



## 2 APRESENTAÇÃO DA ENTIDADE ACOLHEDORA

A Bosch Termotecnologia, S.A. encontra-se localizada em Aveiro (Figura 2.1) e é parte integrante da divisão *Home Comfort*. O grupo Robert Bosch GmbH Bosch está dividido por setor de mercado em 4 grandes unidades de negócio, sendo que as instalações de Aveiro fazem parte da unidade mãe *Energy and Building Technology* ou "Tecnologia de Energia e Construção". Dentro desta unidade, o grupo desdobra-se ainda sobre outras divisões, como é o caso da *Home Comfort*, sub-divisão focada no desenvolvimento e comercialização de soluções inteligentes, sustentáveis e energeticamente eficientes para aquecimento, arrefecimento e conforto residencial, atuando também ao nível comercial.



Figura 2.1: Localização da entidade acolhedora: Bosch Termotecnologia S.A., em Aveiro.

Fonte: Adaptado do Google Maps (2024)

O começo de atividades no setor energético da empresa em Aveiro, remonta ao final da década de 80 com a aquisição da Vulcano Eletrodomésticos. Desde então, há data de 2022, a organização conta com mais de 1 300 trabalhadores e com o Centro de Engenha-

ria de Aveiro a contar com mais de 320 pessoas exclusivamente dedicadas na procura de soluções nas áreas das divisões *Home Comfort*, *Power Tools* e *Automotive Aftermarket*, onde são criadas e desenvolvidas as grandes inovações que constam no currículo da casa, como o primeiro esquentador com funções de conectividade gerido através de uma aplicação instalada no smartphone.

Assume-se por isso na região, como um dos principais dinamizadores da economia e na linha da frente no desenvolvimento e produção de soluções de água quente através de esquentadores (elétricos e a gás), caldeiras e bombas de calor para todo o mundo [1].

## 2.1 A equipa

No que diz respeito aos nove meses de período de estágio, este foi desenvolvido integrando a equipa *Home Comfort/ Engineering Product Quality, Processes and Methods* (HC/EPM), presente no Centro de Engenharia da unidade fabril.

A sigla **HC** refere-se à sub-divisão *Home Comfort*, responsável por soluções tecnológicas para o conforto doméstico. Conta com mais de 14 600 associados espalhados por todo o mundo, atingindo no ano de 2023 um volume de negócio na ordem dos 5 mil milhões de euros e já conta com uma aposta forte na eletrificação dos produtos, traduzidos em mil milhões de euros investidos até 2030. Ainda assim, colocando em perspetiva as diferentes dimensões do negócio, o gráfico representado na Figura 2.2 demonstra com clareza, em receitas anuais, a dimensão da *Home Comfort*, que representa apenas 8,4% da fatia total dos 91,6 mil milhões de euros em vendas no ano de 2023.

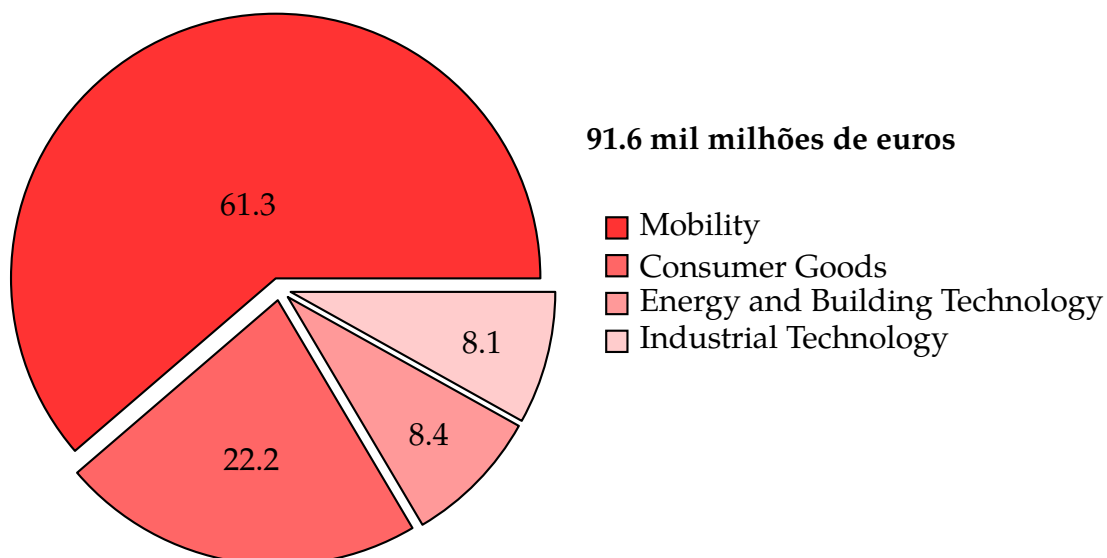


Figura 2.2: Distribuição dos 91.6 mil milhões de euros em receitas pelas 4 áreas de negócio no ano de 2023, em percentagem.

Fonte: Adaptado de Bosch CROSSROADS Annual Report 2023 (2023, p. 89).

Por sua vez, a sigla EPM traduz-se em *Engineering Product Quality, Processes and Methods* ou por Engenharia da Qualidade do Produto, Processos e Métodos.

### **Responsabilidade e tarefas**

Enquanto equipa, o HC/EPM é responsável por assegurar a durabilidade e fiabilidade no produto, ocupa e desempenha múltiplas posições no processo de desenvolvimento, com diferentes valências, da fase teórica à fase experimental e de validação, identificado e mitigando riscos de falha. As principais responsabilidades passam ainda por apoiar projetos e garantir a conformidade do produto com normas e diretivas que procuram a excelência e promover na engenharia melhorias contínuas nos processos e métodos por forma de obter sistematicamente elevados níveis de qualidade, segurança e fiabilidade nos produtos.

De forma a cumprir com as responsabilidades, a equipa tem de ser capaz de, por exemplo [2]:

- Contribuir e participar no processo de design.
- Conduzir análises de modo e efeito de falha (FMEA) para identificar possíveis causas de falha em componentes e sistemas, avaliar o impacto dessas falhas e propor ações corretivas e preventivas.
- Desenhar, planear e executar testes de validação, como testes de vida útil acelerada e de resistência, para avaliar a robustez, a qualidade e a segurança dos produtos em diferentes condições de uso e ambientes.
- Recolher, analisar e interpretar dados de desempenho e falhas em campo para identificar padrões e possíveis causas de falha, ajustando processos e materiais quando necessário.
- Conduzir análises de causa raiz para investigar falhas específicas, identificando a origem do problema e propondo soluções permanentes para evitar a recorrência.
- Aplicar modelos estatísticos e técnicas de previsão para estimar a vida útil dos produtos com base em dados históricos e resultados de testes.
- Criar relatórios detalhados sobre testes, análises de falhas e planos de ação, documentando as atividades e descobertas para comunicação com outras áreas da empresa e para fins de conformidade.



### 3 ENQUADRAMENTO TEÓRICO

Para a correta apreciação de todas as atividades desenvolvidas durante o período de estágio é efetuado, neste capítulo, um enquadramento teórico imprescindível à sua compreensão, onde são dados a conhecer os equipamentos e aparelhos nos quais incidiu grande parte das tarefas, quer de uma forma direta ou indireta. É explorada a temática envolta de todo o trabalho realizado no estágio com a caracterização da Engenharia de Fiabilidade, aprofundando nos pontos com maior ênfase para a realização das atividades. Finalmente, são apresentadas algumas das ferramentas e softwares fundamentais para o solucionamento de desafios e problemáticas.

Durante todo o documento, convencionou-se o uso da palavra "produto" como sendo referência para designar o leque de equipamentos produzidos pela Bosch, mas dependendo do contexto, a palavra poderá ser utilizada para se referir a um sistema ou subsistema, ou mesmo um componente ou parte deste.

#### 3.1 Equipamentos

A partir de um vasto catálogo de aplicações desenvolvidas e produzidas na Bosch em Aveiro, os equipamentos com os quais existiu um maior contacto encontram-se divididos de acordo com o seu propósito: produção de água quente e produção de aquecimento e arrefecimento. Entre as soluções exclusivas para produção de água quente sanitária (AQS), podemos encontrar os esquentadores termostáticos ventilados estanques ou atmosféricos, esquentadores elétricos, termoacumuladores elétricos e a bomba de calor mural. No contexto de aquecimento, temos as caldeiras mural de condensação a gás, equipamentos capazes de cumprir tanto a função aquecimento do lar como a de produzir água quente, que se distinguem pela sua versatilidade e capacidade de integração em sistemas híbridos. Por fim, temos as bombas de calor, máquinas aerotérmicas destinadas tanto à produção de aquecimento, como de arrefecimento e AQS. Ainda que as aplicações apresentadas possuam finalidades idênticas, o seu contexto de uso requer especificações distintas entre elas. No entanto, esquentadores e caldeiras de condensação partilham o mesmo princípio básico de funcionamento, em oposição à bomba de calor, que incorpora um princípio termodinâmico distinto. Neste capítulo é dado a conhecer os princípios básicos destes equipamentos e o que os distingue.

### 3.1.1 Bomba de Calor

A bomba de calor é um equipamento visto há largos anos como uma das tecnologias para o aquecimento (e arrefecimento) de uso doméstico mais promissoras do mercado, com altas eficiências comparativamente com as tecnologias de combustão de combustíveis fósseis [3]. Tecnologia que com o escalar de preocupações relativamente às alterações climáticas, colocam-se na linha da frente para combater a descarbonização massiva do setor energético de edifícios [4].

Alguma das vantagens únicas destes equipamentos concentram-se nos seguintes pontos [5]:

- A bomba de calor pode desempenhar várias funções: aquecimento, arrefecimento (quando reversível) e AQS, sendo apenas necessário um único equipamento para o conforto durante todo o ano.
- Uma única fonte de energia pode satisfazer tanto as necessidades de aquecimento como as de arrefecimento.
- A produção de calor pode ser de duas a quatro vezes superior ao consumo de energia elétrica, graças à sua alta eficiência no aproveitamento de energia térmica do ambiente exterior.
- Os respiradouros e/ou chaminés utilizados em equipamentos como caldeiras e esquentadores, podem ser eliminados, reduzindo assim os custos de construção e instalação.

Neste caso em específico, falamos de bombas de calor ar-água destinadas ao aquecimento, arrefecimento e produção de água quente. Uma máquina térmica elétrica que utiliza o calor presente no ar ambiente para aquecer a água, empregando um ciclo de compressão de vapor que permite transferir energia térmica de uma fonte de baixa temperatura para outra de temperatura mais elevada [6].

O desempenho destes equipamentos para o aquecimento é de elevado interesse, pois o aquecimento ocupa uma grande parcela no consumo energético doméstico. Já que uma bomba de calor aerotérmica é capaz de reduzir em 75% o consumo de energia elétrica quando comparada com outros equipamentos destinados a ocupar a mesma função [7]. Fatores como a elevada eficiência energética e um conjunto de metas energéticas impostas pela União Europeia, colocam esta máquina térmica no topo da corrida pelo desenvolvimento de novas tecnologias e por caminhos viáveis para a redução de custos da sua produção.

#### Princípio de funcionamento

Qualquer umas das tecnologias atualmente aplicadas em bombas de calor ar-água, continua a ser baseada no mais simples ciclo de refrigeração por compressão de vapor, pelo que interessa entender para efeitos deste relatório apenas as bases.

O ciclo de compressão de vapor, esquematizado na Figura 3.1, envolve quatro componentes principais: o evaporador, o compressor, o condensador e a válvula de expansão. Acompanhado por um fluido frigorigéneo responsável pela transferência de energia térmica entre componentes do equipamento e o meio a condicionar.

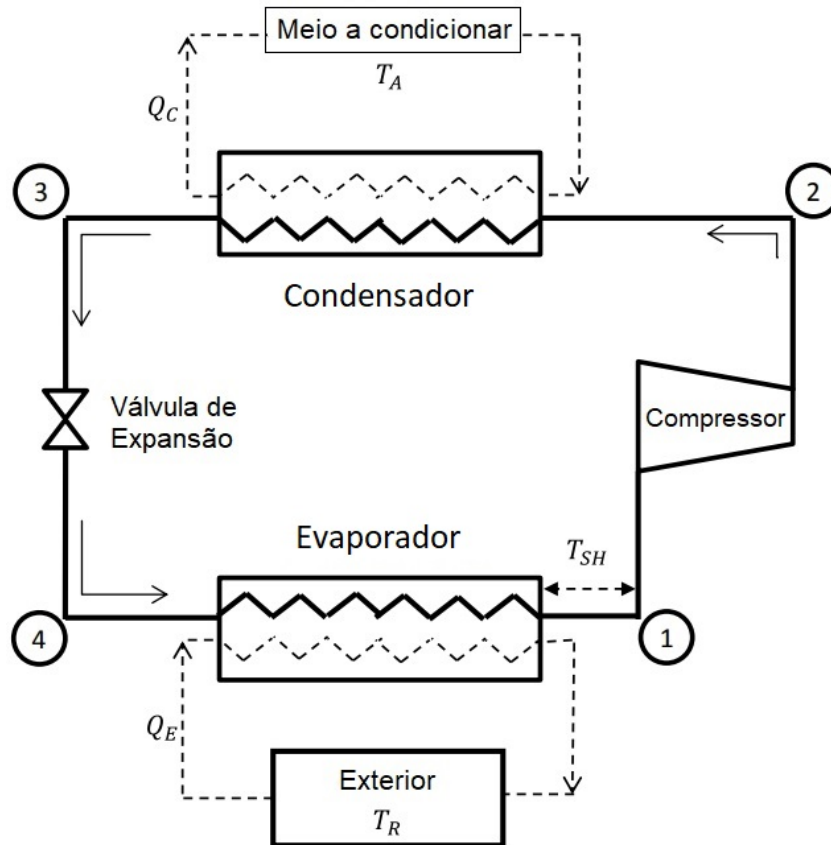


Figura 3.1: Representação do ciclo de refrigeração por compressão do vapor.

Fonte: Adaptado de Multi-step ahead prediction of vapor compression air conditioning system behaviour using neural networks (IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, 2019).

O ciclo básico de refrigeração por compressão de vapor funciona mediante as seguintes etapas [8]:

- **Evaporação Isobárica 4-1:** O fluido frigorigéneo, inicialmente no estado líquido, a baixa pressão e abaixo da temperatura do exterior, entra no evaporador e durante esta etapa, o fluido absorve calor do ar exterior ( $T_A$ ), mesmo em condições de baixa temperatura ambiente. O calor absorvido permite que o fluido mude de fase, passando do estado líquido para vapor saturado ou ligeiramente sobreaquecido.
- **Compressão Adiabática 1-2:** O vapor resultante da evaporação, idealmente no estado de sobreaquecido, entra no compressor e é comprimido. Este processo aumenta significativamente a pressão e a temperatura do fluido frigorigéneo, sem

que haja troca de calor com o ambiente (processo adiabático). O fluido atinge o estado de vapor sobreaquecido a alta pressão e alta temperatura, adequado para transferir energia térmica no condensador.

- **Condensação Isobárica 2-3:** O fluido sobreaquecido a alta pressão e temperatura entra no condensador, onde condensa e transfere o calor para a água no circuito de aquecimento (por exemplo, para sistemas de piso radiante, radiadores ou depósito). Durante essa transferência de calor, a temperatura do fluido diminui, o vapor condensa e volta ao estado líquido, mantendo a pressão elevada.
- **Expansão Isentálpica 3-4:** O fluido refrigerante, agora no estado líquido e a alta pressão, passa pela válvula de expansão, onde ocorre uma redução brusca de pressão e temperatura. Esse processo é isentálpico (entalpia constante), preparando o fluido para reentrar no evaporador no estado ideal para absorver calor.

Este processo, combinado com os mais recentes avanços tecnológicos, permite com que as bombas de calor ar-água apresentem elevados níveis de eficiência energética, com coeficientes de desempenho (COP) típicos entre 3 e 5 para a função de aquecimento, significando que conseguem transferir entre 3 a 4 unidades de energia térmica para cada unidade de energia elétrica consumida. Este tipo de equipamento proporciona uma alternativa eficiente e de baixo impacto ambiental em relação aos sistemas de aquecimento convencionais, reduzindo as emissões de  $CO_2$  e contribuindo para a sustentabilidade energética [9].

### Fluido refrigerante

A escolha do fluido refrigerante ideal em bombas de calor ar-água, é crucial para o desempenho nas diferentes condições climáticas de atuação da máquina, influenciando diretamente a eficiência do ciclo termodinâmico. A seleção deve considerar as propriedades termodinâmicas do fluido, como ponto de ebulição, capacidade de transferência de calor e comportamento em alta e baixa pressão, garantindo um desempenho eficiente e sustentável em qualquer faixa de temperatura do ar exterior.

Em climas frios, fluidos com baixos pontos de ebulição, como o  $CO_2$ , são mais eficientes pela maior facilidade em absorverem calor mesmo em temperaturas negativas. Ainda que existam algumas limitações quanto à sua utilização, o seu baixo potencial de aquecimento global torna-o um fluido a ganhar espaço no mercado da sustentabilidade [10].

Com o decorrer do processo de eliminação de alguns fluidos refrigerantes, como os altamente prejudiciais clorofluorocarbonetos (CFCs), segue-se a eliminação gradual dos hidrofluorocarbonetos (HFCs), como o R410A, R404A e R134a [11]. Ainda que atualmente o fluido refrigerante predominante seja o R32, um HFC menos nocivo por comparação com os anteriores, pois possui um potencial de aquecimento global (GWP) significativamente menor [12], como apresentado na Tabela 3.1. Contudo, os incenti-

vos ocorrem no sentido da utilização de gases naturais como a Amônia (R717) ou o Propano (R290). A Bosch, já o fez com a bomba de calor "Compress 5800i AW", apresentada ao mercado no ano de 2023 e que conta com a utilização de Propano (R290) como fluido frigorigéneo [13].

Tabela 3.1: Valores de Potencial de Aquecimento Global (GWP)

Fluido Frigorigéneo	GWP
R717 (Amônia)	< 5
R290 (Propano)	< 5
R32	≈ 675
R134a	≈ 1430
R410A	≈ 2088
R404A	≈ 3922

Fonte: Adaptado de Hydrofluorocarbon refrigerants – global warming potential values and safety classifications (2024)

### Integração

O uso da bomba de calor para o desempenho das suas funções obriga a utilização de um sistema completo composto por outros componentes fundamentais à sua máxima eficiência e segurança.

A complexidade dos sistemas pode variar devido a diversos fatores, sejam elas a marca ou a potência do equipamento. Todavia, o desenvolvimento destes produtos é realizado no sentido de minimizar a adição de componentes externos aos próprios equipamentos e no de tornar a tarefa da instalação o mais simples possível. A Figura 3.2 exemplifica o modelo mais comum de instalação de uma bomba de calor ar-água, para as suas funções de aquecimento e AQS, aplicado pela Bosch e conta com, da esquerda para a direita da representação [14]:

- **Unidade exterior** (Bomba de calor ar-água).
- **Unidade interior** - Tem a função de transferir e distribuir uniformemente o calor da bomba de calor para os sistemas de aquecimento e para o acumulador de água quente; unidade que pode muitas vezes possuir num só equipamento o acumulador de água incorporado e uma resistência de aquecimento de suporte.
- **Acumulador de água quente sanitária** - Reservatório que armazena água quente para consumo instantâneo.
- **Sistemas de distribuição** - Radiador e chuveiro.
- **Sistema de controlo** - Não presente na imagem; é necessário um sistema de gestão e de otimização para o correto funcionamento de todos estes sistemas; o painel

de controlo central poderá estar incorporado na unidade interior ou não e fazem parte deste sistema de controlo, pelo menos também termostatos para o controlo da temperatura.

Estes sistemas podem também ser adaptados como sistemas híbridos na maior parte das vezes, aproveitando sistemas que utilizam como fonte a energia solar térmica ou até mesmo o uso de caldeiras de apoio, quando a elevada procura de aquecimento assim o justifique.

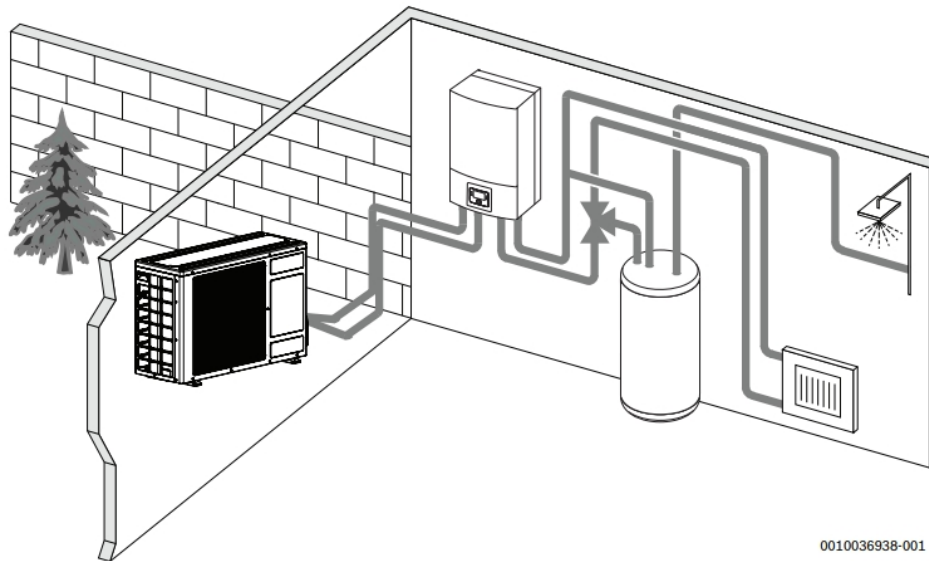


Figura 3.2: Unidade exterior, unidade interior, acumulador de AQS e sistemas de distribuição.

Fonte: Adaptado de Operation Manual Air to Water Heat Pump Compress 3400iAWS E Heat Pump with Indoor Unit (Bosch, 2023).

### Relevância da tecnologia

As bombas de calor ar-água apresentam uma série de benefícios que as posicionam como uma solução altamente eficiente e sustentável no setor de aquecimento, arrefecimento residencial e AQS. A principal vantagem está na sua alta eficiência energética já mencionada, reforçada pela capacidade de integração com sistemas de energia renovável, como painéis solares térmicos, o que reduz ainda mais a pegada de carbono. Além disso, elas contribuem para a descarbonização do setor com o bom desempenho energético nos edifícios, oferecendo uma alternativa limpa e eficiente aos sistemas baseados em combustíveis fósseis, como caldeiras a gás. A versatilidade do sistema permite aquecimento de ambientes, arrefecimento e fornecimento de água quente sanitária (AQS) em um único sistema, o que otimiza recursos e espaço em instalações residenciais e comerciais.

Ainda assim, a tecnologia também enfrenta limitações e desafios que devem ser con-

siderados, como o custo inicial elevado, uma das principais barreiras à sua adoção em larga escala quando comparados a sistemas convencionais. As condições climáticas extremas representam também um desafio, especialmente em climas muito frios, onde as temperaturas do ambiente exterior podem baixar até aos  $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ , sendo que a eficiência da bomba de calor começa a diminuir drasticamente a partir dos  $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$  devido à menor capacidade de captar calor do ambiente exterior. Embora existam tecnologias como a injeção de vapor e sistemas híbridos que combinam bombas de calor com caldeiras de apoio, essas soluções aumentam a complexidade e o custo do sistema. Além disso, a necessidade de uma instalação personalizada e de adaptação às condições específicas da habitação, como integração com piso radiante e ventiloconvectores, exige planeamento técnico detalhado. Outro desafio relevante é a gestão de fluidos frigoríficos, uma vez que opções altamente inflamáveis, como o gás propano (R290), requerem medidas adicionais de segurança em oposição aos fluidos tradicionais.

Apesar das oposições, as bombas de calor ar-água continuam a ganhar relevância devido aos avanços tecnológicos que melhoram o desempenho e reduzem os custos ao longo do tempo. A transição para fluidos frigoríficos naturais e sustentáveis, o desenvolvimento de sistemas inteligentes de controlo e a integração com fontes renováveis indicam um futuro promissor para a tecnologia. Assim, as bombas de calor ar-água representam uma solução robusta e adaptável para atender às necessidades de aquecimento, arrefecimento e AQS, alinhando-se com os objetivos globais de eficiência energética, redução de emissões de carbono e sustentabilidade ambiental. O contínuo desenvolvimento tecnológico e regulamentações que incentivam a sustentabilidade deverão impulsionar ainda mais sua adoção, consolidando seu papel como peça central na evolução dos sistemas de climatização [15].

### 3.1.2 Esquentador

Embora tecnologias como as bombas de calor estejam a ganhar popularidade, dados como os do inquérito realizado pelo Direção-Geral de Energia e Geologia (DGEG) ao consumo de energia no sector doméstico no ano de 2020, revelam que o esquentador convencional a gás para a produção de AQS continua presente em 67,3% dos alojamentos em Portugal [16], denotando a forte dependência do equipamento nas famílias portuguesas, mas também da ainda forte presença no mercado do setor energético. Isto devido à capacidade de serem equipamentos capazes de fornecer água quente de forma quase instantânea e do seu custo inicial ser relativamente baixo comparativamente com outras tecnologias.

Tendo em conta que a Bosch também desenvolve esquentadores elétricos, o esquentador convencional a gás continua a ter um grande foco por parte da empresa e aquele que fez parte das atividades do estágio. Como tal, este capítulo foca-se apenas no esquentador a gás convencional.

## Princípio de funcionamento

Dependendo da infraestrutura de distribuição e disponibilidade de combustível da região incidente, estes equipamentos podem ser alimentados por gás natural ou Gás de Petróleo Liquefeito (GPL). O esquentador é um equipamento desenhado para aquecer água quente sanitária, de forma instantânea, envolvendo a queima de um gás. Os esquentadores a gás oferecem uma solução eficaz e económica para atender à procura de água quente residencial e em pequenos estabelecimentos comerciais.

O facto de ser um equipamento já com consolidação no mercado, por existência de largos anos de desenvolvimento e aprimoramento, com diversas adaptações a imposições normativas, faz com que existam várias versões e diferentes tecnologias associadas ao esquentador. Porém, o princípio básico de funcionamento mantém-se pouco ou nada alterado e tem as seguintes etapas (esquentador a gás atmosférico tradicional) [14] [17] [18]:

1. **Admissão de Gás e Ar** - O funcionamento de um esquentador a gás atmosférico começa com a entrada de gás (natural ou GPL) na câmara de combustão. Este tipo de esquentador retira o ar necessário diretamente do ambiente, com ou sem recurso a ventiladores. A combustão ocorre no queimador, onde o gás é misturado com o ar e a ignição é feita através de um sistema automático ou manual, conforme o modelo.
2. **Queimador e Combustão** - A mistura de ar e gás entra em combustão no queimador, produzindo calor. Este calor é transferido para a água através de um permutador de calor. A eficiência da combustão depende de uma ventilação adequada do ambiente, que garante a entrada de ar suficiente e a eliminação dos gases de combustão.
3. **Aquecimento da Água** - A água fria circula através do permutador de calor, onde absorve o calor gerado pela combustão do gás. A eficiência energética deste processo depende da qualidade e do design do permutador de calor. Otimizar a transferência de calor entre os gases e a água é um fator-chave para aumentar a eficiência do sistema.
4. **Exaustão de Gases de Combustão** - Os gases resultantes da combustão, que incluem dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ) e vapor de água ( $\text{H}_2\text{O}$ ) são eliminados através de uma chaminé, utilizando a diferença de temperatura entre os gases quentes e o ar ambiente para gerar a força necessária. Em esquentadores atmosféricos, a falta de ventilação adequada pode resultar em combustão incompleta, produzindo monóxido de carbono.

## Tipologias de um esquentador

Atendendo à sua construção e características de funcionamento, os esquentadores a gás podem ser classificados sobretudo quanto à sua estanquidade e ventilação [19]. Existindo ainda, uma forte componente relativamente à tecnologia do queimador.

Os **esquentadores atmosféricos** são a tecnologia tradicional e a mais amplamente difundida. Este tipo de esquentador, de exaustão natural, utiliza o ar diretamente do ambiente da instalação para realizar a combustão do gás e expõem os gases de exaustão naturalmente por um sistema de chaminé [20]. A tecnologia, ganha na simplicidade de instalação e do baixo custo, mas apresenta algumas limitações como a dependência de uma ventilação adequada no local de instalação. O resultado de uma má circulação de ar pode resultar numa acumulação de monóxido de carbono, um gás tóxico e prejudicial à vida humana [21].

Os **esquentadores ventilados** continuam a ser esquentadores atmosféricos, ao utilizarem o ar ambiente do próprio local para a sua combustão, mas dispõem de um ventilador integrado de maneira a garantir a correta evacuação dos gases provenientes da queima para o exterior.

Os **esquentadores estanques** apresentam a maior distinção dos demais, graças ao isolamento completo do seu sistema de combustão em relação ao ambiente da instalação. O esquentador estanque utiliza o ar do ambiente exterior para a combustão e rejeita os gases resultantes também para o ambiente exterior, por meio de um sistema de tubagem concêntrica [22]. Esta configuração elimina o consumo de oxigénio do ambiente da instalação, prevenindo riscos de intoxicação por monóxido de carbono. É ideal para instalações em locais com pouca ventilação natural e oferecem uma maior eficiência energética e segurança.

## Principais componentes

Os esquentadores a gás são compostos por diversos componentes essenciais que garantem a sua eficiência, segurança e funcionalidade. Cada parte desempenha um papel específico, desde o aquecimento da água até ao controlo da temperatura e à exaustão dos gases. Alguns dos principais componentes e a sua função são [23] [24] [25] [26] [27]:

- **Queimador** - O queimador é o componente responsável por realizar a combustão entre o gás combustível e o ar comburente no esquentador. A eficiência e o controlo da temperatura dependem diretamente do tipo de queimador utilizado, bem como da tecnologia envolvida no sistema. Entre alguns dos mais conhecidos estão o atmosférico, o de baixa emissão de NO<sub>x</sub>, o de pré-mistura ou o modelado.
- **Permutador de Calor** - O permutador de calor é o componente ao encargo da transferência térmica entre os gases de combustão gerados pelo queimador e a água que passa pelo sistema. Garantindo que o calor produzido na combustão é aproveitado para aquecer a água com eficiência.

- **Sistema de Ignição** - A função do sistema de ignição é iniciar o processo de combustão no queimador. Pode ser através de uma chama piloto permanente, conhecido como Piezo; ignição eletrónica alimentada por pilhas; ou ignição por hidrogerador, um sistema que utiliza a força da água como fonte de energia.
- **Válvula de Gás** - A válvula de gás regula o fluxo de gás que alimenta queimador. É fundamental para o controlo da mistura de gases no processo de combustão.
- **Termostato** - Este componente é responsável por monitorizar e controlar a temperatura da água.
- **Válvula de Segurança** - A válvula de segurança é um dispositivo crucial que interrompe automaticamente o fornecimento de gás caso ocorra uma falha no sistema, como a ausência de chama ou sob pressão no sistema, prevenindo acidentes.
- **Sensor de Fluxo de Água** - O sensor de fluxo deteta quando há movimento de água e ativa automaticamente o esquentador, garantindo que o gás só é queimado quando há necessidade de água quente. Este componente ajuda a melhorar a eficiência energética.

### Desafios e tendências futuras

Os esquentadores a gás enfrentam desafios significativos relacionados a regulamentações ambientais, que exigem reduções nas emissões de CO<sub>2</sub> e NO<sub>x</sub> e aumentos na eficiência energética [28]. Pressionando os fabricantes a desenvolver tecnologias paralelas, como as caldeiras de condensação. A dependência da importação de um gás fóssil também favorece a eletrificação do mercado e a procura por fontes renováveis [29]. Colocando tecnologias como a bomba de calor e sistemas solares térmicos em alternativas diretas. Contudo, a tendência futura para a continuidade da relevância dos esquentadores a gás no mercado aponta para soluções mais sustentáveis, como o uso de biogás ou hidrogénio e maior integração com outros sistemas de apoio.

A **caldeira de condensação** incorpora uma das tecnologias mais recentes no campo dos sistemas de aquecimento e fornecimento de AQS. Funcionam através da queima de um gás, semelhante ao esquentador convencional, mas atravessam um ciclo de recuperação e transferência do calor latente presente nos gases de combustão para o circuito de água dos sistemas de aquecimento, não sendo exclusivas à produção de água quente sanitária. Dessa forma, as caldeiras de condensação conseguem atingir níveis de eficiência superiores a 90%, reduzindo significativamente o consumo de gás e as emissões de CO<sub>2</sub>.

O catálogo técnico da Bosch salienta que os esquentadores de condensação são especialmente indicados para projetos de construção sustentável e para clientes preocupados com a eficiência energética e a redução da pegada de carbono [30]. Este tipo de equipamento é mais caro do que os esquentadores tradicionais, mas o investimento inicial é rapidamente compensado pela economia no consumo de energia.

## 3.2 Engenharia de Fiabilidade (*Reliability Engineering*)

Fiabilidade (*Reliability*) é a característica de um item, expressa pela probabilidade do item em desempenhar as suas funções para o qual foi projetado durante um intervalo de tempo específico e sob dadas condições de trabalho [31], de forma que satisfaça ou exceda as expectativas do cliente. Por outras palavras "qualidade ao longo do tempo" sem a existência de falhas. Sendo que uma falha ocorre quando uma ou mais funções do item deixam de cumprir os requisitos de forma satisfatória.

Assim, Engenharia de Fiabilidade (*Reliability Engineering*) trata-se de uma disciplina de engenharia que visa a aplicação do conhecimento científico de forma a garantir a fiabilidade do "item" em estudo [32]. As responsabilidades e funções presentes na engenharia de fiabilidade são vastas e variadas, pelo que o enquadramento teórico baseia-se apenas nas funções aprofundadas e aplicadas no decorrer do período de estágio.

### 3.2.1 A presença da engenharia de fiabilidade no desenvolvimento de produto

Quando se pretende alcançar níveis de qualidade elevados num produto, a fiabilidade é uma das características do produto a ter em conta. Não existe um consenso entre autores para a definição de qualidade, tendendo a ser descrita de maneira simplista como a "satisfação do cliente e a sua lealdade" [33].

O quadro representado na Tabela 3.2 indica os dois componentes presentes na qualidade do produto, são eles as "Caraterísticas do Produto" e a sua "Liberdade de Deficiências". A Bosch enquanto indústria de manufatura, leva em conta os mesmos princípios no desenvolvimento de produto, onde se inclui a fiabilidade. As características do produto têm um efeito direto nos lucros das vendas, enquanto que a garantia da liberdade de deficiências tem um efeito localizado nos custos associados ao fabrico, como a redução de resíduos, reclamações, trabalhos redobrados, etc.. Em suma, a garantia de uma alta fiabilidade de produto é sinónimo de elevada qualidade, satisfação do cliente, lealdade e a prosperidade de negócio.

Visto de um espectro alargado, todas as atividades desenvolvidas durante o estágio foram canalizadas para um objetivo maior, visando sempre a garantia da qualidade, mas também de aspetos como a segurança, o desempenho e a beneficiação de processos ao nível do planeamento e da gestão.

Tabela 3.2: Dois Componentes da Qualidade.

<b>Dois Componentes da Qualidade</b>	
<b>Indústrias de Manufatura</b>	<b>Indústrias de Serviços</b>
<b>Características do Produto</b>	
Desempenho	Precisão
Fiabilidade	Pontualidade
Durabilidade	Completude
Facilidade de uso	Simpatia e cortesia
Manutenibilidade	Antecipação das necessidades do cliente
Estética	Conhecimento do servidor
Disponibilidade de opções e expansibilidade	Aparência das instalações e do pessoal
Reputação	Reputação
<b>Liberdade de Deficiências</b>	
Produto livre de defeitos e erros na entrega, durante o uso, e durante a manutenção.	Serviço livre de erros durante transações de serviço iniciais e futuras.
Todos os processos livres de retrabalho, redundância e outros desperdícios.	Todos os processos livres de retrabalho, redundância e outros desperdícios.

Fonte: Adaptado de Quality Planning and Analysis (2001, p. 5).

A função da qualidade é regida pelo conjunto de todas as atividades e tarefas a executar de forma a obter a satisfação do cliente e a sua lealdade. Um processo contínuo e cíclico, impulsionado pelas especificações do mercado. Este ciclo inclui etapas fundamentais como o teste de novas versões, novos designs, novas tecnologias e novas produções. Além destas, os dados de satisfação do cliente desempenham um papel crucial no refinamento do processo. Para assegurar que este ciclo se desenvolva de forma economicamente sustentável, é imprescindível garantir a coordenação e gestão eficiente, o planeamento estratégico e a melhoria contínua tanto do processo quanto do produto [34].

## Estratégias de fiabilidade para a otimização de processos

Num processo de desenvolvimento de produto genérico, como o descrito na Figura 3.3, incluímos a presença da engenharia de fiabilidade desde o planeamento, ao conceito do produto, passando pelo design, às ações de teste e ao lançamento do produto final, com as mais variadas funções e responsabilidades. Durante o estágio, a maioria das atividades incidiram na fase de teste e aprimoramento, de forma indireta e direta, nomeadamente: o design de procedimentos de teste; testes de desempenho, fiabilidade e durabilidade; implementação de alterações no design e garantia do melhoramento de processos. No entanto, o desenvolvimento de produto não é um processo linear e varia tendo em conta o setor e a aplicação do modelo genérico no tipo de indústria por parte de cada empresa. No modelo encontrado no estágio, as fases do desenvolvimento acontecem várias vezes durante o período de um projeto, com avanços e recuos, o que coloca a engenharia de fiabilidade nas várias e fases e permitiu um contacto com os mais variados temas - do conceito ao design - tornando-se uma mais valia para a aquisição de conhecimento.

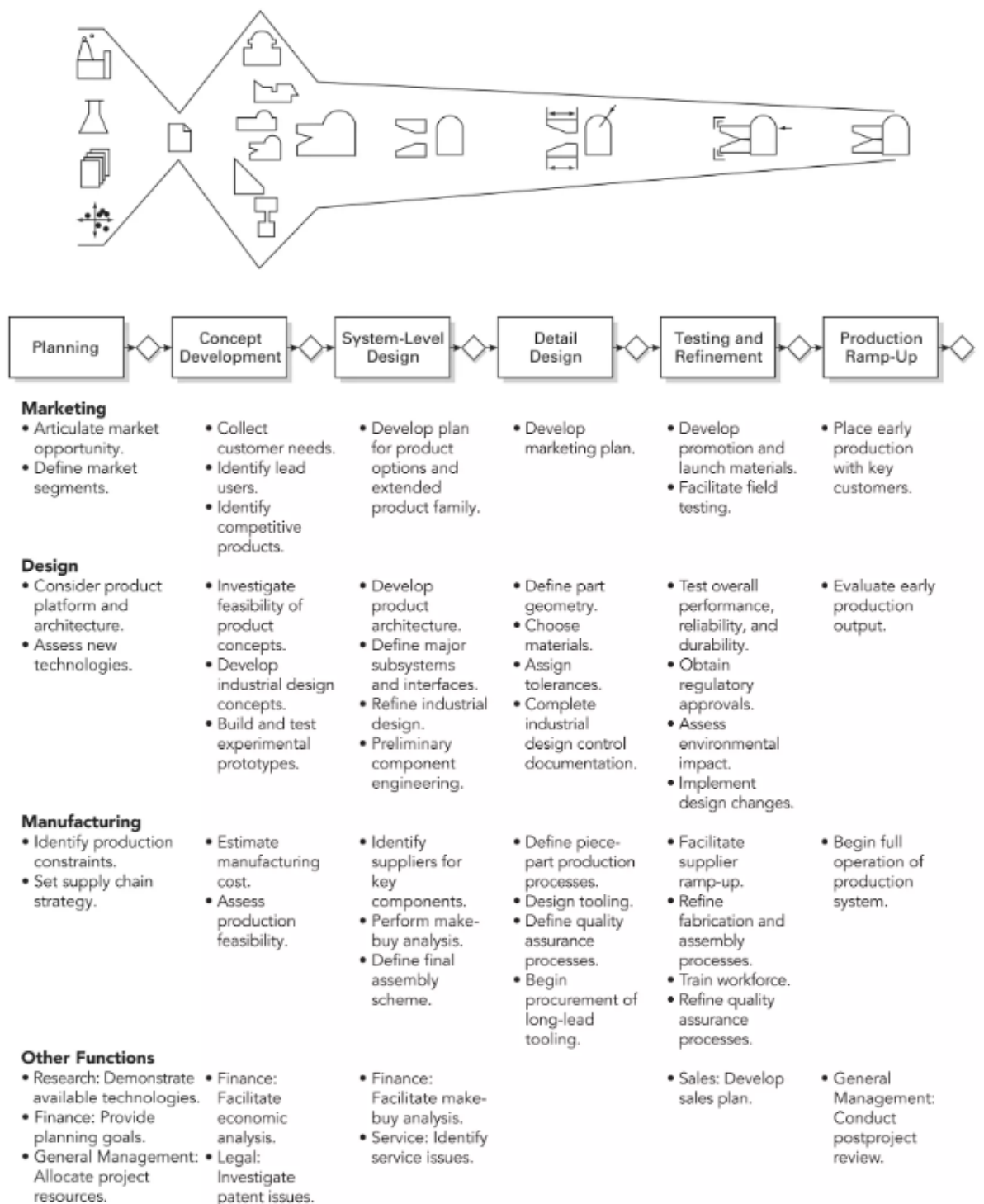


Figura 3.3: Processo de desenvolvimento de produto genérico.

Fonte: Product Design and Development (Karl T., 2000).

### 3.2.2 Fiabilidade de componentes mecânicos e sistemas

Para garantir a fiabilidade de qualquer produto, é necessário diminuir as probabilidades de falha, tanto do produto, enquanto aparelho, como dos seus componentes mecânicos e sistemas, atendendo à variabilidade de condicionantes e circunstâncias de operação. Isto porque, ao nível mecânico, os componentes tendem a falhar devido à aplicação de esforços mecânicos, ocorrendo principalmente por duas causas:

1. Tensões elevadas que levam à fratura. Tração, compressão e corte.
2. Degradação da resistência, de modo que as tensões de trabalho causam fratura após um período de tempo.

São as mais diversas razões que levam os componentes mecânicos à falha por estas causas, algumas bem mais comuns do que se possa pensar, como são exemplo:

- Ajustes incorretos em válvulas e dispositivos de medição e controlo.
- Deterioração de partes móveis, como rolamentos e guias, devido a contaminação e corrosão.
- Vazamento de vedantes devido a desgaste ou danos.
- Vibração ou ruído excessivo, devido a desgaste, componentes rotativos desalinhados ou ressonância [35].

A atenção a estas e outras causas de falha é indispensável numa fase de design de modo a prevenir e minimizar as ocorrências. Esta área, denominada "Design para a Fiabilidade" não será objeto de desenvolvimento no âmbito do presente trabalho.

De uma forma geral, todas as falhas ocorrem sob a responsabilidade do que chamamos um "Mecanismo de Dano". Na Tabela 3.3, é dado destaque aos mais comuns, particularmente o envelhecimento, a fadiga, a fluência, o desgaste e a corrosão.

Tabela 3.3: Definição dos principais mecanismos de dano.

<b>Mecanismo de Dano</b>	<b>Definição</b>
<b>Envelhecimento</b>	Diminuição das propriedades físicas, químicas ou mecânicas de um material ao longo do tempo. Estes fatores podem causar degradação ou modificações na estrutura interna do material, resultando em mudanças no seu desempenho, durabilidade ou resistência.
<b>Fadiga</b>	Dano causado por uma tensão aplicada de forma cíclica, acima de um valor limite. O dano causado pela fadiga é cumulativo, pelo que o ultrapassar do limite de fadiga eventualmente acontece e leva à falha. Por exemplo, uma mola submetida a extensões cíclicas além do limite de fadiga acabará por falhar por tração.
<b>Fluência (<i>Creep</i>)</b>	Deformação plástica permanente gradual pelo aumento do comprimento de um componente submetido a tensão de tração contínua ou cíclica e a alta temperatura. Por exemplo, o conjunto de compressão numa bomba de calor quando sujeitos a condições de trabalho com temperaturas elevadas pode levar ao alongamento da tubagem, comprometendo toda a eficiência do equipamento.
<b>Desgaste (<i>Wear</i>)</b>	Remoção de material das superfícies dos componentes como resultado do movimento relativo entre eles ou entre outros materiais. Como quando ocorre desgaste abrasivo, em que uma superfície mais dura risca uma superfície mais suave. Ou a erosão por fluído, quando um fluído com energia suficiente entra em contacto com uma superfície.
<b>Corrosão</b>	Degradação de metais ferrosos e alguns metais não-ferrosos, devido a reações químicas ou eletroquímicas com o ambiente, principalmente a oxidação.

Fonte: Adaptado de Practical Reliability Engineering (Patrick D.T., 2012).

Estes mecanismos de dano são influenciados e exponenciados sobretudo pela ação de altas temperaturas, condensação e humidade, variações de pressão, choques e vibrações, radiação ultravioleta e impactos mecânicos. O conhecimento dos mesmos é de elevada importância para a proficiência do design e da execução de testes de fiabilidade.

### 3.2.3 Fiabilidade de componentes eletrónicos

À semelhança dos componentes mecânicos, os componentes eletrónicos podem ser levados à falha através dos mesmos mecanismos de dano (fadiga, creep, desgaste, corrosão, etc.). A fadiga é um dos mecanismos que mais contribui para a falha em componentes eletrónicos, sobretudo em juntas de soldadura na superfície de componentes montados ou em conexões de componentes relativamente pesados, como é o caso de transformadores, interruptores ou condensadores montados verticalmente. O desgaste afeta sobretudo conectores. A corrosão ataca condutores metálicos em circuitos integrados, conectores e componentes. E temos a presença de mecanismos de dano exclusivos a componentes eletrónicos, como é o caso de stress a nível elétrico e térmico, em que a corrente, a voltagem e a potência são os responsáveis por levar à falha tanto de componentes como sistemas eletrónicos [36]. Devido à alta qualidade de produção dos componentes eletrónicos modernos, podemos descartar possíveis defeitos do material se devidamente selecionados tendo em conta os requisitos e aplicados com proteção adequada e sem danos na montagem.

Algumas falhas importantes exclusivas a componentes eletrónicos estão relacionadas com interferências eletromagnéticas e compatibilidade eletromagnética, mecanismos também eles amplamente testados. São problemas que surgem nos sistemas eletrónicos devido a interações indesejadas entre campos eletromagnéticos de componentes. À semelhança dos outros mecanismos, estes também pode afetar o desempenho, a fiabilidade e a geral segurança dos sistemas elétricos e eletrónicos.

#### **Interferência Eletromagnética**

A Interferência Eletromagnética (IEM) é uma perturbação que afeta circuitos elétricos e eletrónicos devido à sua condução eletromagnética ou à radiação eletromagnética emitida por uma fonte externa. Com o aumento da densidade de dispositivos eletrónicos, como sistemas móveis, redes sem fio e computadores, a IEM tornou-se um dos maiores desafios na engenharia moderna. Este fenómeno é especialmente crítico em sistemas sensíveis, onde falhas podem comprometer as operações essenciais de um equipamento.

Estas interferências eletromagnéticas atuam através da radiação, condução ou indução e podem ter origem em alguma destas categorias:

1. **Interferências acidentais** - Resulta da incapacidade de um dispositivo distinguir

sinais desejados de sinais fortes indesejados, muitas vezes devido a falhas no design do circuito ou na blindagem.

2. **Ruídos externos** - Inclui fontes eletromagnéticas ambientais ou elétricas, como relâmpagos ou redes de energia.
3. **Emissões espúrias** - Sinais gerados fora das bandas de frequência designadas, como harmónicos de transmissores.
4. **Congestionamento de banda** - O uso intensivo de frequências próximas pode levar à interferência entre dispositivos.
5. **Interferência intencional** (*Jamming*) - Emissão propositada de sinais eletromagnéticos para interromper o funcionamento de sistemas eletrónicos.

A habilidade dos sistemas eletrónicos em operar de forma fiável na presença destas interferências é conhecida como compatibilidade eletromagnética (CEM) e se esta não existir, dependendo de fatores como potência de transmissão, atenuação e condições atmosféricas, algumas das falhas a ocorrer podem ser:

- **Disrupção em Sistemas de Comunicação** - A propagação de ondas de rádio pode ser comprometida por efeitos atmosféricos e fontes externas de ruído.
- **Transientes e Sobretensões** - Sobretensões causadas por relâmpagos ou acoplamento magnético podem resultar em danos físicos a componentes eletrónicos, como microprocessadores.

Com efeitos disruptivos como a paragem de sistemas e mau funcionamento de por via do processamento de comandos errados causados por transientes. Efeitos dissipativos pela degradação de componentes ao longo do tempo. E efeitos destrutivos com falhas catastróficas devido a picos de energia.

Na tentativa de mitigação destes problemas, é comum o uso de materiais para blindar componentes de radiação eletromagnética indesejada. Combinar condensadores e indutores para criar filtros e atenuar ruídos de alta frequência. Distribuir a energia do sinal por uma faixa de frequências alargadas, diminuindo a densidade em bandas comprometedoras e criar distribuições otimizadas de placas eletrónicas [37].

## Compatibilidade Eletromagnética

A Compatibilidade Eletromagnética (CEM) refere-se à capacidade de um dispositivo ou sistema eletrónico de funcionar corretamente em ambientes eletromagnéticos, sem causar ou sofrer interferências indesejadas. E pretende assegurar, por meio de normas e diretivas, a mitigação das falhas por interferência eletromagnética.

A CEM baseia-se em três pilares principais [38]:

1. **Emissões Eletromagnéticas** - Refere-se à quantidade de energia eletromagnética que um dispositivo emite durante sua operação. Para garantir a CEM, essas emis-

sões devem estar dentro dos limites estabelecidos por normas e regulamentos.

2. **Imunidade Eletromagnética** - Capacidade de um dispositivo resistir a interferências eletromagnéticas provenientes de fontes externas, mantendo seu desempenho adequado.
3. **Acoplamento Eletromagnético** - Mecanismos pelos quais a energia eletromagnética é transferida de uma fonte emissora para um recetor suscetível. Compreender esses mecanismos é crucial para mitigar possíveis interferências.

A IEM é um fenómeno que afeta a fiabilidade e o desempenho de sistemas eletrónicos, especialmente em ambientes densos em termos de dispositivos e comunicação. A mitigação eficaz exige uma abordagem integrada de design, blindagem e conformidade com as normas de compatibilidade eletromagnética. Com as práticas corretas, é possível garantir o funcionamento estável de sistemas críticos e reduzir impactos adversos.

### 3.3 Testes de Fiabilidade (*Reliability Testing*)

Ao estudar a fiabilidade de um produto e durante o seu desenvolvimento, ocorre uma fase designada como "Testes e Refinamento", conforme apresentado anteriormente na Figura 3.3. Nesta fase, surge a necessidade de avaliar a capacidade do aparelho e/ou componentes em cumprir a sua função, sem falhas, durante o período de vida útil expectável.

Este processo de testes e análise pode ser repetido várias vezes ao longo do desenvolvimento, uma vez que a maioria dos designs passa por um processo gradual de evolução. O mesmo acontece, porque os designs não são capazes de garantir a conformidade com todos os mecanismos de dano de forma preditiva [39].

É por meio da aplicação sistemática de todas as disciplinas associadas à fiabilidade que se pode garantir, de maneira inerente, um design confiável.

#### Natureza da fiabilidade do produto

A fiabilidade de um produto, pode ter duas conotações associadas. Uma é a sua natureza probabilística e a outra é a sua natureza determinista.

A natureza probabilística da fiabilidade refere-se à abordagem estatística utilizada para medir a probabilidade de um produto operar sem falhas durante um período específico e sob condições determinadas. Esta abordagem considera a variabilidade de materiais, processos e ambientes, modelando o comportamento de falhas com distribuições estatísticas de Weibull e exponenciais e utiliza métricas como a função de fiabilidade  $R(t)$ , a taxa de falha  $\lambda$  e o tempo médio entre falhas (MTBF) para avaliar o desempenho.

Esta metodologia permite prever falhas, analisar riscos e projetar sistemas robustos, mas depende de dados precisos e pode revelar-se complexa em sistemas interdependentes. A compreensão da fiabilidade probabilística é essencial para otimizar a segu-

rança e a eficiência de produtos e sistemas. Contudo, a falta de dados precisos compromete frequentemente a eficácia desta abordagem.

Para avaliarmos a natureza determinista na fiabilidade de um produto, recorreremos a Testes de Fiabilidade [40]. Testes desenhados para cumprir com o propósito de:

1. Verificar que o produto vai de encontro aos requerimentos de fiabilidade e de tempo de vida.
2. Identificar defeitos no design (ou no processo de manufatura) que coloquem em causa o tempo de vida útil do produto.

De salientar que a eficácia dos testes de fiabilidade está intrinsecamente ligada a um programa de testes que, além dos testes de fiabilidade, deve incluir também: testes funcionais, que confirmam que o design está em conformidade com os requisitos base de funcionalidade; testes ambientais, que garantem que o design é capaz de operar dentro de um espectro de ambientes expectáveis; testes estatísticos, que visam otimizar o design do produto e o processo de produção; e testes de segurança, quando apropriado. Combinado com outras ferramentas na engenharia de fiabilidade, os testes de fiabilidade servem para providenciar a *verificação* e *validação* do produto, definidos na Tabela 3.4 [41].

Tabela 3.4: Definição de Validação e Verificação.

Validação	Verificação
Teste que confirma que o desempenho do produto é relevante para as necessidades e desejos do cliente. De notar que este teste pode levar a descobertas que requerem mudanças no design.	Teste que confirma que o design do produto atende às especificações de fiabilidade e metas. De notar que pode levar a descobertas que requerem mudanças no design.

Fonte: Adaptado de Reliability Testing of Consumer Products (John Cooper, 2000).

### 3.3.1 Procedimentos para testar a fiabilidade

De maneira a verificar e validar que um produto vai trabalhar sem a ocorrência de falhas, num período estipulado de vida, fica inerente ao teste da sua fiabilidade, gerar falhas. Este testes dividem-se em duas categorias essenciais [42]:

1. Testes cujas as falhas são indesejáveis (testar para o sucesso).
2. Testes que procuram deliberadamente a falha (testar para a falha).

A escolha de um dos métodos fica a cargo do nível de parâmetros que se pretende alcançar, à quantidade de amostras a testar e à quantidade de ciclos de teste [43].

O planeamento dos testes de fiabilidade deve ter em conta dados analíticos das fases

de design, considerar um conjunto de variáveis que possam afetar a probabilidade de ocorrer falha e ter em conta a durabilidade do teste de modo que permita demonstrar os riscos associados à falha de forma clara [44].

Este programa deve ainda evolver um espectro de condições relativas ao meio onde o produto poderá atuar. Os fatores de meio que mais afetam a fiabilidade dos produtos, seus componentes e os mais encontrados durante o período de estágio são [45]:

- A temperatura.
- Vibrações.
- Impactos mecânicos.
- Humidade.
- Radiação.
- Salinidade.
- Sujidade e poeiras.
- Contaminantes.
- Pessoas.
- Efeitos eletromagnéticos.

Para cada um destes fatores, existem testes práticos, capazes de avaliar a sua influência no produto e seguem procedimentos minuciosamente desenvolvidos por princípios conhecidos e eficazes para validar cada um deles.

Dados fiáveis das características da fiabilidade de um produto, são obtidos através de processos de teste em condições normais de operação. Porém, testar a condições normais de funcionamento, é um processo que requer um espaço temporal elevado, especialmente tendo em conta os períodos de vida cada vez mais longos de produtos e componentes. Para além disso, torna-se um método dispendioso ao ter de estudar múltiplas unidades submetidas a teste, acabando por se tornar impraticável. De forma a combater a realidade, utilizam-se técnicas alternativas para “prever” a fiabilidade, utilizando dados conhecidos e moldando condições de teste. Estes testes são conhecidos como métodos de “teste acelerado”, em que o seu principal objetivo é provocar a falha ou a degradação de componentes, unidades e sistemas, num período de tempo muito mais curto, e estimar a fiabilidade das condições normais de funcionamento através dos dados retirados das falhas e da observação da degradação durante as condições aceleradas [46].

Um procedimento de teste adequado, deve definir com clareza o objetivo e a finalidade do teste. Descrever detalhadamente o número de amostras a testar, as condições a que deverá ser sujeito e os passos para a realização do teste. Conter especificados os limites e os critérios de aceitação para os parâmetros avaliados no teste [47].

Os testes de fiabilidade são uma etapa crucial no desenvolvimento de produtos, per-

mitindo avaliar e garantir que estes possam desempenhar sua função com sucesso durante o período de vida esperado. A aplicação de métodos bem planejados, como testes em condições normais e aceleradas, possibilita identificar potenciais falhas, otimizar o design e validar a conformidade do produto com os requisitos definidos.

### 3.4 Ativos de Processos Organizacionais

No contexto organizacional e da engenharia de desenvolvimento de produto, a resolução de projetos tem por base metodologias documentadas, moldadas por aspetos únicos a cada organização, indústria e tecnologia. Os ativos de processos relativos a uma organização incluem planos formais e informais, políticas internas, procedimentos e diretrizes. Incluem também todo o tipo de bases de conhecimento da empresa a partir de lições retiradas, documentação histórica, dados de risco e dados métricos valiosos. Por estes motivos, atualizar e adicionar ativos de processo numa organização é fundamental para a qualidade de projetos e consequentemente do produto [48].

A utilização de modelos técnicos normativos, como a ISO 9001:2015 *Quality management systems — Requirements* e outras da sua família, comprometem-se a ajudar as organizações a atingir a satisfação do cliente ao atingir os requerimentos do cliente, através da implementação rigorosa dos seus sistemas. Sistemas que procuram a qualidade e a sustentabilidade do negócio, ao encontrar soluções adequadas à estrutura organizacional e aos seus produtos e serviços [49].

No conjunto de procedimentos e processos elaborados para atingir os requerimentos, estão incluídos [50]:

- Processos padrão organizacionais, como normas, políticas (por exemplo, política de segurança e saúde, política de ética e política de gestão de projetos), ciclos de vida padrão de produtos e projetos, e políticas e procedimentos de qualidade (por exemplo, auditorias de processos, metas de melhoria, listas de verificação e definições padronizadas de processos para uso na organização).
- Diretrizes padronizadas, instruções de trabalho, critérios de avaliação de propostas e critérios de medição de desempenho.
- Modelos (por exemplo, análise de riscos, estrutura analítica do projeto, diagramas de rede do cronograma do projeto e modelos de contrato).
- Diretrizes e critérios para ajustar o conjunto de processos padrão da organização às necessidades específicas do projeto.
- Requisitos de comunicação organizacional (por exemplo, tecnologias de comunicação disponíveis, políticas de retenção de registos e requisitos de segurança).
- Diretrizes ou requisitos para o encerramento de projetos (por exemplo, auditorias finais de projetos, avaliações de projetos, validações de produtos e critérios de

aceitação).

### 3.5 Confluence-Jira

O Confluence-Jira é uma integração de dois softwares desenvolvidos pela Atlassian Corporation, uma empresa australiana especializada no desenvolvimento de ferramentas de colaboração e produtividade, voltadas principalmente para equipas de desenvolvimento de software, gestão de projetos e operações empresariais, mas com uma aplicabilidade transversal à maior parte dos ramos industriais [51].

O Confluence é uma ferramenta de colaboração concebida para que as equipas, numa estrutura organizacional, possam criar, organizar e partilhar documentação e informação de interesse mútuo, com a capacidade de albergar uma grande base de dados [52]. Por sua vez, o Jira é uma ferramenta de gestão de projetos focada no registo e controlo de tarefas a realizar, problemas a resolver e métodos de trabalho [53].

Ambas as ferramentas são amplamente utilizadas nas mais variadas áreas da indústria, incluindo a Bosch. A utilização integrada do Confluence e do Jira oferece uma série de benefícios para as equipas de trabalho, especialmente em ambientes ágeis e de desenvolvimento de produto, tais como [54]:

1. **Centralização da Informação** - O Confluence atua como uma biblioteca, permitindo que as equipas documentem todos os detalhes relacionados aos projetos, desde requisitos, planos e relatórios, até notas de reuniões e políticas internas.
2. **Melhoria na Colaboração** - Colaboração em tempo real de forma sincronizada, permitindo a vinculação de informação a tarefas abertas no Jira. Permite o acesso a informação técnica, requisitos e notas diretamente das tarefas em aberto.
3. **Relatórios e Transparência** - O Confluence permite a criação de relatórios dinâmicos que extraem dados diretamente do Jira, oferecendo uma visão clara do progresso do projeto, métricas de desempenho e status das tarefas.
4. **Aumento da Produtividade**
5. **Fluxos de Trabalho Ágeis** - A integração facilita a gestão de projetos ágeis, como *Scrum* ou *Kanban*, permitindo a gestão por parte das equipas dos seus sprints e tarefas no Jira e documentem retrospectivas, reuniões de *sprint* e lições aprendidas no Confluence.
6. **Automação e Integração de Dados**
7. **Facilidade de *Onboarding*** - Novos membros da equipa podem rapidamente se familiarizar com o trabalho, acedendo toda a documentação relevante no Confluence e acompanhando o estado das tarefas no Jira. Isso melhora o processo de *onboarding* e reduz a curva de aprendizagem.
8. **Controlo de Permissões e Segurança**

## 9. Facilidade de Integração com Outras Ferramentas

### Xray Test Management

Uma grande vantagem do Jira é a sua capacidade de integração com outras ferramentas, desenvolvidas para diferentes requisitos e que permitem resolver problemas variados, aproveitando a plataforma e os benefícios do Jira.

O Xray Test Management é um desses casos, um *add-on* avançado, que fornece uma solução completa para a gestão de testes dentro da plataforma Jira. Esta ferramenta é especialmente focada para equipas de desenvolvimento de produto e gestão da qualidade, trazendo para a plataforma funcionalidades que permitem planear, executar e acompanhar testes diretamente no Jira [55]. Assim, integra as características de gestão de tarefas e testes num único ambiente.

Esta ferramenta complementar ao Jira permite às equipas gerir todo o ciclo do processo de teste, incluindo [56]:

- Gestão completa de testes.
- Planeamento e execução de testes.
- Cenários de teste.
- Relatórios e métricas avançadas.

### 3.5.1 Estrutura do software no contexto do estágio

A integração das três ferramentas, Confluence, Jira e Xray, formam um único software, uma única plataforma baseada na web, alojada nos servidores da Bosch, juntamente com outras ferramentas complementares. A plataforma foi utilizada para a criação de um projeto no âmbito da gestão e monitorização de procedimentos de teste, detalhada em profundidade no Capítulo 4.

As capacidades desta integração são vastas, pelo que, neste capítulo, se dá ênfase às características e funcionalidades utilizadas especificamente para a realização das atividades ao longo do estágio. Para este aprofundamento, é necessário a compreensão de 3 pontos essenciais:

1. O que é um *Issue*.
2. O Painel de Bordo.
3. O *Work Breakdown Structure Gantt-Chart*.

#### O *Issue*

O *Issue* representa a peça central do software e constitui o elemento fundamental para a gestão dos projetos na plataforma. A criação de um *Issue* permite às equipas envolvidas criar, categorizar, acompanhar e gerir diversos tipos de tarefas, além de adicio-

nar posteriormente informações relevantes, como: descrições detalhadas; anexação de imagens; atribuição de responsáveis; adição de etiquetas; definição de níveis de prioridade, entre outros [57].

Os múltiplos *Issue* em Jira estão hierarquizados de acordo com a Figura 3.4 e podem referir-se a diversos trabalhos que necessitem de ser rastreados ou geridos, sendo representados da seguinte forma [58] [59]:

- **Tarefa** (*Task*) - Uma tarefa geral que precisa de ser completada, como parte do fluxo de trabalho do projeto.
- **História de Utilizador** (*Story*) - Um requisito funcional descrito do ponto de vista do utilizador final. As histórias de utilizador são comuns em metodologias ágeis como o Scrum.
- **Bug** - Um problema técnico ou falha no software que precisa de ser resolvido.
- **Sub-tarefa** (*Sub-task*) - Uma subdivisão de uma tarefa principal. As sub-tarefas ajudam a quebrar grandes tarefas em divisões menores que permitam uma gestão mais fácil..
- **Épico** (*Epic*) - Um grande corpo de trabalho que é subdividido em tarefas menores, como tarefas, histórias de utilizador ou sub-tarefas. Os Épicos geralmente cobrem objetivos mais amplos ou funcionalidades complexas que podem demorar mais tempo para serem completadas.

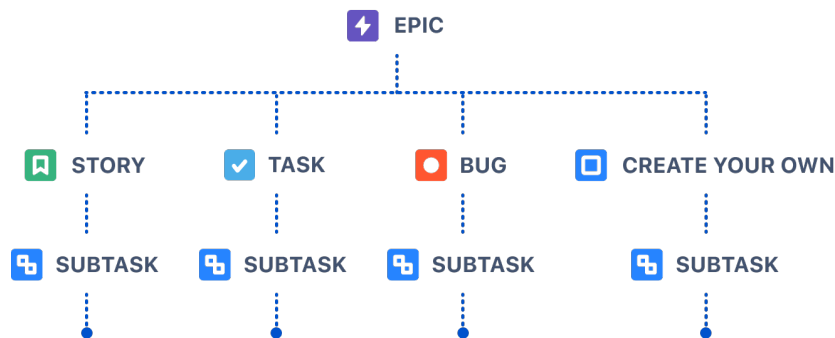


Figura 3.4: Hierarquia do *Issue* no Jira.

Fonte: Adaptado de Atlassian (Jira, 2024).

Com a integração do Xray Test Management, os *Issue* passam a ter representações adicionais e diferentes designações na cadeia hierárquica, específicas para o contexto de gestão de testes. Estas representações, ilustradas na Figura 3.5, possuem as seguintes definições [60]:

- **Test** (Teste) - É o tipo de *Issue* mais básico e essencial no Xray. Representa um

único teste que precisa de ser executado.

- **Test Set** (Conjunto de Testes) - É um agrupamento de vários testes e permite organizar e executar vários testes como uma única unidade.
- **Test Execution** (Execução de Teste) - É o tipo de *Issue* utilizado quando se pretende registar e gerir a execução de um conjunto de testes.
- **Test Plan** (Plano de Testes) - Permite planear e organizar múltiplas execuções de testes, além de monitorizar o progresso e o estado geral dos testes ao longo do tempo.

Independentemente da qualidade do *Issue* escolhido para representar o problema, o utilizador tem a preencher vários campos de dados que ajudam a descrever e a categorizar o *Issue* [61]:

- **Sumário:** Um título curto e conciso que descreve o *Issue*. O sumário deve ser suficientemente claro para que os membros da equipa entendam rapidamente o que o *Issue* envolve.
- **Descrição:** Um campo de texto onde o utilizador fornece uma descrição detalhada do *Issue* e tem a liberdade de acrescentar informação pertinente.
- **Prioridade:** Define a urgência da *Issue*. O Jira oferece níveis de prioridade como "Baixa", "Média", "Alta", "Crítica".
- **Componentes:** Um campo opcional que permite associar o *Issue* a um componente específico do projeto (como um grupo de trabalho ou módulo de um equipamento).
- **Responsável:** Este campo designa a pessoa responsável por trabalhar no *Issue*. O responsável é quem deve completar ou resolver a tarefa.
- **Etiquetas:** Rótulos utilizados para categorizar ou organizar *Issues* com termos-chave. As etiquetas facilitam a pesquisa e o agrupamento de *Issues* que partilham certas características.
- **Versões:** Em projetos de desenvolvimento de software, pode ser útil associar o *Issue* a uma versão específica do produto. Isto ajuda a rastrear bugs ou tarefas relacionados com determinadas versões do software.

Um dos campos associados ao *Issue* com maior relevância no decorrer das atividades é o *Status* ou estado do *Issue*. Este campo representa um fluxo de trabalho lógico utilizado para acompanhar o ciclo de vida de um *Issue*, desde a sua criação no projeto até à sua conclusão.

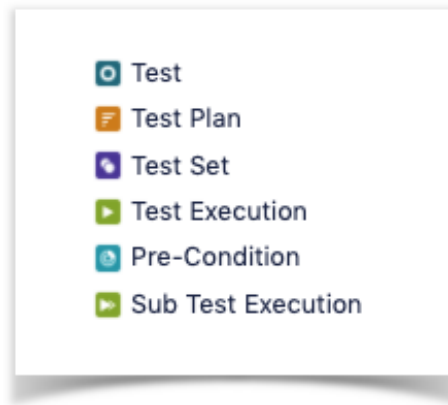


Figura 3.5: Tipos de *Issue* disponíveis no Xray Test Management.

Fonte: Adaptado de Xray Documentation (2024)

### O Painel de Bordo

O painel de bordo representa uma das funcionalidades disponíveis na plataforma e a segunda dos três pontos a ter em maior consideração para a realização das atividades do estágio. Este painel, é uma ferramenta centralizada de visualização de dados que permite às equipas monitorizar, em tempo real, o progresso de um projeto, a execução de testes, a gestão de requisitos e a documentação associada [62]. O painel de bordo consolida informação proveniente dos projetos e apresenta métricas e resultados de forma clara e visual, à semelhança do exemplo representado na Figura 3.6.



Figura 3.6: Exemplo de um Painel de Bordo em Jira.

Fonte: Adaptado de Medium: 4 Easy Steps to Creating a Dashboard in Jira (2024).

## Composição do Painel de Bordo

A ferramenta é composta por vários elementos visuais, denominados de *gadgets*, que exibem diferentes tipos de informações e métricas, manipulados por filtros pré-criados. Estes *gadgets* podem ser personalizados e configurados para fornecer uma visão precisa e detalhada das tarefas, requisitos e testes em curso. Desta forma, o painel de bordo pode ser resumido de uma forma simplista para o caso de estudo em [63]:

1. **Layout** (Disposição) - Estrutura responsável por organizar e ajustar os elementos visuais do painel de forma flexível, permitindo uma personalização que se adapta às necessidades dos utilizadores e garantindo uma visualização eficiente das informações.
2. **Gadgets** - Componentes visuais interativos que exibem dados relevantes dos *Issues* do projeto, de maneira organizada e informativa. Os *gadgets* permitem visualizar métricas, gráficos, tabelas, e outros indicadores-chave para apoiar o acompanhamento de projetos e a tomada de decisões.
3. **Filtros** - Ferramentas essenciais para tornar o painel mais eficaz e personalizado, permitindo que os utilizadores definam critérios específicos para visualizar apenas os dados mais relevantes. Isso facilita o foco nas informações críticas e melhora a capacidade de análise e monitoramento.

## Gadgets

Como descrito anteriormente, os *gadgets* representam blocos visuais para representação de dados de forma dinâmica e podem ser adicionados e exibidos no painel de bordo com configurações específicas para exibir informações sobre projetos, *sprints*, *Issues*, testes, entre outros. Os cinco quadros presentes na Figura 3.6 representam todos eles uma forma de *gadget*, elementos visuais estes que podem ter diferentes objetivos e divergir no aspeto.

Alguns dos blocos visuais mais utilizados para a realização de atividades no estágio foram por exemplo [64]:

- **Issues atribuídos a mim** (*Assigned to Me*) - Mostra todos os *Issues* atribuídas ao utilizador que visualiza o painel de bordo, facilitando o acompanhamento do trabalho pessoal.
- **Gráfico de Pizza** (*Pie Chart*) - Exibe os *Issue* agrupados por um determinado campo (por exemplo, prioridade, responsável, estado), permitindo uma visão rápida do estado geral do projeto.
- **Gadget de Filtro de Issue** - Permite que o utilizador exiba *Issues* que correspondem a critérios definidos num filtro salvo. **Rich Filters Results Gadget** - Permite visualizar e interagir com um conjunto filtrado de *issues* diretamente no painel

de bordo, sem necessidade de criar novos *gadgets*.

- **Rich Filters Counters Gadget** - Apresenta contadores dinâmicos para diferentes grupos de *Issue*, como "Issues em Aberto", "Issues Concluídas", "Tarefas Atribuídas".

## Filtros e Filtros Ricos

A amostragem de dados pelos objetos visuais depende diretamente de uma entrada de informação, que acontece pela designação e criação de filtros, elementos que estabelecem a ligação entre as ferramentas no projeto e os *Issues* existentes.

Os filtros são pré-estabelecidos e criados pelo utilizador do painel, permitindo concentrar apenas os dados de entrada relevantes nos respetivos *gadgets*, de forma a obter os resultados pretendidos. Muitos destes dados podem, posteriormente, ser manipulados por outros *gadgets*, refinando a pesquisa numa base de dados considerável, desde que os *gadgets* partilhem o mesmo filtro. Alternativamente, podem ser criados múltiplos filtros para designar múltiplas funções. Estas escolhas dependem exclusivamente do design definido para o painel de bordo e do tipo de blocos visuais aplicados.

No contexto do estágio, existem dois tipos de filtros a ter em conta [65]:

1. **Filtros Básicos** - Representam a opção mais simples de criação de filtros, permitindo a seleção de *Issues* e dados com base em critérios básicos, como o projeto, *sprint*, responsável ou estado do *Issue*. Após serem criados e guardados com critérios específicos, estes filtros podem ser aplicados diretamente nos *gadgets* presentes no painel de bordo.
2. **Filtros Ricos** (*Rich Filters*) - Tratam-se de filtros altamente personalizáveis e dinâmicos, versões mais avançadas dos filtros básicos. Estes filtros permitem aos utilizadores manipular de forma mais flexível e criativa as pesquisas realizadas. Como resultado, possibilitam tornar o painel de bordo mais interativo e dinâmico, suportando *gadgets* mais avançados, que apenas aceitam a entrada de informação proveniente de um filtro rico.

## Work Breakdown Structure Gantt-Chart

O terceiro ponto essencial para a compreensão de todas as atividades, é também ele uma funcionalidade presente na plataforma do projeto.

O *Work Breakdown Structure Gantt-Chart*, trata-se uma ferramenta que combina a estrutura analítica do projeto com um gráfico de Gantt e permite a visualização de tarefas, gerir recursos e garantir o cumprimento de metas [66].

## Estrutura analítica do projeto

A Estrutura Analítica do Projeto (*Work Breakdown Structure*) (WBS) é uma técnica de gestão de projetos que decompõe um projeto em componentes de menor dimensão de forma a tornar a gestão de um projeto mais simples. A WBS é projetada para fornecer uma visão clara das entregas do projeto e é frequentemente organizada sob a forma de uma estrutura hierárquica. Cada nível na hierarquia da WBS representa uma decomposição adicional do projeto, o que facilita a atribuição de tarefas, o planeamento de recursos e o acompanhamento do progresso [67].

Quando adaptado ao Jira, a WBS é utilizada para organizar projetos em épicos, histórias de usuários, tarefas e sub-tarefas. Essa hierarquia é representada de forma que cada componente do projeto possa ser gerido de forma independente, mas ao mesmo tempo, dentro de uma visão holística.

## Gráfico de Gantt

O Gráfico de Gantt (*Gantt-Chart*) é uma das ferramentas mais populares para representar visualmente o cronograma de projetos de forma a garantir o alinhamento com prazos. Ele exibe as tarefas como barras ao longo de uma linha do tempo, mostrando datas de início, término, duração e dependências entre atividades em que a sua principal função é fornecer uma visualização clara do cronograma, permitindo identificar rapidamente atrasos e relacionamentos entre tarefa [68].

No Jira, o Gráfico de Gantt, à semelhança das outras ferramentas, é integrado da forma de *add-ons* e atua em complementaridade com o WBS dando forma ao aspeto visual presente na Figura 3.7, em que é possível visualizar sobre o lado esquerdo a componente associada à estrutura hierárquica da divisão de tarefas do projeto e do lado direito o gráfico Gantt. Esta ferramenta é especialmente útil para acompanhar projetos de médio a grande porte, onde a sequência de tarefas e a interdependência são críticas para o sucesso.

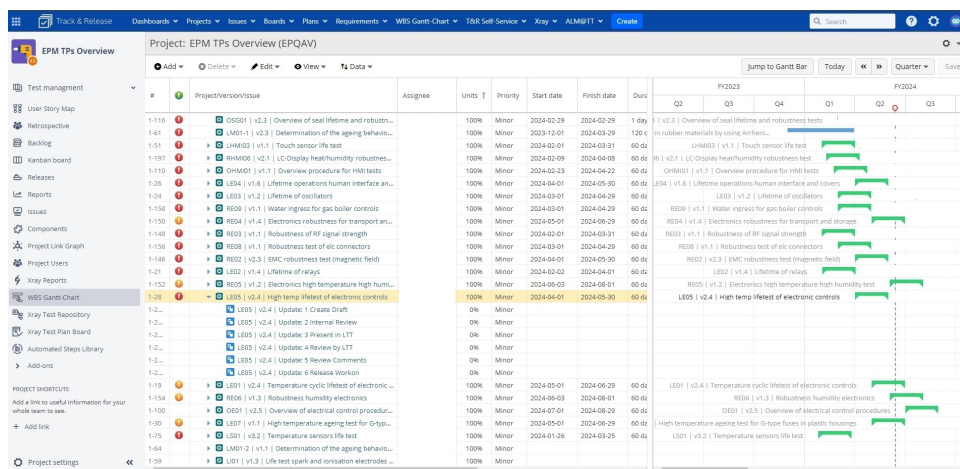


Figura 3.7: Representação visual da ferramenta WBS Gantt-Chart em Jira.

## **4 DESCRIÇÃO DAS ATIVIDADES DESENVOLVIDAS E ANÁLISE DOS RESULTADOS OBTIDOS**

Seguindo um plano previamente estabelecido, foram realizadas diferentes tipos de atividades, ao longo de todo o período de estágio, no sentido de estabelecer e protagonizar estratégias em torno da fiabilidade do produto no decorrer do seu desenvolvimento. Neste capítulo, são apresentadas em detalhe as tarefas que fizeram parte das estratégias bem como uma análise do impacto das mesmas. Atividades que incluem contribuições para o design, construção, implementação e atualização de procedimentos de teste, maioritariamente ligados a bombas de calor, esquentadores a gás e componentes; desenvolvimento de métodos de gestão crítica para procedimentos de testes; participação em ações de planeamento e execução de testes e contribuir para o desenvolvimento de ferramentas e métodos de planeamento; cooperação e auxílio em discussões de especificações técnicas de componentes (como refrigeração, hidráulica e gás) e apoiar de uma forma geral a melhoria da qualidade de produtos existentes, métodos, processos associados e tarefas dentro da equipa.

Tratando-se de um ambiente empresarial por vezes extremamente complexo, o processo de aprendizagem foi lento porém sempre rico, tendo sido uma constante no dia a dia até à conclusão do período de estágio.

### **4.1 Visão geral dos Procedimentos de Teste (*Test Procedure Overview*)**

A introdução e integração na empresa, na equipa e no papel desempenhado pela mesma no processo de engenharia, foi feita, juntamente com formações iniciais de cariz pedagógico, através de uma ferramenta alojada num documento em Excel, denominada de *Test Procedure Overview* ou "Visão Geral dos Procedimentos de Teste". Esta ferramenta contém todo o tipo de informações relativas a procedimentos de teste e serve como base de dados digital. O processo de aprendizagem e das atividades, fez-se pela apreciação total do documento e de onde surgiria uma proposta de atualização e avaliação do método a ser utilizado. O mesmo documento, serviu ainda de guia e de base durante todo o período de estágio para a realização de outras tarefas.

## Caraterização da ferramenta

A Visão Geral dos Procedimentos de Teste (VGPT), apresentada na Figura 4.1<sup>1</sup>, é uma ferramenta serve como base de dados para gerir a informação relativa aos procedimentos de teste existentes na organização, mas também como uma ferramenta para avaliação de indicadores chave de desempenho (KPI) e para poder manter um controlo atualizado do estado dos procedimentos, essencial a funções de coordenação para a criação e atualização de procedimentos de teste.

Alguma da informação que consta na ferramenta, passa sobretudo por uma caraterização e catalogação dos procedimentos de teste, como: o endereço direto para a localização oficial no núcleo da empresa; a versão e data de lançamento do teste; autores e responsáveis; conteúdo e notas relativas ao procedimento; painel de bordo de apresentação de dados essenciais.

ProcedureAbbreviation	ProcedureID	TestGroup	Version	Valid?	Last Revision Date	update planned Yes/No/NA	Author	EPQ resp. (link)	Development resp. (acc. VAN, BPT)	ProcedureDescription	relevant product group (BU)
CM01	5	Methods	1.0	Yes	09032019						
DIR1	111	Methods	1.4	Yes	15012024	No					
DIR2	6	Methods	1.0	Yes	03032019	Yes					
DIR3	155	Methods	1.4	Yes	26112019						
DIR4	156	Methods	1.3	Yes	26112019						
DIR10-1	72	Methods	1.0	Yes	13112018						
FA01	14	Appliance Complete	1.2	Yes	05082018	Yes					
FA04	31	Appliance Complete	1.0	Yes	08022021	No					
HC-TP-00	216	LTT Guideline	2.2	Yes	07112023	No					
LB02	95	Burner	1.2	Yes	09022018	No					
LDV01	153	Hydraulic Valves	1.3	Yes	23102023	No					
LDV02	113	Hydraulic Valves	1.3	Yes	05052021	No					
LDV03	24	Hydraulic Valves	1.0	Yes	16042019	No					
LE01	81	Electronics	2.3	Yes	02102021						
LE02	171	Electronics	1.3	Yes	30042021						
LE03	1	Electronics	1.1	Yes	09022018						
LE04	2	Electronics	1.5	Yes	09022018						
LE05	3	Electronics	2.3	Yes	25102021	Yes					
LE07	153	Electronics	1.0	Yes	24042021						
LEH01	106	Electrical Heaters	1.1	Yes	24032021	No					
LEH02	144	Electrical Heaters	1.0	Yes	19032022						
LEH03	145	Electrical Heaters	1.0	Yes	19032022						
LEH001	74	Appliance Complete	1.0	Yes	06052023	No					
LF02	175	Fan	1.2	Yes	06092019						
LF04	176	Fan	1.2	Yes	30092019	Ongoing					
LF05	177	Fan	1.1	Yes	30082019	Ongoing					
LF06	213	Fan	1.0	Yes	30092023	No					
LFV01	153	Hydraulic Valves	1.0	Yes	23062017	No					
LG01	23	Gas Valve	2.2	Yes	16102022	NA					

Figura 4.1: Visão geral dos procedimentos de teste.

### 4.1.1 Previsão de Revisão

Numa primeira fase de avaliação e reconhecimento, foram atualizadas todas as informações presentes no documento e corrigidos alguns erros menores de forma a garantir o bom funcionamento da ferramenta e o acesso integral dos utilizadores, enquanto alojada num servidor comum.

Posteriormente, foi projetado e criado um mecanismo de gestão automática que permitisse ter acesso antecipado à data da próxima revisão do procedimento de teste por via

<sup>1</sup> Algumas das informações presentes na Figura 4.1, bem como de outras figuras, no decorrer do documento, foram por vezes, cuidadosamente rasuradas de forma a não comprometer eventuais informações de terceiros e da empresa.

de um alerta visual. Isto é, permitir ao utilizador, obter de forma simples e visual, a informação da validade de um determinado procedimento de teste. Tendo em conta que, uma das novidades na gestão dos procedimentos de teste, passava agora por definir um período de validade de 3 anos por procedimento de teste, na tentativa de garantir, de forma periódica, uma revisão do conteúdo dos procedimentos e do enquadramento dos mesmos quanto ao foco do elemento a ser testado. Esta revisão periódica, teria por finalidade reduzir e mitigar o desvio do propósito de cada procedimento e evitar o constrangimento da necessidade de uma revisão aquando o período de testes.

A implementação do mecanismo foi feita levando em consideração os seguintes motes:

1. Criar duas colunas na folha dedicadas à apresentação do mecanismo.
2. Atribuir 3 cores para a apresentação do resultado. Verde: destinado a procedimentos deste dentro do prazo de validade; Amarelo: procedimentos de teste com prazo de validade em vias de caducar nos próximos 6 meses, à data do acesso; Vermelho: procedimentos de teste caducados.
3. Atribuir um valor de 0 a 3 da prioridade de revisão do procedimento de teste.
4. De acordo com a data de lançamento do procedimento de teste, utilizar uma pequena função para calcular o período de validade restante e resultar na data limite de validade, atribuindo a cor alusiva ao seu estado.
5. Numa coluna adjacente, ter em conta a ordem de prioridade de revisão atribuída a cada um dos procedimentos e o seu estado de validade, e resultar no quarto do ano ideal para dar início à revisão (primeiro quarto, Q1: janeiro – março; segundo quarto, Q2: abril – junho; terceiro quarto, Q3: julho – setembro; quarto quarto, Q4: outubro – dezembro).
6. Criar filtros de forma a agilizar a pesquisa por um procedimento de teste específico.

Numa primeira fase de aplicação do mecanismo, existiu o normal conflito com a idade de alguns procedimentos de teste e o novo período estipulado para a sua validade, mas que com a aplicação das revisões nos procedimentos, o constrangimento foi gradualmente diminuindo. De ressaltar, que os 3 anos estipulados para a validade por procedimento de teste, não constituí uma regra inflexível, nem uma diretiva organizacional, mas sim uma medida implementada pelos elementos responsáveis em garantir e gerir o ciclo de vida do conjunto dos procedimentos de teste existentes.

Acontece também que, na aplicação dos testes, o mesmo procedimento ser comum para a verificação e validação de diferentes produtos e componentes nos múltiplos níveis, criando por vezes a necessidade de readaptar os mesmos testes para os novos contextos encontrados, evitando a criação de novos procedimentos. Com a aplicação desta metodologia e a consequente revisão periódica dos procedimentos, foi possível mitigar alguns dos contextos imprevistos, mantendo um espectro alargado e atualizado na

aplicabilidade dos testes.

Com o desenvolvimento constante e a necessidade de criar novas tecnologias que sejam mais eficientes, rentáveis e sustentáveis, a elaboração de novos procedimentos de teste fica muitas vezes limitada à validação da robustez e fiabilidade perante o aparecimento de novos mecanismos de dano que possam comprometer a integridade do produto. Ainda assim, a criação de um novo procedimento, pode surgir da elevação dos padrões de qualidade ou segurança, que introduzem novas perspetivas no ciclo de vida do produto, incluindo preocupações como o transporte e o desmantelamento. Outras solicitações de criação, surgem da necessidade de verificar e validar novos componentes e subcomponentes que passam a integrar um novo sistema e que trazem consigo requisitos específicos.

Com esta implementação, o objetivo foi, acima de tudo, evitar o fator surpresa na utilização do procedimento, minimizando desvios no enquadramento do conteúdo e destacando a necessidade de manter uma gestão rigorosa dos procedimentos de teste. Pretendeu-se, assim, evitar o uso inadequado dos procedimentos e a necessidade de justificar escolhas adicionais na aplicação de um teste. Além disso, como o processo de criação ou atualização de um procedimento de teste pode prolongar-se por vários meses, foi também criada uma sensação para a importância da revisão contínua e periódica dos procedimentos, garantindo a fluidez dos processos. A ferramenta permite assim, oferecer ao utilizador um maior controlo e um monitoramento mais rigoroso de todos os procedimentos de teste existentes.

#### **4.1.2 Transição Confluence-Jira**

Com o documento atualizado e em pleno funcionamento, a vasta quantidade de informação presente, tornou-o demasiado complexo para a realização de tarefas simples e que exigissem maior clareza visual. Reconhecendo as capacidades e vantagens de um software como o Excel, a pouca agilidade no acesso à informação evidenciou a necessidade de uma transição para uma ferramenta que tornasse o acesso mais prático, permitindo consultas mais ágeis e integrando as incumbências estratégicas da gestão dos procedimentos de teste.

Para além disso, pretendia-se recorrer a uma ferramenta que permitisse manter um controlo rigoroso de todas as alterações, em tempo real, com a atribuição de tarefas individuais, alertas e avisos. Simultaneamente, era importante que a nova solução mantivesse a capacidade de alojar documentação e funcionasse como uma base de dados. A resposta para a escolha da ferramenta rapidamente se tornou evidente: a criação de um projeto baseado na web, utilizando o Jira. Este software, com alguma flexibilidade e já amplamente utilizado por todas as equipas, mostrou competência e ter todas as funcionalidades necessárias para se adaptar facilmente às características do problema, com a possibilidade de concentrar mais uma ferramenta num único ambiente de tra-

balho, reduzindo a dispersão de softwares e aplicações utilizados para a realização de tarefas do dia a dia.

### **Criação do projeto**

O software Confluence-Jira e os respetivos complementos integrados na plataforma (como o *Requirements Management for Jira (R4J)* e o *Xray Test Management*), apresentam uma arquitetura fixa, pré definida pela Bosch, o que implica que o projeto foi criado seguindo essa mesma estrutura imposta e foi regido pelas ferramentas disponibilizadas. De entre as muitas possibilidades que o software oferece, a ferramenta não é especificamente desenhada para a resolução de problemas deste tipo, pelo que algumas funcionalidades tiveram de ser readaptadas e/ou redesenhadas para satisfazer as necessidades encontradas.

Seguiu-se uma fase primordial de intensa pesquisa para a abordagem mais correta a seguir, com a abertura de um projeto-piloto em paralelo, e ficou definido a seguinte ordem de trabalhos:

1. Avaliar e seleccionar as informações pertinentes presentes do documento Excel a transitar para o projeto.
2. Migração de todos os procedimentos de teste existentes, para o projeto em Jira, incorporando a informação previamente seleccionada.
3. Criar um sistema que permitisse responsabilizar tarefas aquando da criação ou atualização de procedimentos de teste.
4. Criar de um um painel de bordo, instrumentalizado, para a agilização da pesquisa e que permitisse a monitorização de dados chave.

O projeto ficaria então dividido entre dois grandes elementos:

1. Um **Painel de Bordo**, capa do projeto, desenhado para desempenhar as funções de pesquisa, gestão e monitoramento de procedimentos de teste e tudo o que os engloba.
2. Um **WBS Gantt-Chart**, estruturado para a gestão e atribuição de tarefas congruentes aos procedimentos de teste.

A construção do projeto e a implementação de todas as funcionalidades teve várias fases associadas, com alguns avanços e recuos, durante vários meses. Apresenta-se neste relatório a versão final do projeto à data do término do estágio.

### **Migração dos procedimentos de teste**

A primeira etapa após abertura do projeto na plataforma Jira, depois comprovada a viabilidade da transição no projeto-piloto, foi exatamente a migração de todos os procedimentos de teste presentes no documento Excel - *Visão Geral dos Procedimentos de*

*Teste* - para o projeto oficial.

A Figura 4.2 representa o aspeto base de um *Issue* e as suas secções. No topo, o cabeçalho menciona a sigla do procedimento, a versão e o título. Imediatamente abaixo, segue-se um conjunto de botões com funções pertinentes para a edição do *Issue*.

A secção dos detalhes (*Details*) contempla informações como o tipo de *Issue*, o grupo de trabalho associado (*Component/s*), o estado de resolução das tarefas (*Resolution*) e algumas etiquetas informativas (*Labels*).

A secção da descrição (*Description*), que é um elemento com maior liberdade para incorporar texto, inclui um acesso direto ao documento original por hiperligação, o nível associado ao teste e a informação encarregue de fazer funcionar o mecanismo de Previsão de Revisão, apresentado no capítulo 4.1.1.

Outras secções apresentam detalhes mais específicos, como o conteúdo relativo ao responsável pelo *Issue* e a data de abertura.

The screenshot displays a Jira issue page for 'EPM TPs Overview / LE05 | v2.4 | High temp lifetest of electronic controls'. The interface includes a top navigation bar with buttons for 'Edit', 'Add comment', 'Assign', 'Log work', 'Find on a board', 'More', and 'New'. On the right, there are options for 'Doc. Generator', 'Graph', and 'Export'. The main content is organized into several sections:

- Details:** Type: Test; Resolution: Unresolved; Priority: Minor; Fix Version/s: None; Affects Version/s: None; Component/s: Electronics; Security Level: EPM\_testRequest\_User; Labels: CTRE, HC, Q2\_2024.
- Description:** Contains a 'Document Link' field with the value 'https://s' and a 'Level' field with the value 'Level 4.3: Verification component/ Design element'.
- Test Details:** Type: Manual; Dataset: Dataset.
- People:** Assignee, Reporter, and Votes sections.
- Dates:** Created: 2024-01-11 14:44; Updated: 2024-06-12 12:05.
- Development:** Create branch; Agile.

Figura 4.2: Exemplo do formato de um *Test Issue*, numa fase inicial, convertido em Procedimento de Teste, em Jira.

A migração dos procedimentos de teste, foi realizada utilizando a representação *Test Issue* dos *Issue*, proveniente do complemento Xray, e cada *Test Issue* passou a designar um procedimento de teste. A criação de cada *Test Issue*, acompanhou o fluxo natural de trabalho de um *Issue*, atribuindo, à partida, um título de estado, como descrito na Figura 4.3.

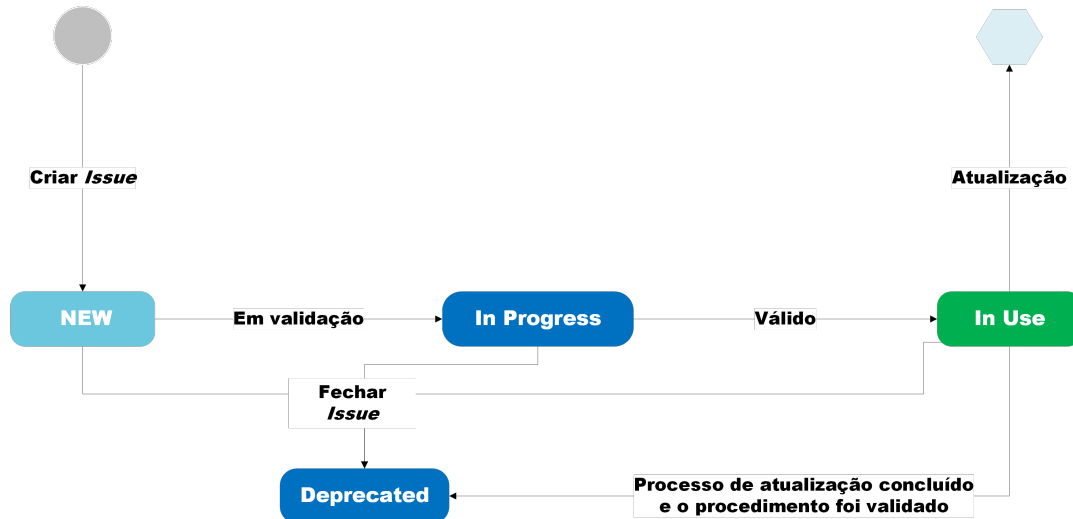


Figura 4.3: Fluxo de trabalho de um *Issue*, no contexto do projeto.

O fluxo de trabalho de um procedimento no projeto, é o seguinte:

- **Criar Issue** - Um novo procedimento de teste é introduzido na plataforma sob a forma de *Test Issue*.
- **New** (Novo) - Representa o primeiro estado do *Issue*, por defeito. Este elemento aguarda uma revisão do seu estado para poder avançar na cadeia de trabalho e poder ser utilizado no projeto.
- **In Progress** (Em Progresso) - O elemento já foi reconhecido no projeto e atravessa um processo de validação.
- **In Use** (Em Uso) - Após a validação do *Issue*, este está agora válido, pronto para utilização e o seu estado passa a *In Use*.
- **Deprecated** (Fechado) - Quando a validade do elemento deixa de ter efeito no projeto, o estado do *Issue* passa para *Deprecated*, encerrando o ciclo de vida da tarefa.

### Previsão de Revisão

Com todos os procedimentos de teste inseridos no projeto, o passo seguinte prendia-se com um dos principais objetivos na transição de software: incorporar um mecanismo semelhante ao desenvolvido no capítulo Previsão de Revisão 4.1.1, mas desta

vez, executá-lo num contexto visual mais apelativo e que permitisse a gestão desta tarefa de uma forma mais clarividente.

A criação do sistema de gestão foi projetada para ser visualizada no Painel de Bordo, tendo sido alcançada através do cruzamento entre a informação presente nas secções do *Test Issue*, apresentadas na Figura 4.2, e a elaboração de Filtros e Filtros Ricos específicos para o efeito do projeto. A data de lançamento do procedimento de teste passou a incorporar na secção da descrição de cada *Issue*; foi criado um filtro para desempenhar a função definida anteriormente em Previsão de Revisão 4.1.1; os resultados passaram a ser apresentados no Painel de Bordo sob a forma de objetos visuais.

### 4.1.3 WBS Gantt-Chart

A ferramenta WBS Gantt-Chart, é um dos dois elementos principais do projeto e é a cara da componente da gestão de tarefas para os procedimentos de teste, fazendo-o em conformidade com a técnica de estrutura hierárquica.

De entre os mais comuns aspetos para a utilização de um WBS Gantt-Chart, este projeto teve como foco tirar partido na sua estrutura hierárquica para gerir tarefas relacionadas com a atualização e criação de procedimentos de teste.

A Figura 4.4 representa o aspeto geral da ferramenta, onde é possível visualizar alguns dos procedimentos de teste do projeto e que são automaticamente são incorporados, depois de criados no projeto.

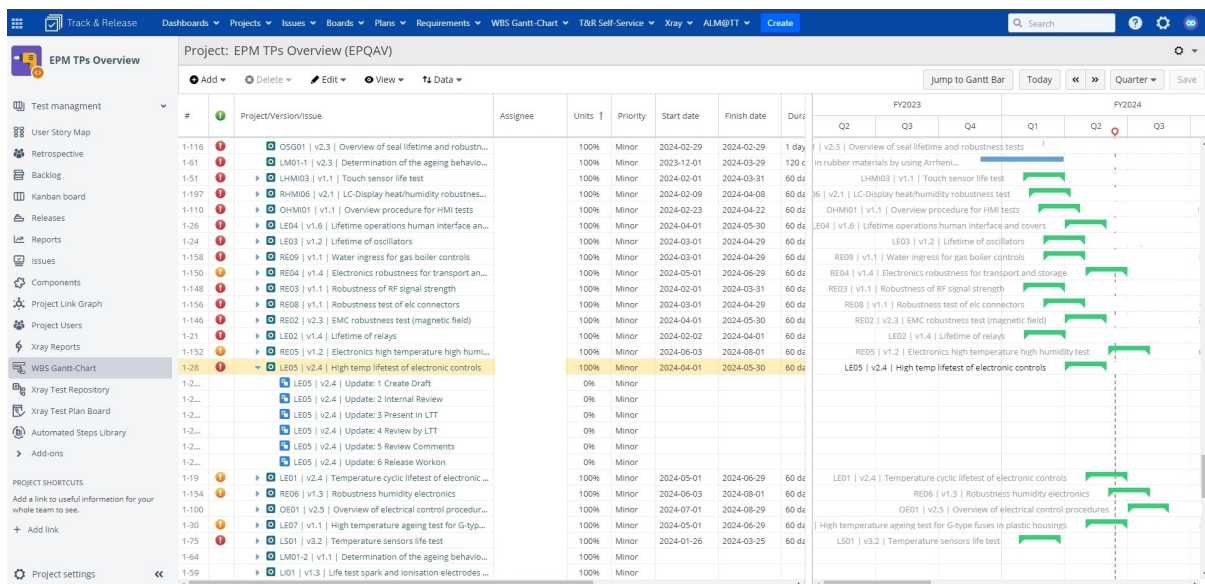


Figura 4.4: WBS Gantt-Chart do projeto, em Jira.

O *Test Issue*, representa a classificação mais elevada na hierarquia do *Issue*, imediatamente abaixo do Épico. Enquanto que as tarefas, apresentadas como elementos de *Sub-task*, se encontram abaixo do *Test Issue* na hierarquia, o que indica uma ligação direta ao elemento superior e representa cada uma delas, as seis fases de trabalho criadas,

associadas à revisão ou criação de um procedimento de teste. Pela ordem estabelecida, do **Update 1** ao **Update 6**, as tarefas designam no projeto o seguinte:

1. **Create Draft** (Criação do Draft): Criação do documento inicial, que estabelece as bases e os objetivos para se proceder à criação ou atualização de um procedimento de teste.
2. **Internal Review** (Revisão Interna) - Revisão do documento inicial, dos elementos técnicos que o compõe e da pertinência do mesmo, por parte de uma entidade destacada para gerir os procedimentos de teste (LTT).
3. **Present in LTT** (Apresentação na LTT) - apresentação da proposta do documento inicial à LTT.
4. **Review by LTT** (Revisão pela LTT) - Apreciação e revisão do documento provisório com propostas de alteração, por parte dos elementos da LTT.
5. **Review Comments** (Revisão de Comentários) - Revisão das propostas de alteração ao conteúdo, de maneira a concluir o procedimento.
6. **Release Workon** (Processo de Lançamento) - Início do processo de aprovação e lançamento do procedimento de teste atualizado/ criado, pronto para utilização.

A atribuição de sub-tarefas a um *Issue* acontece quando se dá início ao processo de criação de um novo procedimento de teste ou quando se pretende rever e atualizar um procedimento existente.

Quando se trata de um novo procedimento de teste, a atribuição de sub-tarefas acontece ao mesmo tempo da criação do novo *Issue*, segundo o fluxo de trabalho da Figura 4.3, no entanto, para um processo de atualização de um procedimento de teste existente, a atribuição de tarefas segue um novo fluxo de trabalho, apresentado na Figura 4.5.

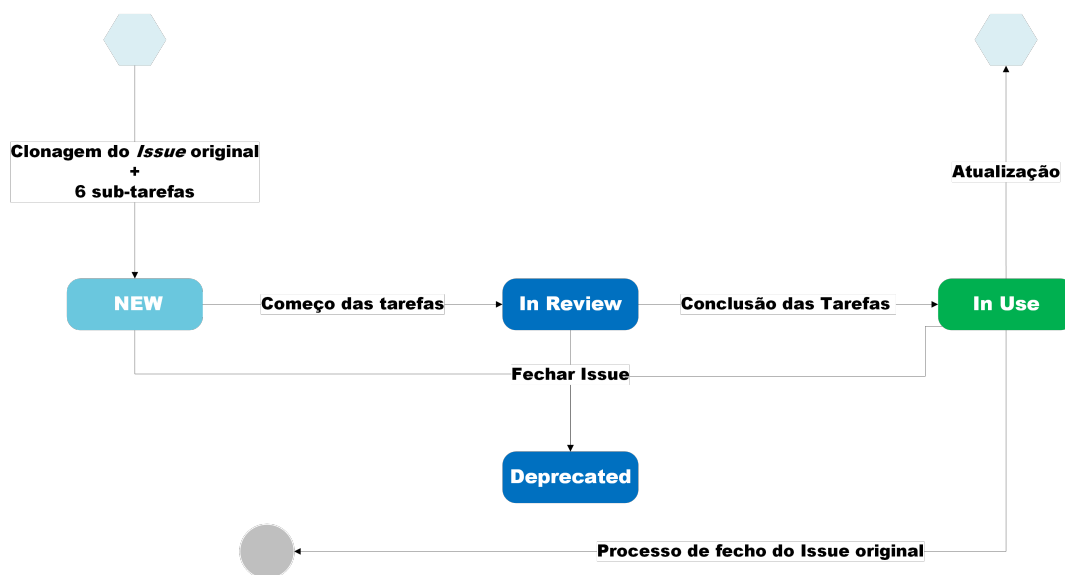


Figura 4.5: Fluxo de trabalho de atualização de um Issue, no contexto do projeto.

Na fase de atualização, o procedimento de teste segue o seu novo fluxo de trabalho. A partir do *Issue* original correspondente ao procedimento, o *Issue* é clonado e são adicionadas as seis tarefas relativas à atualização. Nesta fase, passa a existir no projeto, dois *Issues* diferentes correspondentes a dois procedimentos iguais, o que os distingue, para efeitos de estatística e processamento de dados, são o seu estado e a sua versão, que em nenhuma altura coincidem no projeto. O novo *Issue*, passa pelo processo de realização das sub-tarefas e após a conclusão das mesmas e o procedimento entrar em vigor, é-lhe atribuído o estado de *In Use*. Simultaneamente, o *Issue* original, agora sem qualquer validade no projeto e nas atividades da empresa, é encerrado e o seu estado passa para *Deprecated*, indicando o seu final de vida. Qualquer *Issue* no projeto, respeita a linha do seu fluxo de trabalho correspondente à sua fase de vida.

A visão de todos os procedimentos no projeto através da técnica de estrutura hierárquica, oferece a clareza visual pretendida e permite a criação e a clonagem rápida dos *Issue Tests*, adicionado as sub-tarefas correspondentes, num único local. Aliado a esta estrutura, conseguimos também ver na Figura 4.4, a incorporação do gráfico de Gantt, que permite atribuir aos *Issue Tests* e sub-tarefas, limites temporais para a realização e conclusão de tarefas, níveis de prioridade e designar pessoas responsáveis. Estas atribuições, resultam diretamente na apresentação visual no gráfico de Gantt, para um melhor controlo visual e, indiretamente, categorizam mais um elemento de dados a serem utilizados na construção do Painel de Bordo na segunda metade do projeto.

#### 4.1.4 Painel de Bordo

O Painel de Bordo, é capa do projeto e o primeiro dos dois grandes elementos que o compõe. A função do painel é precisamente permitir o acesso, a monitorização e a gestão de todos os *Issues* incorporados no projeto, com a vantagem que o permite fazer de uma forma inofensiva para o utilizador inexperiente, focando-se no elementos visuais e na simplificação do processo. O rosto do Painel de Bordo tem o aspeto apresentado na Figura 4.6, tendo este passado por variadíssimas outras versões.

O painel conta com diferentes objetos visuais que interagem com diferentes Filtros e Filtros Ricos, desenhados para projetar visualmente os indicadores de performance mais relevantes para o projeto.

A construção deste instrumento para a estratégia de gestão dos procedimentos de teste, foi alicerçado por um layout de duas colunas. As secções 1 e 2 da Figura 4.6 fazem parte da coluna de maior largura no lado esquerdo, com informação de maior relevo e destinada a uma pesquisa minuciosa por parte do utilizar. As secções 3 e 4 fazem parte da segunda coluna, de menor largura, e que contém elementos gráficos capazes de representar visualmente a pesquisa nos campos de filtragem.

## Estratégias de fiabilidade para a otimização de processos

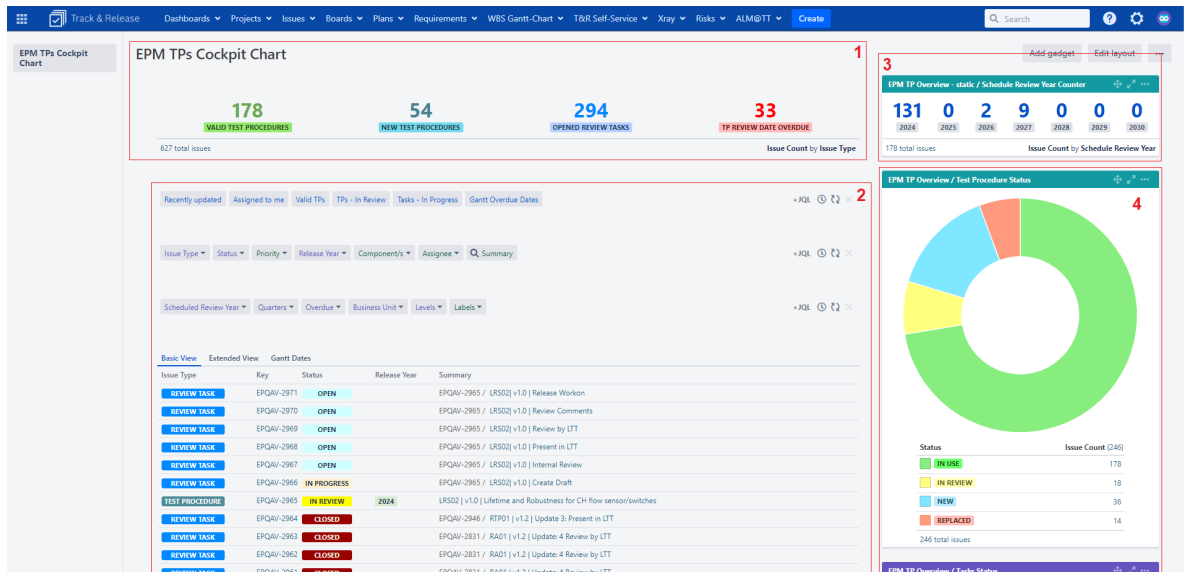


Figura 4.6: Painel de Bordo do projeto e suas secções, em Jira.

A **Secção 1** contém dados fixos num gadget contador de *Issues*, provenientes de um *Rich Filter* independente das outras secções do painel, que tem como função dar ao utilizador os dados mais relevantes do projeto sem pesquisa prévia, que são no caso:

- Número de procedimentos de teste válidos: 178
- Número de novos procedimentos de teste: 54
- Número de tarefas de revisão abertas: 294
- Número de procedimentos com a data de validade caducada com necessidade de nova revisão: 33

A **Secção 2** possui a capacidade de efetuar uma pesquisa avançada na base de dados do projeto, regida pelo seu Filtro Rico principal, através de uma secção com 3 linhas de filtros personalizados e um quadro de resultados. Na primeira linha da secção de filtros temos os botões de *filtros rápidos* como: o *Recently Updated* (Updates recentes), que retribui os *Issues* com as contribuições mais recentes na plataforma; o *Assigned to me* (Atribuído a mim), que apresenta exclusivamente os resultados com ligação ao utilizador; ou o *Valid TPs* (Procedimentos de Teste válidos), responsável pela apresentação de todos os procedimentos de teste válidos no projeto. Estes filtros são capazes de efetuar a ação num único clique e a escolha da função destes botões de filtragem resulta do conhecimento das pesquisas mais recorrentes e relevantes, de forma a agilizar o processo de filtragem. Numa segunda e terceira linha temos *filtros inteligentes e dinâmicos*, respetivamente. Os filtros inteligentes, a texto verde, são botões pré-criados pelo software. Os filtros dinâmicos, a texto roxo, foram criados de raiz para desempenhar diferentes papéis. A segunda linha de filtragem, foi construída para canalizar o foco da pesquisa no conteúdo dos procedimentos: o *Issue Type*, para procurar por um procedimento de teste ou por uma tarefa; o estado do *Issue*, com o filtro *Status*; a sua

prioridade; data de lançamento; e permite ainda uma pesquisa mais detalhada através de um campo de texto com o filtro *Summary*. A última e terceira linha de filtros, coloca o foco sobretudo no mecanismo de "Previsão de Revisão", ao permitir pesquisar pelo ano e quarto do ano previsto para revisão através dos botões de opções: *Scheduled Review Year* e *Quarters*. Ainda na mesma linha, o botão *Overdue* permite selecionar procedimentos que já tenham ultrapassado a data prevista para revisão ou procedimentos que ainda se encontrem dentro do período sem necessidade de revisão, através de um elemento visual.

Diretamente abaixo do conjunto de elementos de filtragem temos o quadro de resultados, que pretende dar resposta à pesquisa. O quadro de resultados está subdividido em 3 páginas de resposta, para evitar uma sobrecarga de informações quando desnecessário. A primeira página, *Basic View*, contém apenas informação básica relativa à nomenclatura da informação no software como: o tipo de *Issue*; o estado do *Issue*; o ano do lançamento e o título. A segunda página, *Extended View*, é a que contém todos os resultados possíveis e permite visualizar toda a informação relativa aos *Issues* presente na primeira vista e outra informação como: o responsável designado pelo procedimento de teste; o grupo de trabalho a que pertence (hidráulica; eletrotécnica; sistema de refrigeração, etc.); o ano e altura do ano, prevista para ocorrer a próxima revisão; a unidade de negócio; o nível hierárquico do teste; e por exemplo, o resultado à seleção do botão *Overdue* através de uma lâmpada: verde para procedimentos ainda dentro do período para começar a revisão e vermelho para procedimentos que ultrapassam a data limite para começo da revisão. Por fim, a terceira página contém informação exclusiva a datas atribuídas a *Issues* na ferramenta WBS Gantt-Chart, que oferece uma visão textual e com menos ruído de todos os período atribuídos para a realização de tarefas

A **secção 3**, à semelhança da primeira secção, tem a função de ser objetiva e direta, ao apresentar informações prioritárias no projeto. Através da utilização de um contador e de um filtro rico individual, é apresentado o número de procedimentos de teste com data de revisão já definida. Na Figura 4.6 existem 131 procedimentos de teste com revisão programada para o ano de 2024 e para os anos de 2026 e 2027, já existem 2 e 9 procedimentos com data marcada, respetivamente.

A **Secção 4** é composta por objetos visuais de resposta aos filtros de pesquisa da secção 2. Na Figura 4.6 é possível ver um desses objetos, cuja função, através de um gráfico de pizza, é apresentar a quantidade de procedimentos de teste tendo em conta o seu estado. O objeto apresenta as quantidades totais presentes no projeto, com 178 procedimentos "Em Uso", 18 procedimentos "Em Revisão", 36 procedimentos "Novos" e 14 procedimentos "Não Válidos".

O Painel de Bordo conta com mais objetos visuais pertinentes na secção 4, como um contador para procedimentos de teste existentes por módulo de trabalho que o compõe ou por exemplo um mapa geral dos *Issues* de tarefas a acontecer. De acordo com a es-

## Estratégias de fiabilidade para a otimização de processos

estrutura de formatação do painel referida, a coluna que embarga a primeira e segunda secções, termina com uma tabela, não interativa, de informação relativa aos comentários mais recentes a acontecer no projeto e uma quadro com a atividade mais recente por parte dos utilizadores, como forma de manter um histórico.

O total do projeto de transição para o software Jira da Visão Geral dos Procedimentos de Teste, inclui-se numa estratégia de criar uma ferramenta central de gestão das atividades relativas aos procedimentos de teste e que culmina com criação de um Painel de Bordo eficiente, proporcionando uma interface intuitiva e altamente funcional, através da sua estrutura visual cuidadosamente planeada que combina filtros dinâmicos e elementos gráficos, que permite ao utilizador ter um acesso rápido às informações mais relevantes e uma ferramenta de pesquisa. Esta abordagem não só facilita a monitorização e análise dos dados, mas também promove a tomada de decisões informadas, otimizando os processos de revisão, priorização e gestão do ciclo de vida dos procedimentos de teste. A conclusão do projeto, contou também, com a elaboração de um manual do utilizar, ilustrado agora na Figura 4.7, contemplando todas as nuances necessárias para a boa utilização da plataforma, mas também todas as informações pertinentes para o correto entendimento da estrutura do projeto, do ponto de vista do utilizador e do dono do projeto.

### Creation Guide

To upload a Test Procedure which is currently not available on JIRA or if you are running an update on an existing one you should proceed with the following steps

#### 1. User Flowchart for creation and update

**Non-existent Test Procedure in JIRA**

- Valid/ Current TP → Create Issue
- New/ Draft TP → Create Issue
- New/ Draft TP → Create multiple Sub-tasks

**Existing Test Procedure in JIRA**

- Update/ Draft TP → Clone Issue
- Update/ Draft TP → Create multiple Sub-tasks

#### 2. Nomenclature

##### a) Issue Type

It is predefined that a **Test** (issue type) represents a **Test Procedure** and **Sub-task** (issue type) represents the ongoing working tasks. (Sub-tasks can only be created through an existing issue) (See here how to create a subtask [Create Multiple Sub-tasks](#))

Test Procedure = **Test**

Tasks related to review and update TPs = **Sub-task**

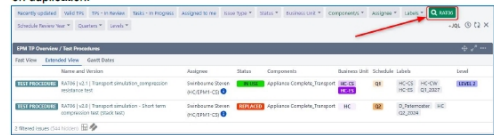
##### b) Status

Issue Type	Version or Step	Status
Test	Valid/ Current	In Use
	Draft	In Review
	Old or Obsolete	Deprecated
Sub-task	On Hold	Open
	Current	In Progress
	Completed	Closed

### 3. Creating a New Test Procedure Issue

This is valid for Current or Draft versions as long as they're not on JIRA.

a) Verify if your test procedure is unique and is not already in JIRA  
Use the **Summary** field to verify the singularity of Test Procedures so you do not incur on duplication.



#### a) Creation

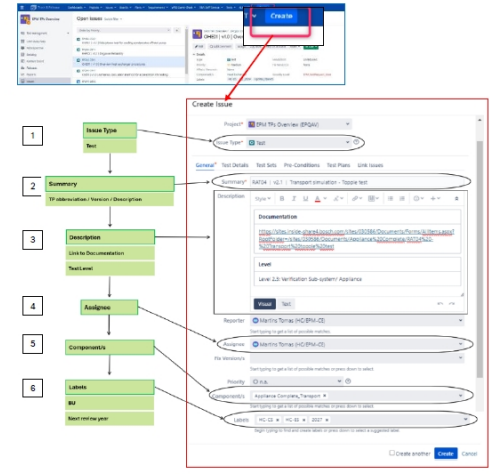


Figura 4.7: Excerto do manual do projeto - "User Guide".

## 4.2 Plano de Testes

O Plano de Testes é uma estratégia e uma ferramenta desenvolvida para planear a execução dos testes necessários quando se pretende verificar e validar um qualquer elemento em estudo, possa ele ser uma aplicação final, componentes e sub-componentes, ambientes e meios, mecanismos de dano, e.t.c..

A ferramenta, socorre-se do recente atualizado documento Excel - Visão Geral dos Procedimentos de Teste - como base de dados e à semelhança da mesma, também está construída a partir de um documento em Excel e caíra em alguns problemas estruturais relacionados com a falta de atualizações por consequência das incongruências que existiam na base de dados. A proposta em relação ao plano de testes passava agora por deixar a ferramenta em conformidade com as atualizações recentes, concentrando esforços na correção de alguns erros, recolher e implementar possíveis alterações na qualidade de melhorias e analisar uma hipotética transição de software.

De maneira a fornecer uma abordagem adequada para a execução dos testes de fiabilidade, o Plano de Testes deve garantir:

- **Cobertura adequada à execução de testes** - Estabelecendo o número de procedimentos de teste a aplicar, a quantidade exata de amostras necessárias para cada um dos procedimentos de teste, tendo em conta variantes de produtos, diferentes modelos e condições operacionais.
- **Gestão de recursos e tempo** - Fornecendo um cronograma detalhado de testes, com estimativas de duração e a alocação de recursos humanos e equipamentos necessários para cada atividade.
- **Documentação de procedimentos e critérios** -Assegurando que cada teste siga um procedimento pré-definido, com critérios de aceitação claros para determinar o sucesso ou a falha.

O Plano de Testes está dividido sequencialmente em várias etapas, ilustradas na Figura 4.8: *Manual - Cover Sheet - Test Plan - Presentation - Sample Matrix - Gantt Chart - Revision Control.*

## Estratégias de fiabilidade para a otimização de processos

Requirement	No.	Description	Procedure	Version	EUT description	Applicability	Sample status	EUT Details	No. EUT	Indicative test time [week]	Test applicable	File Reason	Test location	Comments	Test agreement	Test planned	Critical path?
<b>Ta Functional Appliance</b>																	
		Functional interaction test for gas boiler	FA01	12	Appliance Complete	Appliance	HC-CS	3 + 1 from each additional model + 1 for each country variant	5	12	yes						
		Functional interaction test for gas boiler	FA01	12	Appliance Complete	Appliance	HC-CS	3 + 1 from each additional model + 1 for each country variant	5	12	yes						
		Functional interaction test for heat pump	FA04	10	Appliance Complete	Appliance	HC-ES	max 2 each power output (DO+OCU)	3	12	yes						
		Functional robustness test for electrical main heater	LEV06	10	Appliance Complete	Appliance	HC-RVH	max 8 each power output (DO+OCU)	8	12	yes						
		EMC robustness test of complete appliance	RA01	11	Gas Boiler	Appliance	HC	1	1	2	yes						
		Electrical safety test for complete appliance	RA02	2.0	Appliance Complete	Appliance	HC	4 EUT to be tested in test 1 and 2 from the same EUT technical test 2	6	2	yes						
		Robustness test for mounting gas pipes on gas boiler	RA04	10	Appliance Complete	Appliance	HC-CS	5	5	1	yes						
		Electrical ear termination (EPT) test	RA07	2.0	Appliance Complete	Appliance	HC	2	2	0.02	yes						
		Appliance fire ingress robustness test	RA08	11	Appliance Complete	Appliance	HC-CSPVH	TC: 1 appliance variant, if the position of the fan is different	2	2	yes						
		Robustness test for cooling condensates of heat pump	RHP05	10	Heat Pump	Appliance	HC-ES	2	2	0.3	yes						
		Robustness test for SIA F ash handling system	RA09	10	Appliance	Appliance	HC	2	2	0.14	yes						
<b>Tb Super Structure</b>																	
		MSA	DSTR01	MSA	MSA	Appliance	MSA	MSA	MSA	MSA	yes						
		Conduction resistance under environmental conditions: insulation and conduction	RSTR01	11	Super Structure	Appliance	HC	1	1	6	yes						
		Robustness test for appliance inlet condensing	RSTR02	10	Super Structure	Appliance	HC	2	2	0.14	yes						
		Robustness test for superstructure effectiveness	RSTR03	10	Super Structure	Appliance	HC	26	26	7	yes						
<b>Tc Transport Test</b>																	
		Overview Appliance transport tests	QAT01	2.1	Appliance Complete_Transport	Appliance	HC	Refer to the individual test procedures listed in this coverage procedure	Not defined	NR	yes						
		Transport simulation: Vibration, shock, parked appliance	RAT01_1	2.3	Appliance Complete_Transport	Appliance	HC	2	2	1	yes						

Figura 4.8: Ferramenta Test Plan em Excel

A primeira etapa apresenta uma introdução ao documento e um guia de boas práticas; a segunda é a capa e a introdução ao documento.

A secção do *Test Plan* é a que concentra a grande parte das tarefas na utilização da ferramenta e a que teve o maior foco da atualização. Esta é essencialmente constituída por:

- A inclusão de todos os procedimentos de teste válidos e uma quantidade de informação relativa aos mesmos.
- Parâmetros selecionáveis quanto à maturidade das amostras a testar.
- O número de unidades especificadas que devem ser testadas e os seus detalhes.
- Uma estimativa da duração dos testes e uma projeção do seu percurso.
- A aplicabilidade dos testes ao problema.
- O local dos testes.
- Um planeamento estratégico das fases do teste.

A secção *Presentation* nada mais se trata do que um resumo das opções tomadas na secção anterior, com uma formatação adaptada para poder ser utilizada como um documento oficial. A *Sample Matrix* é mais uma simplificação visual, agora apenas das especificações de todas as amostras. A *Gantt Chart* é um gráfico de Gantt do planeamento dos testes e a última secção é um historial de alterações na plataforma. As principais funções da ferramenta a corrigir foram: a não transformação automática das informações provenientes da secção *Test Plan* em elementos visuais no gráfico de Gantt; a correção dos botões em Visual Basic presentes no topo da Figura 4.8 e outros, que deixaram de executar a sua correta função e atualizar a base de dados. Associado a estas atualizações, a atividade contou também com discussões com membros da

equipa para manifestação de novas oportunidades a implementar na ferramenta e consensualizar a abordagem mais correta nas atualizações pré-estabelecidas.

Do programa de tarefas, resultou a correção do botão *Duplicate Row*, que permite duplicar automaticamente, um procedimento de teste que seja necessário de executar na prática mais do que uma vez. Um botão de atualização automática da base de dados, que garante sempre, antes de qualquer utilização da ferramenta, a abrangência dos procedimentos de teste mais recentes. Contou ainda com o acerto do gráfico de Gantt, que passou a exibir de modo correto a sua funcionalidade. Ainda das várias interações com colegas, surgiram algumas entradas valiosas que ajudaram na resolução dos problemas encontrados e ideias para novas implementações, como a necessidade de criar um mecanismo alternativo para a seleção do estado de *samples*, mas das quais não resultaram nenhum resultado físico por falta de consenso.

### 4.3 Matriz de Testes

Na tentativa de obter uma estratégia que oferecesse uma visão da capacidade de cada procedimento de teste em verificar e validar o item em estudo, tendo em conta o mecanismo de dano associado, surgiu a construção de uma ferramenta denominada Matriz de Testes. Esta ferramenta tem como principal propósito organizar e fornecer, numa estrutura de matriz, uma visão clara da cobertura dos procedimentos de teste em relação aos mecanismos que levam à falha entre os componentes. Desta forma, em última análise, pode ser assegurado que existem procedimentos de teste adequados para cada situação, garantindo todos os requisitos de fiabilidade e desempenho de forma sistemática. Este tipo de estrutura e análise não é uma prática nova e ocorre individualmente dentro de cada projeto. Contudo, trata-se de uma análise que acaba por ficar restrita aos projetos, criando alguma segregação de informação ao impedir o acesso a elementos externos a cada projeto. A elaboração desta ferramenta, contribuiu também para um acesso mais alargado a este tipo informação a um grupo maior de elementos.

#### Desenvolvimento da matriz

A criação da matriz de testes foi pensada para ser desenvolvida num software dedicado, mas acabou por ser desenvolvida numa primeira fase de reconhecimento e recolha de informação num documento Excel. O desenvolvimento da matriz teve por base alguns requisitos, tais como:

1. **Identificação dos mecanismos de dano** - Durante a construção da matriz, foi essencial identificar e categorizar os processos que degradam a integridade física ou funcional de um sistema e as condições ou vulnerabilidades que podem comprometer a capacidade do sistema em resistir a perturbações. No topo do quadro da Figura 4.9 estão representadas entre os *Damage Mechanisms* e *Robustness*.

2. **Determinação dos componentes** - Foi feita uma apreciação de todos os componentes a ter conta e incluídos na lateral do quadro. Os componentes encontram-se agrupados pelo aparelho a que pertencem, o seu grupo de trabalho e unidade de negócio.
3. **Atribuir relações** - Ao desenvolver o corpo da matriz, o objetivo foi relacionar os mecanismos de dano associados a cada componente e atribui um procedimento de teste capaz de verificar a relação. Cada célula da matriz foi cuidadosamente preenchida para indicar a existência ou não um procedimento de teste, as células a cinzento indicam a não existência de correlação entre nenhuma das partes envolvidas.
4. **Codificação de Prioridades** - A matriz foi projetada com um sistema de codificação por cores que facilita a visualização das relações entre componente mecanismo de dano - procedimento de teste, bem como a disponibilidade de procedimentos de teste para a verificação. Esse sistema permite priorizar rapidamente o desenvolvimento de novos testes ou melhorias em testes existentes para componentes críticos em função da cor de cada célula. O código de cores é o seguinte:
  - **Cinzento** - Não existe relação entre a carga e o componente. Logo não existe necessidade num procedimento que o verifique.
  - **Vermelho** - Relação entre a carga e o componente existe, mas não existe nenhum procedimento de teste que o permita verificar. Prioridade alta - desenvolvimento de novas abordagens.
  - **Amarelo** - Relação entre carga e componente existe, existe um Procedimento de Teste capaz de o verificar, porém o foco do Procedimento de Teste poderá não ser o mais enquadrado. Prioridade média - uma revisão do procedimento é importante, para incluir novas abordagens ou alterar ligeiramente o foco do teste para um melhor enquadramento.
  - **Verde** - Relação entre carga e componente existe e existe um Procedimento de Teste capaz de o verificar. Não prioridade - não existe a necessidade de qualquer ação.

Tomando o componente ilustrado na Figura 4.9, "*El. heater (heating element)*", como exemplo, a matriz permite identificar que, relativamente ao mecanismo de dano por fadiga, o componente possui um procedimento capaz de o verificar, embora o foco do procedimento possa conter um ligeiro desvio. Além disso, indica que poderá existir a necessidade de rever o procedimento para que possa abranger o componente e o mecanismo de dano por completo, contudo, tal revisão não é considerada de alta prioridade e pode até nem se justificar. Ainda no mesmo componente, volta a existir uma relação identificada entre componente e carga, desta vez quanto a cargas mecânicas, mas existe um procedimento inteiramente capaz de o verificar e por isso, não existe a necessidade

de qualquer outra ação.

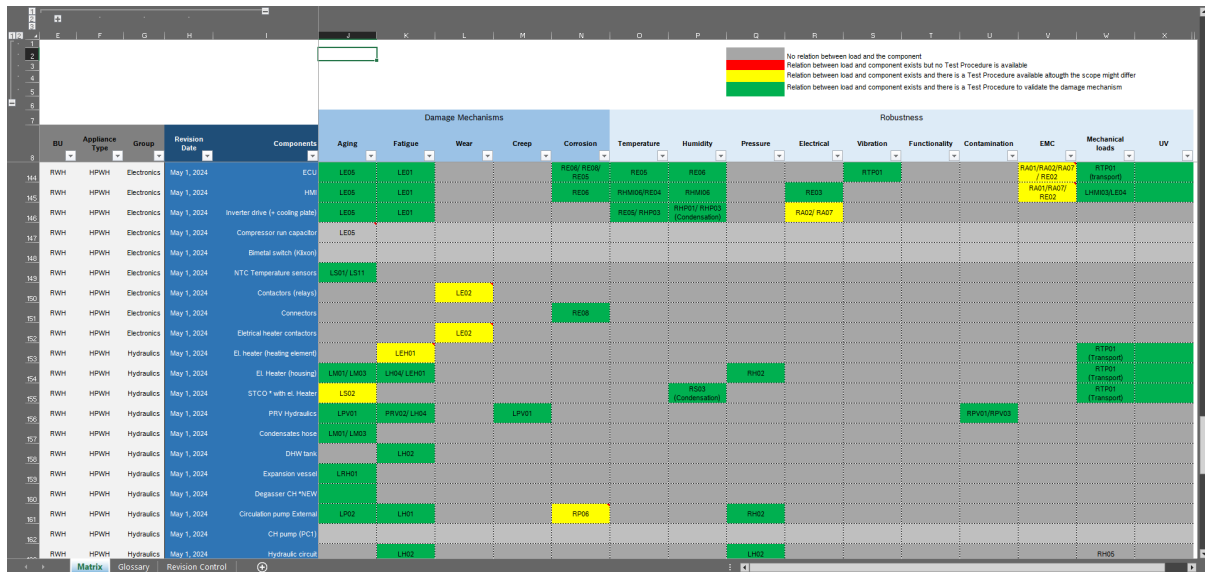


Figura 4.9: Matriz de Testes, em Excel.

Para além de ser uma ferramenta para a gestão dos procedimentos de teste, a matriz pretende também ser um instrumento capaz de apoiar as equipas de engenharia na tomada de decisões informadas sobre a escolha dos testes que verificam as relações entre os diversos sistemas.

Ao proporcionar uma visão estruturada, torna-se possível alocar recursos de forma mais eficiente, concentrando o desenvolvimento de procedimentos em áreas com pouca informação entre componentes e mecanismos de dano, permitindo rastrear todo o progresso e documentá-lo.

Uma parte do conhecimento utilizado na construção da matriz de testes foi obtida a partir de matrizes existentes de projetos antigos, cedidas por elementos envolvidos. Outra parte deste conhecimento foi recolhida num processo conjunto com membros da equipa, envolvidos em produtos e componentes que ainda não possuíam qualquer tipo de análise realizada.

A matriz de testes desenvolvida, oferece uma representação clara dos mecanismos de dano e dos testes de robustez relacionados, permitindo uma visão abrangente dos riscos e a priorização de ações corretivas. Facilita, ainda, o planeamento de testes de maneira mais sistemática e eficiente, garantindo que todos os componentes críticos sejam testados de forma adequada. Permite identificar lacunas onde testes precisam de ser criados ou aprimorados, auxiliando no desenvolvimento contínuo de novos métodos de validação e torna-se um instrumento essencial para a validação de fiabilidade e robustez de sistemas, ao mapear os riscos e assegurar que cada componente tenha um teste adequado para os cenários mais críticos.

## 4.4 Atividades Complementares

No decorrer de todo o estágio, foram realizadas outras tarefas que intercalaram com as atividades principais. Muitas dessas tarefas desempenharam um papel complementar aos projetos a decorrer, agregando valor ao desenvolvimento e execução das atividades principais. Outras, por sua vez, surgiram de oportunidades esporádicas, permitindo a exploração de novas abordagens, a resolução de problemas inesperados ou o suporte a áreas adjacentes.

Essas tarefas complementares contribuíram para uma ampliação geral de conhecimentos, ao mesmo tempo em que fortaleceram a integração entre as diferentes etapas dos projetos. Além disso, possibilitaram o contacto com novas ferramentas, metodologias e práticas, aprimorando a capacidade de adaptação e resolução de desafios no ambiente de trabalho.

### Formações e atividades de desenvolvimento pessoal

A presença em formações e interações didáticas marcou presença em todo o trajeto do estágio e foram ocorrendo de forma natural, quer para um aprofundamento de matérias a aplicar no decorrer das atividades quer por motivos de desenvolvimento social. Entre algumas destas atividades construtivas, estão por exemplo, a presença numa formação básica de Bombas de Calor - uma formação lecionada que permitiu recordar conhecimentos do funcionamento geral de uma bomba de calor, mas também dar uma visão do funcionamento de um equipamento específico da marca e os seus componentes. Além da vertente mecânica e térmica, a formação ofereceu uma visão económica do setor, relatos pessoais de campo e uma maior profundidade no leque de produtos desenvolvidos na empresa.

Outra das formações, "Visualização e Apresentação de Dados", foi uma das formações que a empresa oferece para complementar aspetos essenciais na eficiência das tarefas quotidianas. A participação na formação proporcionou um aprofundamento significativo em melhores práticas para transformar dados complexos em informações claras e compreensíveis. Durante a formação, foram abordados conceitos fundamentais sobre design de visualizações, escolha de gráficos apropriados e técnicas para destacar informações relevantes. Entre os principais aprendizagens, destacam-se:

- Escolha adequada de visualizações - Compreender como selecionar o tipo de gráfico mais apropriado (barras, linhas, dispersão, mapas de calor, etc.) com base na natureza dos dados e no público-alvo.
- Clareza e simplicidade - Aprender a simplificar informações visuais para evitar sobrecarga cognitiva e facilitar a comunicação de mensagens chave.
- Narrativas com dados - Entender como estruturar narrativas baseadas em dados, conectando métricas a conclusões acionáveis.

- Erros comuns - Identificação e correção de práticas inadequadas, como gráficos confusos, escalas enganosas ou excesso de informações desnecessárias.

A formação também trouxe uma nova perspetiva sobre a importância da visualização de dados como uma ferramenta não apenas técnica, mas também estratégica, para suporte na tomada de decisões e comunicação com *stakeholders*.

Durante o estágio, houve ainda a oportunidade para completar um curso de Excel avançado que trouxe como aprendizagem: a manipulação avançada de dados - uso de funções complexas como PROCX, ÍNDICE/CORRESP, SOMASES e fórmulas matriciais dinâmicas; automatização com *Visual Basic for Applications* (VBA) - introdução à criação de macros e *scripts* em VBA para automatizar tarefas repetitivas e personalizar folhas de cálculo; análise de dados e painéis de bordo: Construção de painéis de bordo interativos, gráficos dinâmicos e uso de tabelas dinâmicas para visualização de dados; proteção e validação de dados: Uso de restrições, validações e proteção de folhas de cálculo para garantir a integridade das informações. E para explorar ferramentas como o PowerBI, um software que permite o tratamento avançado de dados.

### **Procedimentos de teste**

Durante o estágio, os procedimentos de teste foram o tema de maior relevância em grande parte das atividades realizadas. Foi possível acompanhar de perto as etapas do desenvolvimento de um procedimento de teste, desde a identificação da problemática científica até sua resolução prática, além de observar a execução de alguns dos testes descritos nesses procedimentos. Um exemplo significativo foi a observação de um teste de queda, cujo objetivo é simular uma das etapas do processo de transporte a que o produto está sujeito. Esse teste replica, de forma controlada, o impacto causado por uma queda, que probabilisticamente deverá ocorrer durante as múltiplas cargas e descargas enfrentadas pelo produto até chegar ao consumidor final.

O ensaio tem como finalidade verificar a capacidade da embalagem de manter a integridade estrutural do equipamento, bem como validar sua operacionalidade após o impacto. Dessa forma, garante-se a fiabilidade do produto e a segurança tanto do equipamento quanto do consumidor final. Essa experiência prática permitiu compreender, de forma mais detalhada, como os procedimentos de teste são aplicados para assegurar a qualidade, a durabilidade e a robustez dos produtos em condições reais de uso.

### **Lista de verificação de segurança em Jira**

À semelhança de muitos outros processos e métodos de engenharia aplicados na empresa, a avaliação da conformidade da segurança do produto durante o desenvolvimento é realizada a partir de um projeto no Jira. Esse projeto permite o preenchimento de uma lista de verificação de segurança virtual na plataforma, tirando partido das funcionalidade dos *Issues* e mantém um registo aberto e acessível de todo o progresso.

No âmbito das normas, padrões e diretrizes, há uma documentação abrangente que rege a segurança do produto. Essas diretrizes podem incluir aspetos relacionados à segurança de componentes elétricos e eletrônicos, garantindo sua fiabilidade, ou tratar de questões como a segurança em gases de combustão e exaustão. O cumprimento dessas normas organizacionais é obrigatório, e engloba muitas questões legais.

Garantir a conformidade com as diretrizes organizacionais é um processo minucioso e extensivo, essencial para o desenvolvimento de qualquer projeto. Nesse contexto, uma lista de verificação torna-se indispensável como ferramenta prática para a aplicação dos padrões de segurança e qualidade. Trata-se de um documento detalhado que especifica os requisitos e passos obrigatórios para assegurar que todas as operações e processos estejam alinhados às diretrizes estabelecidas. Essa ferramenta garante a aplicação sistemática dessas normas, além de possibilitar a verificação e validação da qualidade e segurança em todas as etapas do desenvolvimento do produto.

A lista de verificação deve contemplar os seguintes pontos:

- **Validação da Conformidade** - Inclui todos os requisitos técnicos e operacionais que devem ser verificados antes de qualquer atividade crítica. Funciona como um guia para assegurar que cada fase do processo atende aos padrões estabelecidos, garantindo que a empresa se mantenha dentro das normas internas e de mercado.
- **Segurança e Prevenção de Riscos** - Com foco na minimização de riscos, abrange uma série de verificações destinadas a proteger operadores, equipamentos e o ambiente de trabalho. Esses itens são essenciais para prevenir acidentes e falhas que possam comprometer a integridade dos produtos e das pessoas.
- **Padronização de Operações** - Por meio de uma lista de verificação unificada, a empresa assegura que cada operação seja realizada conforme os critérios e procedimentos estabelecidos. Essa padronização garante que nenhum item crítico seja negligenciado, promovendo uniformidade e segurança em todas as atividades de desenvolvimento.
- **Documentação e Rastreabilidade** - A ferramenta também funciona como um registo formal, comprovando que todas as verificações de segurança foram concluídas antes da aprovação final de um processo. Esse registo facilita a rastreabilidade e permite à empresa demonstrar, em auditorias ou avaliações externas, que cada etapa foi validada de acordo com os padrões.

Com a atualização de algumas diretivas no ambiente interno da empresa, tornou-se necessário incorporar essas mudanças ao projeto no Jira. Essa transição visa garantir que os futuros projetos disponham de uma lista de verificação atualizada, alinhada com as diretrizes vigentes, evitando, assim, possíveis contratempos nas atividades operacionais.

Esta atividade foi realizada ao longo de algumas semanas e consistiu na substituição das diretivas obsoletas pelas mais recentes. O processo contou com o auxílio do dono

do projeto e incluiu a documentação detalhada de todas as etapas realizadas, facilitando futuras atualizações. A primeira fase da atualização foi elaborada num projeto-clone, de maneira a evitar alterações irreversíveis e permitindo identificar lacunas a corrigir no projeto principal.

### **Centralização da informação**

O facto de a equipa EPM ter destacado elementos em vários projetos, com inúmeras tarefas muitas vezes sem correlação entre si, causa algum constrangimento na partilha e no acesso à informação e conteúdo, devido à inexistência de um repositório comum. As matérias envolvem o *know-how* adquirido nos mais diversos tópicos de engenharia e a experiência necessária para executar determinadas tarefas.

De forma a colmatar esta lacuna no acesso à informação, foi proposto identificar e solucionar o problema utilizando os meios de comunicação existentes. A empresa, que constantemente procura soluções para tornar os métodos e processos mais eficientes, enfrentara anteriormente uma situação semelhante relacionada com a escolha do método mais adequado para a comunicação e colaboração entre os colaboradores. Apesar da complexidade da problemática, o Microsoft Teams e o SharePoint, as duas principais ferramentas utilizadas para estabelecer colaboração, foram escolhidos para tentar solucionar o problema de forma sustentável.

Tanto o Microsoft Teams como o SharePoint são ferramentas de colaboração e produtividade desenvolvidas pela Microsoft, frequentemente utilizadas em ambientes corporativos, como é o caso, para facilitar o trabalho em equipa, a partilha de documentos e a comunicação em tempo real. Estas ferramentas oferecem opções únicas quando usadas em simultâneo, uma vez que o SharePoint possibilita o armazenamento em grande escala de dados na *cloud*, enquanto o Microsoft Teams canaliza a comunicação e a interatividade.

A atividade representou uma tarefa que se prolongou durante um longo período, mas que não teve uma conclusão positiva e acabou por ser deixada em *stand-by* até ao término do estágio. A tentativa de migrar uma grande base de documentação para o SharePoint e criar um repositório virtual, canalizando por sua vez a interatividade para o Microsoft Teams, tinha como objetivo diminuir a dispersão de informação e criar um local comum para toda a equipa. No entanto, esta tarefa revelou-se mais complexa do que aparentava, pois a migração só poderia ser realizada mediante determinados requisitos. Entre estes requisitos encontravam-se, por exemplo, a restrição de acesso a documentação sensível para determinados membros, o que implicaria a criação involuntária de hierarquias e um trabalho de caracterização complexo de todos os membros da equipa.

As especificações do problema geraram um impasse na implementação da solução esperada, devido à incapacidade das versões dos softwares disponíveis para atender a todos os requisitos admitidos. Assim, a tarefa não pôde ser concluída a tempo, ficando

## Estratégias de fiabilidade para a otimização de processos

o projeto em aberto e a depender de algumas atualizações solicitadas para poder ser concluído e implementado de forma satisfatória.



## 5 CONCLUSÃO

O presente relatório de estágio teve como objetivo apresentar as atividades desenvolvidas durante o período de estágio, bem como explorar os tópicos envolvidos nas tarefas realizadas, contextualizando o papel da engenharia de fiabilidade e a sua importância na garantia da segurança e da qualidade no desenvolvimento de produtos na Bosch Termotecnologia, S.A. Nesse contexto, foram implementadas e desenvolvidas diversas metodologias e ferramentas que contribuíram para a melhoria contínua dos processos, auxiliando na identificação e mitigação de potenciais riscos e falhas. O trabalho realizado aprofundou a análise de riscos, os testes de validação, a monitorização de processos e a otimização contínua dos sistemas, reforçando o valor da engenharia de fiabilidade como elemento-chave para assegurar a robustez e a eficiência dos produtos.

A engenharia de fiabilidade impacta diretamente a Bosch Termotecnologia e o setor industrial como um todo, pois promove a competitividade e consolida a confiança do consumidor na marca e nos seus produtos. Este impacto é alcançado por meio da garantia de equipamentos robustos e fiáveis que cumprem rigorosas normas de segurança e qualidade internas. Além disso, a engenharia de fiabilidade é essencial para assegurar a conformidade com as entidades reguladoras e atender às expectativas do mercado, promovendo também ganhos associados, como maior eficiência operacional, redução de custos com manutenção e prolongamento do ciclo de vida dos produtos. Assim, a engenharia de fiabilidade sustenta a Bosch na oferta de soluções inovadoras e de alta qualidade, consolidando a sua posição de liderança no setor.

As atividades realizadas foram fundamentais para o desenvolvimento de soluções alinhadas com os padrões de qualidade e regulamentações do setor, promovendo a excelência nos processos e aumentando a competitividade da empresa. Alcançaram-se, em grande parte, os objetivos pré-estabelecidos para o estágio, permitindo a aquisição e aplicação de conhecimentos essenciais na área de engenharia de fiabilidade e validação de produto. Desenvolveram-se competências técnicas, como a implementação de metodologias de análise de falhas e a criação de uma matriz de testes. Também se aplicaram ferramentas de monitorização da qualidade por meio de painéis de controlo e projetos dedicados à atualização e ao desenvolvimento de procedimentos de teste. A experiência incluiu a aquisição de fundamentos essenciais para a execução e o planeamento de testes rigorosos, como a definição clara de objetivos para os testes, garantindo o alinhamento com os critérios técnicos e funcionais esperados; o planeamento estruturado, com a elaboração de objetivos específicos, condições de teste, cronogramas e

alocação de recursos necessários; e a seleção de métodos de teste apropriados, como testes para alcançar o sucesso ou para provocar a falha, dependendo da finalidade específica. Adicionalmente, foram desenvolvidas competências no controlo de variáveis externas que poderiam interferir nos resultados, na monitorização e no registo de dados precisos durante os testes, bem como na análise detalhada dos resultados, utilizando ferramentas estatísticas para identificar padrões e falhas. Paralelamente, adquiriram-se e consolidaram-se competências interpessoais, como a comunicação eficaz e a colaboração em equipa, bem como competências criativas, como a solução de problemas de forma inovadora e a capacidade de propor abordagens alternativas, essenciais para o trabalho em equipa num ambiente multicultural.

Os resultados das atividades refletiram-se na redução dos tempos de trabalho, na uniformização ágil da informação e na capacidade de prever e atuar de forma pro-ativa. Isso foi alcançado por meio da criação de ferramentas interativas e pela atualização de métodos e processos. Essas práticas fortaleceram, em última análise, a eficiência dos métodos durante o desenvolvimento e aumentaram o grau de confiança no produto quanto à sua qualidade e segurança. Além disso, o estágio proporcionou uma visão abrangente de diferentes áreas da engenharia mecânica, térmica e de qualidade, como o desenvolvimento de produto, a gestão de processos e a conformidade com diretrizes regulamentares, contribuindo diretamente para o cumprimento dos objetivos definidos no Plano de Estágio.

Durante o estágio, houve abertura para explorar temas adicionais que surgiram fora do objetivo principal do plano. Contudo, enfrentaram-se algumas limitações, principalmente relacionadas à comunicação do trabalho efetuado para obter opiniões especializadas e com experiência. Essas dificuldades, embora pontuais, representaram um desafio para obter avanços e para a conclusão de certas tarefas.

Considerando a importância estratégica da engenharia de fiabilidade no atual ambiente industrial, o estágio realizado na Bosch Termotecnologia proporcionou uma experiência enriquecedora, consolidando e aprofundando conhecimentos práticos e teóricos na área. O trabalho desenvolvido foi fundamental não apenas para o fortalecimento da formação profissional, mas também para a evolução dos processos internos da empresa, especialmente no que diz respeito à qualidade, robustez e segurança dos produtos. As atividades desenvolvidas contribuíram para o aperfeiçoamento de metodologias de monitorização e validação, bem como para a criação de soluções alinhadas aos mais elevados padrões de fiabilidade e conformidade.

A engenharia de fiabilidade revelou-se indispensável para o desenvolvimento industrial robusto e seguro, promovendo práticas que garantem produtos de alta qualidade e durabilidade. Em suma, a experiência do estágio demonstrou o valor e o impacto duradouro da fiabilidade na indústria, reforçando o papel da inovação contínua e da procura pela excelência, elementos essenciais para a competitividade e sustentabilidade no setor industrial.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Bosch Aveiro, “Bosch Termotecnologia Aveiro,” [Último acesso 10 abril 2024]. [Online]. Available: <https://www.bosch.pt/a-nossa-empresa/bosch-em-portugal/aveiro/>
- [2] L. CMMS, “What is reliability engineering? key concepts and principles,” 2024, Último acesso 23 novembro 2024. [Online]. Available: <https://limblecmms.com/blog/reliability-engineering/>
- [3] N. B. Iain Staffell, Dan Brett and A. Hawkes, “A review of domestic heat pumps,” *The Royal Society of Chemistry*, vol. Energy Environ. Sci., no. 5, p. 9291, 2012.
- [4] J. C. Ankita Singh Gaur, Desta Z. Fitiwi, “Heat pumps and our low-carbon future: A comprehensive review,” *Elsevier*, vol. 71, no. 101764, p. 1, 2020.
- [5] ASHRAE, *2020 ASHRAE HANDBOOK: Heating, Ventilating, and Licensed for single user*. © 2020 ASHRAE, Inc. Licensed for single user. © 2020 ASHRAE, Inc. *Air-Conditioning SYSTEMS AND EQUIPMENT*. ASHRAE, 1791 Tullie Circle, N.E., Atlanta, GA 30329, 2020, ch. 48, pp. 853–854.
- [6] U.S. Department of Energy, “Heat pump systems,” [Último acesso 29 setembro 2024]. [Online]. Available: <https://www.energy.gov/energysaver/heat-pump-systems>
- [7] A. L. H. Willem, Y. Lin, “Review of energy efficiency and system performance of residential heat pump water heaters,” *Elsevier*, vol. Energy and Buildings, no. 143, p. 191–201, 2017.
- [8] E. C. da Costa, *Refrigeração*. Blucher, 1982.
- [9] A. Hepbasli and Y. Kalinci, “A review of heat pump water heating systems,” *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, vol. 13, no. 6-7, pp. 1211–1229, 2009.
- [10] A. Heating, “Co2 heat pumps in practice,” 2024, Último acesso 24 novembro 2024. [Online]. Available: <https://automaticheating.com.au/complete-guide-to-heat-pumps/co2-heat-pumps-in-practice/>
- [11] Danfoss, “Hcfc and cfc phase-out,” 2024, Último acesso 24 novembro 2024. [Online]. Available: <https://www.danfoss.com/pt-br/about-danfoss/our-businesses/cooling/refrigerants-and-energy-efficiency/hcfc-and-cfc-phase-out/>

- [12] Daikin, “Benefits of r-32 refrigerant,” 2024, Último acesso 24 novembro 2024. [Online]. Available: [https://www.daikin.com/air/daikin\\_techknowledge/benefits/r-32](https://www.daikin.com/air/daikin_techknowledge/benefits/r-32)
- [13] S. Yadav, J. Liu, and S. C. Kim, “A comprehensive study on 21st-century refrigerants - r290 and r1234yf: A review,” *International Journal of Heat and Mass Transfer*, vol. 182, p. 121947, 2022, Último acesso 24 novembro 2024.
- [14] Bosch, *Compress 5800iAW 12 M | OR-S | T Bomba de calor ar-água Manual de utilização Bomba de calor com unidade interior*. Blucher, 2024.
- [15] I. E. Agency, “Heat pumps,” 2024, Último acesso 30 novembro 2024. [Online]. Available: <https://www.iea.org/energy-system/buildings/heat-pumps>
- [16] D.-G. d. E. e. G. Instituto Nacional de Estatística I.P, *Inquérito ao Consumo de Energia no Sector Doméstico*. Springer, 2020.
- [17] N. Kloub, “Improving the gas instantaneous water heaters performances,” *American Journal of Applied Sciences*, vol. 2, no. 5, pp. 1008–1013, 2005.
- [18] A. Jay and R. Kappagantu, “Simulating combustion-induced noise from a gas-fired water heater,” *NTER-NOISE and NOISE-CON Congress and Conference Proceedings*, vol. 1, 2023.
- [19] *Catálogo de Esquentadores a Gás Bosch*, Bosch Termotecnologia SA, Av. Infante D. Henrique, lotes 2E-3E, 1800-220 Lisboa, Portugal, setembro 2023, inclui informações sobre esquentadores estanques, ventilados e atmosféricos com baixas emissões de NOx. [Online]. Available: <https://www.junkers-bosch.pt>
- [20] G. Bourke, P. Bansal, and R. Raine, “Performance of gas tankless (instantaneous) water heaters under various international standards,” *Applied Energy*, vol. 131, pp. 468–478, 2014. [Online]. Available: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0306261914005820>
- [21] W. Chang and C. Cheng, “Carbon monoxide transport in an enclosed room with sources from a water heater in the adjacent balcony,” *Building and Environment*, vol. 43, no. 5, pp. 861–870, 2008. [Online]. Available: <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2007.01.023>
- [22] G. Czerski, Z. Gebhardt, A. Strugała, and C. Butrymowicz, “Gas-fired instantaneous water heaters with combustion chamber sealed with respect to the room in multi-storey residential buildings—results of pilot plants tests,” *Energy and Buildings*, vol. 57, pp. 237–244, 2013. [Online]. Available: <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2012.10.052>
- [23] G. Bourke, P. Bansal, and R. Raine, “Performance of gas tankless (instantaneous) water heaters under various international standards,” *Applied Energy*, vol. 131,

pp. 468–478, 2014. [Online]. Available: <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2014.06.008>

- [24] R. O. L. J. R. Cornforth, *Industrial Gas Burner Systems and Their Control*. Route One Ltd, 2005, discusses various burner types including diffusion, atmospheric, air-blast, and nozzle-mixing burners, along with control systems and applications in industrial settings.
- [25] B. H. Comfort. (2024) Tipos de ignição. Último acesso 25 novembro 2024. [Online]. Available: <https://www.bosch-homecomfort.com/pt/pt/certificacao-energetica/eficiencia-energetica/agua-quente/esquentadores/>
- [26] Feijosul. (2024) Válvulas de gás - tipo 14 - servoválvulas vulcano. Último acesso 25 novembro 2024. [Online]. Available: <https://www.feijosul.pt/peças-acessorios-esquentadores/valvulas-de-gas/tipo-14/servov%C3%A1lvulas/marca/vulcano.html>
- [27] I. Littelfuse, *Application Note: Flow Sensing in Tankless Water Heaters*, 2015. [Online]. Available: <https://www.littelfuse.com>
- [28] E. Union. (2024) Energy efficient products - water heaters. Último acesso 25 novembro 2024. [Online]. Available: [https://energy-efficient-products.ec.europa.eu/product-list/water-heaters\\_en](https://energy-efficient-products.ec.europa.eu/product-list/water-heaters_en)
- [29] C. of the European Union. (2024) Eu gas supply infographic. Último acesso 25 novembro 2024. [Online]. Available: <https://www.consilium.europa.eu/en/infographics/eu-gas-supply/>
- [30] Bosch, *Esquentadores de Condensação: Eficiência Energética e Sustentabilidade*, Bosch Termotecnologia, 2022.
- [31] P. D. A. Birolini, *Reliability Engineering: Theory and Practice*, 6th ed. Springer, 2017, ch. 1, p. 2.
- [32] —, *Reliability Engineering: Theory and Practice*. Springer, 2017.
- [33] F. M. Gryna, *Quality Planning and Analysis*, 4th ed. McGraw-Hill Irwin, 2001, pp. 1–5.
- [34] —, *Quality Planning and Analysis*, 4th ed. McGraw-Hill Irwin, 2001, pp. 12–17.
- [35] P. D. O'Connor and A. Kleyner, *Practical Reliability Engineering*, 5th ed. John Wiley & Sons, Ltd, 2012, ch. 8, p. 205.
- [36] —, *Practical Reliability Engineering*, 5th ed. John Wiley & Sons, Ltd, 2012, ch. 9, p. 226.
- [37] M. Kaur, S. Kakar, and D. Mandal, “Electromagnetic interference,” *IEEE*, vol. 4, pp. 1–5, 2011.

- [38] M. A. S. Clayton R. Paul, Robert C. Scully, *Introduction to Electromagnetic compatibility*, 3rd ed. Wiley, 2023, ch. 1.
- [39] P. D. O'Connor and A. Kleyner, *Practical Reliability Engineering*, 5th ed. Chichester, West Sussex, United Kingdom: John Wiley & Sons, Ltd, 2012, ch. 12, p. 306.
- [40] V. K. Mohammad Modarres, Mark Kaminskyi, *Reliability Engineering and Risk Analysis: A practical guide*. Marcel Dekker, Inc, 1999, pp. 1–18.
- [41] D. K. John Cooper, "Reliability testing of consumer products," *SMTA Proceedings*, p. 2, 2020.
- [42] P. D. O'Connor and A. Kleyner, *Practical Reliability Engineering*, 5th ed. Chichester, West Sussex, United Kingdom: John Wiley & Sons, Ltd, 2012, ch. 12.1, p. 307.
- [43] D. K. John Cooper, "Reliability testing of consumer products," *SMTA Proceedings*, p. 4, 2020.
- [44] P. D. O'Connor and A. Kleyner, *Practical Reliability Engineering*, 5th ed. Chichester, West Sussex, United Kingdom: John Wiley & Sons, Ltd, 2012, ch. 12.2, p. 308.
- [45] —, *Practical Reliability Engineering*, 5th ed. Chichester, West Sussex, United Kingdom: John Wiley & Sons, Ltd, 2012, ch. 12.3, p. 309.
- [46] E. A. Elsayed, "Overview of reliability testing," *IEEE TRANSACTIONS ON RELIABILITY*, vol. 61, no. 2, p. 282, 2012.
- [47] General Motors, *GMW3172 - General Specification for Electrical/Electronic Components – Environmental/Durability*, General Motors Worldwide Engineering Standards, October 2014.
- [48] P. M. Institute, *A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK Guide)*, 4th ed. Newtown Square, PA: Project Management Institute, 2008, ch. 2.1, p. 15.
- [49] I. O. for Standardization, "Quality management systems-requirements," Geneva, CH, 2015.
- [50] P. M. Institute, *A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK Guide)*, 4th ed. Newtown Square, PA: Project Management Institute, 2008, ch. 2.4.3, p. 32.
- [51] Atlassian, "Atlassian company website," 2024, Último acesso 27 novembro 2024. [Online]. Available: <https://www.atlassian.com/company>
- [52] Atlassian, "Confluence," [Último acesso 25 setembro 2024]. [Online]. Available: <https://www.atlassian.com/software/confluence>
- [53] —, "Jira," [Último acesso 25 setembro 2024]. [Online]. Available: <https://www.atlassian.com/software/jira>

- [54] Atlassian, “Create jira reports in confluence,” 2024, Último acesso 27 novembro 2024. [Online]. Available: <https://www.atlassian.com/software/confluence/resources/guides/extend-functionality/confluence-jira#create-Jira-reports-Confluence>
- [55] X. T. Management, “Xray test management for jira,” 2024, Último acesso 27 novembro 2024. [Online]. Available: <https://www.getxray.app/test-management>
- [56] —, “Xray test management for jira blog,” 2024, Último acesso 27 novembro 2024. [Online]. Available: <https://www.getxray.app/blog/xray-test-management-for-jira>
- [57] Atlassian, “What are issues?” 2024, Último acesso 27 novembro 2024. [Online]. Available: <https://support.atlassian.com/jira-cloud-administration/docs/what-are-issues/>
- [58] —, “Configure the issue type hierarchy,” 2024, Último acesso 27 novembro 2024. [Online]. Available: <https://support.atlassian.com/jira-cloud-administration/docs/configure-the-issue-type-hierarchy/>
- [59] DevDynamics, “Tipos de problemas do jira: um guia detalhado,” [Último acesso 16 outubro 2024]. [Online]. Available: <https://devdynamics.ai/blog/jira-issue-types-a-detailed-guide/>
- [60] X. Documentation, “Enabling xray issue types,” 2024, Último acesso 27 novembro 2024. [Online]. Available: <https://docs.getxray.app/display/ON/Enabling+Xray+Issue+Types>
- [61] Innovalog, “Standard jira fields,” 2024, Último acesso 27 novembro 2024. [Online]. Available: <https://innovalog.atlassian.net/wiki/spaces/JMWEC/pages/108200050/Standard+JIRA+fields>
- [62] Atlassian, “What is a jira dashboard?” 2024, Último acesso 28 novembro 2024. [Online]. Available: <https://support.atlassian.com/jira-software-cloud/docs/what-is-a-jira-dashboard/>
- [63] —, “Configure custom dashboards,” 2024, Último acesso 28 novembro 2024. [Online]. Available: <https://support.atlassian.com/jira-cloud-administration/docs/configure-custom-dashboards/>
- [64] —, “Use dashboard gadgets,” 2024, Último acesso 28 novembro 2024. [Online]. Available: <https://support.atlassian.com/jira-cloud-administration/docs/use-dashboard-gadgets/>
- [65] Appfire, “Get started with rich filters for jira dashboards,” 2024, Último acesso 28 novembro 2024. [Online]. Available: <https://appfire.atlassian.net/wiki/spaces/RFCDOC/pages/783942462/Get+started+with+Rich+Filters+for+Jira+Dashboards>

- [66] R. Inc., “Wbs gantt-chart for jira,” 2024, Último acesso 28 novembro 2024. [Online]. Available: <https://www.ricksoft-inc.com/products/wbs-gantt-chart-for-jira/>
- [67] P. M. Institute, *A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK Guide)*, 4th ed. Newtown Square, PA: Project Management Institute, 2008, ch. 5.3, pp. 116–122.
- [68] R. Klein, *Scheduling of Resource-Constrained Projects*. NY: Springer Science & Business Media, 1999, ch. 5.3, pp. 116–122.



**Instituto Superior  
de Engenharia**

Politécnico de Coimbra