INSTITUTO SUPERIOR DE ENGENHARIA DO PORTO

MESTRADO EM ENGENHARIA MECÂNICA

MODELAÇÃO DE UMA PLATAFORMA INTELIGENTE DE GESTÃO DE MANUTENÇÃO: PADRONIZAÇÃO DE PROCEDIMENTOS DE MANUTENÇÃO EM EQUIPAMENTOS ELETROMECÂNICOS EM EDI

EDGAR MANUEL ARAÚJO DE SOUSA

julho de 2022

POLITÉCNICO
DO PORTO

Instituto Superior de Engenharia do Porto

PREPARAÇÃO DE MODELAÇÃO DE UMA PLATAFORMA INTELIGENTE DE GESTÃO DE MANUTENÇÃO - IMMP: PADRONIZAÇÃO DE PROCEDIMENTOS DE MANUTENÇÃO EM EQUIPAMENTOS ELETROMECÂNICOS TIPICAMENTE PRESENTES EM EDIFÍCIOS DE SERVIÇOS

Edgar Manuel Araújo de Sousa

1171282

2022

Instituto Superior de Engenharia do Porto

Departamento de Engenharia Mecânica

POLITÉCNICO
DO PORTO

Instituto Superior de Engenharia do Porto

PREPARAÇÃO DE MODELAÇÃO DE UMA PLATAFORMA INTELIGENTE DE GESTÃO DE MANUTENÇÃO - IMMP: PADRONIZAÇÃO DE PROCEDIMENTOS DE MANUTENÇÃO EM EQUIPAMENTOS ELETROMECÂNICOS TIPICAMENTE PRESENTES EM EDIFÍCIOS DE SERVIÇOS

Edgar Manuel Araújo de Sousa

1171282

Dissertação apresentada ao Instituto Superior de Engenharia do Porto para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Engenharia Mecânica, ramo Gestão Industrial realizada sob a orientação do Especialista Eduardo Gil da Costa

2022

Instituto Superior de Engenharia do Porto

Departamento de Engenharia Mecânica

POLITÉCNICO
DO PORTO

JÚRI

Presidente

Doutor António Amaral

Professor Adjunto, ISEP

Orientador

Especialista Eduardo Gil da Costa

Professor Adjunto, ISEP

Arguente

Doutora Beatriz Oliveira

Professora Auxiliar, FEUP

AGRADECIMENTOS

A realização da presente dissertação de mestrado foi possível com o apoio de várias pessoas, às quais estou grato.

Ao meu orientador Eng. Eduardo Gil da Costa, pela ajuda, orientação, sentido prático, total disponibilidade e colaboração, por ter aceitado o meu pedido em ser orientador, e pela confiança que depositou em mim.

Ao Luís Martins e Manuel Ramos, como orientadores na Infraspeak, pela participação, pelo incentivo, dicas incisivas e total apoio na realização desta tese, partilha de experiências, bem como a disponibilização de dados e anotações feitas.

Da Infraspeak, também, ao Luís Bessa, pelas discussões práticas e *brainstormings* relativos às melhores soluções técnicas dos processadores e abordagens, ao Gonçalo Freitas, Carol dos Santos e Luís Tatin pela confiança depositada no trabalho desenvolvido e empenho no desenvolvimento do trabalho paralelo a esta dissertação.

Ao João Alves e restantes colegas, pela amizade, companheirismo, força e apoio nas longas horas noturnas no ISEP.

A toda a minha família um obrigado, e um especial agradecimento ao meu pai, por ser um modelo de coragem a seguir e uma fonte de motivação extra na momentos chave.

Por último, dirijo um especial agradecimento, pois não teria sido possível sem o apoio incansável, compreensão, paciência, alegria, nos melhores e piores momentos desta fase, à minha Carolina Trigo, que tem sido um pilar nesta viagem.

PALAVRAS-CHAVE

Manutenção, Edifícios, Padronização, Equipamentos, Plataforma, Gestão

RESUMO

A manutenção, ao longo da história, foi sempre desafiada a acompanhar a evolução da restante indústria e a responder de forma eficiente ao aumento da complexidade dos equipamentos. Com a chegada da quarta revolução industrial, ou Indústria 4.0 como é muitas vezes referida, a manutenção tem mais uma vez de se adaptar, para conseguir responder de forma eficiente à missão que lhe é solicitada.

Com recurso a novas tecnologias e ferramentas, como é o caso das Plataformas de Gestão na Nuvem ou da Internet das Coisas, procedimentos que antes eram complexos e morosos, podem agora ser executados de forma simples e rápida. Estas ferramentas permitem comunicação em tempo real, recolha de dados em massa, análises de histórico e um controlo efetivo da operação, mesmo remotamente.

Na implementação destas ferramentas, a quantidade de informação que é necessária recolher e organizar é uma tarefa por si só complexa, seja pelo facto da informação estar dispersa ou em formatos diferentes, ou mesmo por existirem casos em que a própria informação existente se contradiz.

A padronização de processos surge como uma necessidade, pois padroniza e organiza conhecimentos anteriores, abrindo espaço para testar novas abordagens ou tecnologias, ou seja, ajuda a melhorar a agilidade das organizações para efetuar mudanças operacionais, mantendo, ou até mesmo melhorando, a qualidade do serviço que prestam.

Um dos sectores em que a manutenção é mais solicitada a evoluir, é na manutenção de edifícios e dos seus equipamentos. Esta, junto com os próprios serviços de gestão de edifícios, está a ser impelida a criar edifícios inteligentes, colaborativos com o exterior,

e eficientes tanto a nível energético como operacional. Este desafio, vindo da Comunidade Europeia, surge devido às questões ambientais, cada vez prementes no nosso dia-a-dia, pois os edifícios são responsáveis por uma parte considerável do consumo energético total.

A presente dissertação tem como objetivo analisar estes temas descritos, fazer um ponto de situação geral, justificar e preparar o trabalho prático que se irá desenvolver.

Relativamente ao trabalho prático a desenvolver, o objetivo final é simplificar, através de informação relativa a manutenção preventiva padronizada, a adoção e implementação da Plataforma Inteligente de Gestão de Manutenção Infraspeak em várias organizações, sejam elas de manutenção propriamente dita, ou de gestão de edifícios.

Para obter este resultado, será desenvolvido um levantamento exaustivo de procedimentos de manutenção dos tipos de equipamentos mais comuns nos Edifícios de serviços, e a adaptação para uma linguagem que possa ser carregada de forma simples e intuitiva na Plataforma Infraspeak.

KEYWORDS

Maintenance, Buildings, Standardization, Equipment, Platform, Management

ABSTRACT

Maintenance, throughout history, has always been challenged to keep up with the evolution of the remaining industry and to respond efficiently to the increase of equipment complexity. With the arrival of the fourth industrial revolution, or Industry 4.0 as it is often referred to, maintenance must adapt once again, to be able to respond efficiently to its mission.

Using new technologies and tools, such as Cloud Management Platforms or the Internet of Things, procedures that used to be complex and time-consuming can now be executed in a simple and fast way. These tools allow real-time communication, mass data collection, historical analysis and effective control of the operation, even remotely.

When implementing these tools, the amount of information that needs to be collected and organized is a complex task, either because the information is dispersed or in different formats, or even because there are cases in which the existing information contradicts itself.

Process standardization emerges then as a necessity, as it standardizes and organizes previous knowledge, opening space to test new approaches or technologies, that is, it helps to improve the agility of organizations to make operational changes, maintaining, or even improving, the quality of the service they provide.

One of the sectors in which maintenance is most requested to evolve is in the maintenance of buildings and their equipment. Maintenance, along with the building management services themselves are being pushed to create intelligent buildings, collaborative with the outside, and efficient at both energy and operational levels. This challenge, coming from the European Community, arises due to the increasingly

pressing environmental issues in our daily lives, as buildings are responsible for a considerable slice of the total energy consumption.

The aim of this dissertation is to analyze these described issues, to make a general point of situation, to justify and prepare the practical work that will be developed.

Regarding the practical work to be developed, its final goal is to simplify, through information related to standardized preventive maintenance, the adoption and implementation of the Infraspeak Intelligent Maintenance Management Platform in several organizations, whether they are maintenance organizations or building management organizations.

To obtain this result, an exhaustive survey of maintenance procedures of the most common types of equipment in Service Buildings will be developed, and their adaptation to language that can be loaded in a simple and intuitive way in the Infraspeak Platform.

LISTA DE SÍMBOLOS E ABREVIATURAS

Lista de Abreviaturas

AC	Ar Condicionado
APSEI	Associação Portuguesa Segurança
AQS	Água Quente Sanitária
AVAC	Aquecimento, Ventilação e Ar-Condicionado
BIM	*Building Information Modeling*
BSI	British Standards Institution
CBSI	Central Bombagem Serviço de Incêndio
CCA	*Customer Care Agent*
COE	*Customer Onboarding Engineer*
CS	*Customer Success*
CS-DEV	*Customer Success Developer*
CSM	*Customer Success Manager*
ELET	Eletricidade
ERP	*Enterprise Resource Planning*
FM	*Facilities Management*
FMEA	*Failure Mode and Effect Analysis*
FMECA	*Failure Mode, Effects, and Criticality Analysis*
HIDR	Hidráulica

ISM	*Integrations Success Manager*
IoT	*Internet of Things*
IPQ	Instituto Português da Qualidade
ISA	International Federation of National Standardizing Associations
ISEP	Instituto Superior de Engenharia do Porto
ISO	International Organization for Standardization
IMMP	*Intelligent Maintenance Management Platform*
MEC	Mecânico
NFC	*Near Field Communication*
OEE	*Overall Equipment Effectiveness*
OMS	Organização Mundial de Saúde
OPE	*Overall Process Effectiveness*
PDCA	*Plan - Do - Check - Act*
QGBT	Quadro Geral de Baixa Tensão
RA	*Realidade Aumentada*
RBM	*Risk-Based Maintenance*
RCFA	*Root Cause and Failure Analysis*
RCM	*Reliability Centred Maintenance*
SCIE	Segurança Contra Incêndios de Edifícios
SEG	Segurança
SRI	*Smart Readiness Indicator*

TPM	*Total Productive Maintenance*
TQM	*Total Quality Management*
UPS	*Uninterruptible Power Supply*
VRV	Volume Refrigerante Variável

Lista de Unidades

A	ampere
bar	bar
ºC	grau centigrado
kW	kilowatts
m	metro
m3/h	metros cúbicos por hora
V	volt
Ω	ohm

GLOSSÁRIO DE TERMOS

Agile	Filosofia de gestão de projeto
Bugs	Comportamento errático de um software
Close Control	Equipamento de AC responsável por manter condições de temperatura e humidade em ambientes limitados como bastidores
Customer Care Agent	Posição responsável por gerir pedidos de apoio feitos por Clientes diretamente na Plataforma
Customer Onboarding Engineer	Posição responsável por gerir carteira de Clientes em fase de implementação da plataforma
Customer Success	Equipa responsável pelo sucesso dos Clientes
Customer Success Developer	Posição responsável por desenvolver ferramentas de apoio à Equipa de CS
Customer Success Manager	Posição responsável por gerir carteira de Clientes que já adotaram corretamente a plataforma
Hardware	Máquinas, ligações e outros componentes físicos de um computador ou outro sistema eletrónico
Head Of Customer Success	Posição de chefia da equipa completa de CS
Integrations Success Manager	Posição responsável por gerir integrações feitas ou em desenvolvimento da Plataforma com softwares externos

Internet das Coisas	Interconexão via internet de dispositivos de computação existentes em objetos do cotidiano, permitindo que eles enviem e recebam dados
Kickoff	Reunião de alinhamento inicial para arranque de implementação da plataforma
Onboarding	Processo de implementação da plataforma na operação do Cliente
Realidade Aumentada	Tecnologia que sobrepõe uma imagem gerada por computador na visão de um usuário do mundo real, fornecendo assim uma visão composta
Roadmap	Plano de desenvolvimento do produto ou partes deste, a curto e longo prazo
Rooftop	Equipamento de ar condicionado que permite ventilar, aquecer ou arrefecer, e alterar humidade do ar
Scrum	Metodologia ágil de gestão de projeto
Software	Programas e outras informações operacionais usadas por um computador
Template	Documento com apenas a apresentação visual e instruções sobre onde e qual tipo de conteúdo deve entrar em cada parte
User Story	Especificação resumida das necessidades de evolução de um produto software do ponto de vista do utilizador final

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 – Gerações da Manutenção.(Arunraj & Maiti, 2007) 10

Figura 2 – Fluxo da RMB (Khan & Haddara, 2003). 15

Figura 3 – Tipos de manutenção de acordo com a EN13306:2017 (Standard, 2017). 17

Figura 4 – Modelo de Implementação de um Padrão (Slob & Vries, 2002) 23

Figura 5 – Impacto dos Edifícios na Europa (European Comission, 2019) 27

Figura 6 – Pesos relativos de cada parcial no cálculo do SRI (Comissão Europeia, 2021) 28

Figura 7 – Quadros decorativos existentes na sede da Infraspeak no Porto 33

Figura 8 - Visão indicativa da aplicação de *Dashboards* da Infraspeak 35

Figura 9 - Visão da modal de agendamento de trabalhos planeados 42

Figura 10 - Página dos processadores para importação de *templates* 43

Figura 11 - Nova página dos processadores para importação de *templates* 45

Figura 12 - Preenchimento dos campos das características do equipamento no *template* a carregar 50

Figura 13 - Preenchimento dos procedimentos de manutenção do equipamento no *template* a carregar 54

Figura 14 - Folha de cálculo de controlo do estado das traduções em desenvolvimento 61

Figura 15 - Modal de cadastro de um equipamento em Infraspeak 62

Figura 16 - Imagem representativa da solução proposta na modal de configuração de tipos de equipamentos 63

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 – Características gerais de fabrico do equipamento 47

Tabela 2 - Características relativas a responsabilidade legal 48

Tabela 3 - Características gerais do equipamento em específico, neste caso CBSI 48

Tabela 4 - Características referentes aos elementos, tipo e quantidades 49

Tabela 5 - Características gerais do equipamento em específico, neste caso CBSI 49

Tabela 6 - Excerto do procedimento de manutenção da CBSI, relativo aos motores diesel das motobombas 53

Tabela 7 - Regras de Codificação dos tipos de equipamentos 55

Tabela 8 - Lista de equipamentos de AVAC que foram considerados 56

Tabela 9 - Lista de equipamentos de SCIE que foram considerados 57

Tabela 10 - Lista de equipamentos elétricos que foram considerados 58

Tabela 11 - Lista de equipamentos de segurança que foram considerados 58

Tabela 12 - Lista de equipamentos de hidráulica que foram considerados 59

Tabela 13 - Lista de equipamentos mecânicos que foram considerados 59

Tabela 14 - Proposta de procedimentos de tipos de equipamentos a desenvolver de seguida 69

ÍNDICE

1 INTRODUÇÃO 3

1.1 Contextualização 3

1.2 Objetivos 4

1.3 Metodologia 4

1.4 Estrutura do relatório 5

1.5 Local/Empresa de acolhimento 6

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA 9

2.1 Manutenção 9

2.1.1 História da Manutenção 10

2.1.2 Evolução das principais Teorias de Manutenção 12

2.1.3 Estado Atual 16

2.2 Padronização 21

2.2.1 História 21

2.2.2 Objetivos 22

2.2.3 Mais valias da padronização 22

2.2.4 Implementação de processos padronizados 23

2.2.5 Padronização Internacional 24

2.3 Gestão de Edifícios 24

2.3.1 Equipamentos e sistemas principais de um edifício 25

2.3.2 Eficiência energética 27

2.3.3 Papel da Internet das Coisas na Gestão de Edifícios 28

2.3.4 Papel do *Building Information Modeling* na Gestão de Edifícios 29

2.3.5 Realidade Aumentada 29

3 DESENVOLVIMENTO 33

3.1 Infraspeak 33

3.1.1 Visão Geral da Plataforma 34

3.1.2 Equipa de implementação da plataforma 35

3.1.3 Processo de implementação 37

3.2 Metodologia e Desenvolvimento do projeto 40

3.2.1 Análise às potencialidades da plataforma 40

3.2.2 Análise às ferramentas existentes 43

3.2.3 Desenvolvimento de solução de transição 44

3.2.4 Levantamento de documentação técnica e legal 45

3.2.5 Adaptação da informação para linguagem Infraspeak 46

3.2.6 Categorias desenvolvidas 54

3.2.7 Testes e validações 60

3.2.8 Traduções 60

3.2.9 Proposta de desenvolvimento da Plataforma Infraspeak 62

4 CONCLUSÕES E PROPOSTAS DE TRABALHOS FUTUROS 67

4.1 Conclusões 67

4.2 Propostas de trabalhos futuros 69

5 BIBLIOGRAFIA E OUTRAS FONTES DE INFORMAÇÃO 73

5.1 Artigos em revistas internacionais 73

6 ANEXOS 81

6.1 Anexo 1 – CBSI: Rotina Semanal 81

6.2 Anexo 2 – CBSI: Manutenção Mensal 84

6.3 Anexo 3 – CBSI: Manutenção Trimestral 87

6.4 Anexo 4 – CBSI: Manutenção Semestral 90

6.5 Anexo 5 – CBSI: Manutenção Anual 93

6.6 Anexo 6 – CBSI: Inspeção Anual 97

6.7 Anexo 7 – CBSI: Acompanhamento Externo 101

INTRODUÇÃO

1.1 Contextualização

1.2 Objetivos

1.3 Metodologia

1.4 Estrutura do relatório

1.5 Local/Empresa de acolhimento

1 INTRODUÇÃO

A motivação para a escolha do tema desta dissertação parte da necessidade sentida dentro da nossa equipa de constante melhoria. Durante a fase de implementação da plataforma Infraspeak é comum que a fase de parametrização dos tipos de equipamentos e respetivos procedimentos de manutenção sejam os que mais tempo consomem, tanto à equipa de implementação, como aos Clientes. Com isto em mente, foi escolhido este tema para melhorar o processo de implementação da Infraspeak nesta fase da Implementação.

1.1 Contextualização

Na indústria de Serviços de Manutenção e Gestão de Edifícios, atualmente, a digitalização e implementação de ferramentas digitais cresce a um ritmo considerável. Este crescimento acontece, não só devido à necessidade de melhorar a prestação do serviço, mas também devido aos grandes ganhos de eficiência que se consegue obter na gestão das operações.

A digitalização abre a porta a integrações diretas com os equipamentos e sensores, podendo gerar alarmes e recolha de dados que permitem a aplicação de análises mais profundas do seu estado, e implementações de manutenções preditivas.

A implementação de um sistema informático de gestão obriga, na maioria dos casos, a um processo de adaptação mais ou menos longo. Por vezes estas empresas não têm a informação, que irá ser transportada para as plataformas, organizada de uma forma prática.

1.2 Objetivos

O objetivo da presente dissertação é melhorar o processo de implementação da Plataforma Infraspeak nos seus Clientes. Tornar o processo de criação de tipos de equipamentos e respetivas listas de tarefas de manutenção mais ágil, de modo a libertar os Clientes para outras questões mais prementes nesta era da inteligência e interconectividade, como a conexão de sensores *Internet of Things* (IoT), integrações com outras plataformas, *Building Information Modeling* (BIM) ou *Enterprise Resource Planning* (ERP) por exemplo, e tornando o trabalho da Equipa de Implementação da Infraspeak mais simples nesta fase, podendo igualmente dedicar o seu tempo a outras questões mais importantes.

O desenvolvimento da dissertação passa, numa primeira fase, por recolher de forma metódica informações relativas a equipamentos e sistemas eletromecânicos comuns em edifícios de serviços relativamente a procedimentos de manutenção ideais.

Numa segunda fase, definir as regras e as metodologias para compilar procedimentos de manutenção padronizados para cada família de equipamento ou sistema, discriminando a tarefa, o seu tipo, a sua especialidade técnica e a sua periodicidade recomendável.

Na terceira fase, depois dos critérios para a execução da biblioteca estarem definidos, e alguns procedimentos já estarem feitos, desenhar uma solução para a importação desta biblioteca pelo Cliente de forma simples, rápida e eficaz na Plataforma Infraspeak.

Na quarta, e última fase, apresentar a proposta aos responsáveis de produto da Infraspeak, demonstrando as mais valias do projeto.

1.3 Metodologia

A metodologia para a realização desta dissertação começa com uma análise profunda às capacidades da plataforma. De seguida, às ferramentas de apoio existentes atualmente, e o desenho de novas ferramentas, se necessário, para servir de apoio à elaboração da biblioteca de procedimentos.

A metodologia a ser usada para a elaboração da biblioteca de tarefas será uma revisão bibliográfica e técnica da documentação facultada pelos principais fabricantes de cada tipo de equipamento, normas e legislação em vigor, agregar e ponderar esta

informação, de modo a obter uma biblioteca de procedimentos de manutenção adequado ao pretendido.

Para isso, é necessário definir um conjunto de regras para a realização da consulta e adaptação aos procedimentos a realizar, de modo que a hierarquia da documentação consultada seja refletida. Estes procedimentos de manutenção deverão incluir as tarefas a realizar, a respetiva especialidade técnica necessária para a sua execução, tipo de tarefa, e a referência a obrigações legais quando aplicável e periodicidade prevista.

Devem ser finalmente traduzidos em linguagem que sirva à plataforma, e carregados para validação final.

1.4 Estrutura do relatório

Esta dissertação é constituída por seis capítulos, sendo estes de acordo com a ordem apresentada, introdução, revisão bibliográfica, desenvolvimento, conclusão e propostas de melhoria, bibliografia e outras fontes de informação e por fim os anexos.

No segundo capítulo, revisão bibliográfica, é realizada a pesquisa bibliográfica e desenvolvido todo o estudo teórico sobre as três principais temáticas para a contextualização da dissertação. Primeiramente é feita uma apresentação da evolução da história da manutenção, de seguida é realizada uma revisão histórica à padronização de procedimentos dos vários tipos, produção, legislação e, por fim, é descrito o impacto ecológico e financeiro que os edifícios apresentam, e a dificuldade da sua gestão entre as quais se encontra a gestão da manutenção.

O terceiro capítulo é dividido em duas partes. Inicialmente é feita uma apresentação da empresa na qual todo o estudo é desenvolvido, como está estruturada a equipa de implementação e a utilidade e finalidade do produto desenvolvido pela Infraspeak. No segundo subcapítulo é apresentada a metodologia de desenvolvimento aplicada durante a execução da solução ao mesmo tempo que é demonstrado todo o desenvolvimento do caso de estudo, sendo apresentada a solução final.

No quarto capítulo apresenta-se a conclusão do trabalho desenvolvido, assim como propostas de trabalhos futuros nas quais se realçam a tradução dos resultados para outras línguas, expansão da biblioteca de equipamentos e implementação direta no produto.

1.5 Local/Empresa de acolhimento

A dissertação desta Tese de Mestrado foi desenvolvida na Infraspeak S.A., mais concretamente, na equipa de implementação da plataforma nos Clientes.

A Infraspeak é uma empresa que comercializa uma Plataforma Inteligente de Gestão de Manutenção com o mesmo nome, criada em 2015, tendo sido a primeira plataforma a recorrer ao uso da tecnologia *Near Field Communication* (NFC) para identificar ativos. Esta plataforma agrega um conjunto de aplicações nativas como as aplicações de Gestão de Inventário, Avarias, Trabalhos e Calendário. Adicionalmente, podem ser ativadas outras aplicações, permitindo uma personalização individual em cada Cliente, como aplicações de Planeamento de Equipas, Auditorias, Stocks e Consumíveis, Requisições, Gestão de Fornecedores, Compras e Pedidos de Orçamentos, Orçamentos e Vendas, Módulo Energético, Indicadores, Análise Económica e de Custos, Geolocalização das Equipas, Pré-Verificação de Requisitos de Segurança, Satisfação de Cliente, Aplicação de Gestão de Limpezas, entre outras.

Esta possibilidade de configurar as aplicações desejadas, junto com a possibilidade de criar integrações com outras plataformas e sensores, permite aos utilizadores fazerem a gestão completa da sua operação na plataforma de forma prática, e comunicar com o resto da equipa instantaneamente.

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Manutenção

2.2 Padronização

2.3 Gestão de Edifícios

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Neste capítulo irá ser revista a história e evolução da manutenção, os impactos que as diferentes inovações trouxeram, e a projeção do que será o futuro.

Relativamente à padronização, será revista a sua origem, os seus objetivos, as mais valias geradas, o processo de implementação e revisitar alguns exemplos passados.

Finalmente, é revista a importância da gestão eficiente de edifícios, e como as novas tecnologias podem ajudar.

2.1 Manutenção

Os componentes de qualquer equipamento estão sujeitos a um desgaste natural da sua operação, corrosão e fadiga dos materiais, o que provoca uma alteração às condições dos mesmos ao longo do tempo. Estas alterações, levam, em última instância à falha de alguns componentes ou até o equipamento como um todo, ou seja, deixam de conseguir servir o seu propósito com eficácia (F. Stanley Nowlan & Howard F. Heap, 1978).

A manutenção surge para lidar com esta questão, não só prevenindo e corrigindo as falhas, mas também com o objetivo de manter o equipamento o mais próximo possível do seu estado original (F. Stanley Nowlan & Howard F. Heap, 1978).

Uma manutenção bem feita, tem também um papel essencial na eficiência energética, controlando e garantido que os equipamentos trabalhem na sua plenitude, com o menor consumo de energia necessário (Firdaus et al., 2019).

2.1.1 História da Manutenção

A manutenção surge inicialmente como uma resposta direta às avarias. Tendo evoluído ao longo do tempo, pode ser dividida em quatro intervalos. O primeiro até à segunda guerra mundial e com foco único na resolução de avarias. Posteriormente, o segundo, que introduz a manutenção preventiva, e dura até ao surgimento da aviação complexa em meados dos anos 60. O terceiro que vigora até ao fim do século passado e acrescenta o foco na redução dos problemas críticos. Finalmente, um quarto, esquematizado na Figura 1, que vigora nos dias de hoje, cujo objetivo é eliminar por completo as avarias (Kennedy, 2006) (Dunn, 2003).

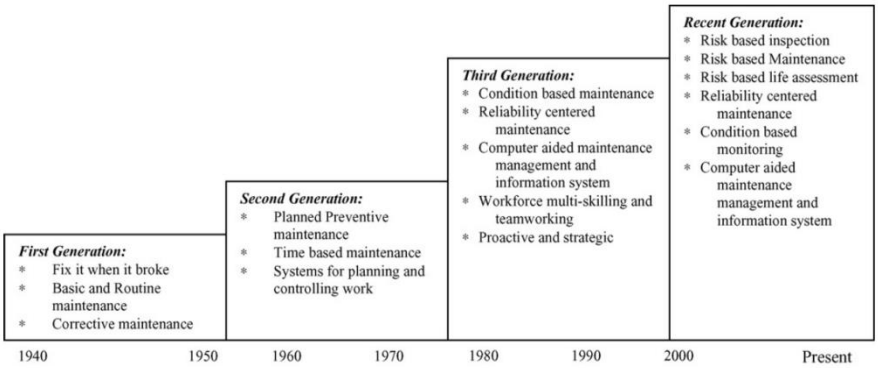

Fig. 1. Development of maintenance philosophies ([1,5] revisited).

Figura 1 – Gerações da Manutenção.(Arunraj & Maiti, 2007)

Primeira Geração

Na época anterior à segunda guerra mundial os equipamentos eram bastante distintos aos dos dias de hoje, sendo na sua maioria mecânicos, com poucos automatismos, com um desenho simples e sobredimensionados. Com isto, a sua manutenção era simples e com necessidades básicas de conhecimento técnico. Devido a esta conjuntura, a manutenção era apenas necessária quando surgiam avarias, com trocas simples de componentes, e não existia a preocupação de prolongar a vida útil dos equipamentos. Se um equipamento não conseguia cumprir mais a sua função, a sua substituição integral era o comportamento natural (Dunn, 2003) (Arunraj & Maiti, 2007).

Segunda Geração

Durante e após a guerra, a escassez de materiais e a posterior necessidade de uma rápida reconstrução conduziu a uma evolução natural nos processos industriais, surgindo um novo foco nos processos automatizados e equipamentos menos sobredimensionados (*Mass-Production Automation and Work-Group Solidarity in the Post-World War II Automobile Industry.Pdf*, 1992).

A manutenção ganha uma maior importância, é esperado que dela se obtenha uma maior disponibilidade dos equipamentos, uma maior vida útil dos mesmos e sempre com a questão da poupança dos custos presente. Surgem nesta época a teoria da "curva da banheira" relativa às avarias, as primeiras ferramentas de controlo e os primeiros planeamentos de manutenção preventiva (Arunraj & Maiti, 2007) (Klutke et al., 2003).

Terceira Geração

No final dos anos 60, com o avanço da indústria aeronáutica e respetivo aumento da complexidade dos seus componentes, a preocupação de evitar falhas ganha uma nova importância. O investimento em manutenção cresce, com o objetivo de garantir a segurança dos equipamentos com menores custos finais.

Passa a ser pedido à manutenção que garanta uma disponibilidade e fiabilidade ainda maior, uma segurança reforçada, e um aumento da vida útil dos equipamentos. Tudo isto a um custo ainda menor. A estes pontos junta também pela primeira vez a necessidade de garantir a qualidade final dos produtos e a proteção do ambiente.

Surge inicialmente a *Reliability Centered Maintenance* (RCM), que identifica seis padrões de ocorrência de avarias, introduz o conceito de equipa à manutenção, especializa o pessoal técnico, introduz a preocupação com a manutenção logo na fase de projeto e desenho dos equipamentos (Arunraj & Maiti, 2007).

Durante esta período, a aplicação de ferramentas e técnicas de controlo, como por exemplo o *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) e o *Failure Mode, Effects, and Criticality Analysis* (FMECA), começam a ser amplamente utilizadas (Laurenti et al., 2012).

Quarta Geração

Apesar da transição ser suave, e com evoluções graduais, devido à introdução do conceito de melhoria contínua na geração anterior, o foco da manutenção muda na transição do milénio. Apoiada nas ferramentas informáticas, a manutenção preditiva

ganha uma grande importância, e o objetivo final passa a ser eliminar as avarias por completo. Através do registo de histórico e de constantes medições, o objetivo passa a ser controlar os equipamentos de modo a que as avarias sejam antecipadas, e a sua correção seja feita mesmo antes de acontecer. As manutenções preventivas, idealmente, deixam de ter agendamentos fixos, e acontecem apenas quando são necessárias (Sipos et al., 2014).

2.1.2 Evolução das principais Teorias de Manutenção

A partir da segunda geração, começaram a surgir teorias sólidas de como abordar a manutenção. Estas teorias foram evoluindo com os tempos e são usadas ainda hoje, como é o caso da RCM e da *Total Productive Maintenance* (TPM) (Deshpande & Modak, 2002) (Singh et al., 2013).

RCM - Manutenção Centrada na Fiabilidade

A RCM surge na década de 60 na indústria aeronáutica norte americana, mais concretamente com a necessidade de desenvolver um plano de manutenção fiável para o *Boing 747*, onde foi aplicada na prática pela primeira vez (F. Stanley Nowlan & Howard F. Heap, 1978).

Esta teoria de manutenção foca-se na fiabilidade do equipamento, e de uma forma resumida (Deshpande & Modak, 2002), a sua abordagem pode ser descrita como:

- Garantir o funcionamento instantâneo do equipamento;
- Identificar os modos de falha que impedem o funcionamento do equipamento;
- Priorizar as melhorias que reduzam as hipóteses de falha do equipamento;
- Selecionar apenas tarefas de manutenção aplicáveis e efetivas.

A sua implementação reduz de forma eficaz a ocorrência de falhas dos equipamentos, está comprovado que o aumento da vida útil de um equipamento é maior do que em outras teorias de manutenção, aumentando ao mesmo tempo a segurança, a qualidade e a produção (Nabhan, 2010).

Os benefícios gerais esperados da aplicação da RCM (Tale, 2019), são:

- Criação de planos de manutenção de qualidade com um bom custo-benefício;
- Garantia que todos os elementos importantes são considerados;
- Probabilidade crescente da manutenção ser cada vez mais concisa;

- Fornece a base para a partilha de informação entre os técnicos e engenharia envolvida;
- Maior vida útil dos equipamentos;
- Melhor segurança para equipamentos e utilizadores;
- Melhor proteção ambiental;
- Melhor performance produtiva, de qualidade e serviço final.

TPM – Manutenção Produtiva Total

A TPM surge na indústria automóvel japonesa nos anos 70, na Nippon Denso, à data, fornecedores da Toyota Car Company. Permanece relativamente desconhecida ao mundo ocidental até cerca de 1988, quando dois artigos de Seiichi Nakajima são publicados em inglês. No início dos anos 90, a sua adoção no ocidente rapidamente se difunde, nomeadamente em indústrias de manufatura, processamento e exploração mineira. Teve um grande impacto na redução dos custos de manutenção e melhorias significativas na produção, tanto em quantidade como em qualidade, e uma melhoria na segurança e ambiente (Kennedy, 2006).

A TPM introduz conceitos como o *Overall Process Effectiveness* (OPE), *Overall Equipment Effectiveness* (OEE). Reforça também a importância de ferramentas como o *Root Cause and Failure Analysis* (RCFA) ou os Cinco Porquês na manutenção (Kumar Gupta & Garg, 2012).

Devido à sua eficácia, a TPM é geralmente aplicada em conjunto com outras teorias de produção como a *Total Quality Management* (TQM) ou *Lean* para se obter os resultados finais pretendidos (Ahmad et al., 2012).

Os objetivos finais da TPM (Madani, 1996) podem ser resumidos em:

- Atingir zero defeitos;
- Atingir zero avarias;
- Atingir zero acidentes;
- Cultivar o sentido de responsabilidade em todos os intervenientes;
- Formar equipas multidisciplinares;
- Manutenção autónoma.

A TPM, ao contrário da RCM, está intrinsecamente ligada à produção em si, ou seja, foca em garantir que a qualidade da produção do equipamento é perfeita, e não apenas que este não avarie. Com isto podemos resumir os benefícios esperados (Díaz-Reza et al., 2018) da TPM em:

- Maior garantia no planeamento da produção;
- Melhor relação com Clientes e fornecedores;
- Maior eficiência;
- Benefícios sociais;
- Aumento da moral dos colaboradores;
- Melhores conhecimentos tecnológicos;
- Melhor estado geral dos equipamentos.

RBM - Manutenção Baseada em Risco

No início dos anos 90, começam a aparecer rotinas de verificação de riscos de segurança de equipamentos e componentes, mas só nos anos 2000 começa a ser normal serem agregadas à manutenção, até então eram feitas por departamentos distintos.

Com a junção de verificações de riscos e manutenção, surge a necessidade de desenvolver uma filosofia agregadora, e o resultado é o surgimento da *Risk Based Maintenance* (RBM).

A RBM é a filosofia que muda novamente o foco da manutenção. A abordagem passa a ser planear o controlo e inspeções, e se necessário, avançar para medidas preventivas ou corretivas, fluxo representado na Figura 2, tendo sempre em conta o risco associado (Arunraj & Maiti, 2007).

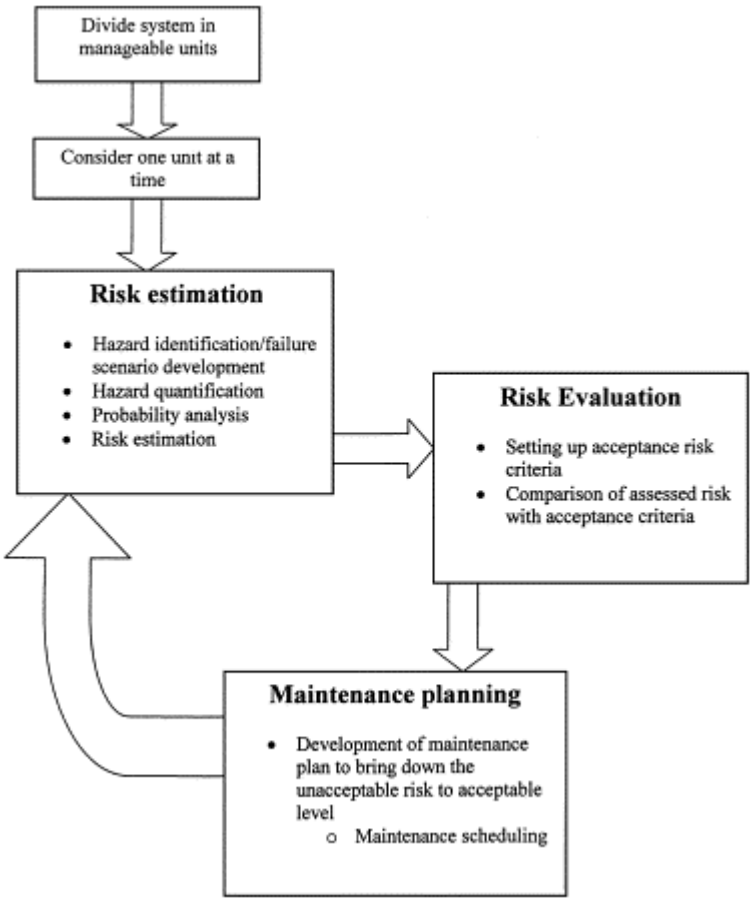

Figura 2 – Fluxo da RMB (Khan & Haddara, 2003).

Esta teoria sugere a divisão da manutenção em três módulos distintos aplicados individualmente a cada equipamento:

- 1º Módulo: São identificados os modos de falha dos equipamentos, são estimadas as suas consequências, é feita uma análise à probabilidade de estas falhas ocorrerem;
- 2º Módulo: É feita uma análise de risco, primeiro são definidos os limites aceitáveis, e depois é feita a comparação dos resultados reais com estes limites definidos;
- 3º Módulo: Nas unidades em que o risco é superior aos limites aceitáveis, é feito um estudo mais profundo, com o objetivo de reduzir esse risco, é refeito o plano de manutenção desse equipamento, e posteriormente, os riscos voltam a ser estimados e avaliados (Özcan et al., 2019).

Esta teoria prevê a constante análise ao estado dos equipamentos, aos planos de manutenção e a sua reformulação se se verificar necessário, ou seja, é a base do conceito da manutenção preditiva (Özcan et al., 2019).

Com a implementação da RBM, os benefícios pretendidos são os mesmos da TPM, mas com um foco mais presente na otimização dos recursos de manutenção, sendo objetivo intervir apenas quando necessário, sem comprometer o funcionamento e a segurança dos equipamentos (Arunraj & Maiti, 2007).

2.1.3 Estado Atual

Apesar de surgirem novas abordagens e teorias de manutenção, as mais antigas, como a RCM, ainda são usadas hoje em dia e continuam a ser estudadas, desenvolvidas, e constantemente atualizadas com novas abordagens (Afzali et al., 2019).

A somar a esta questão, junta-se o facto de a manutenção ser uma indústria em que a transmissão de conhecimento tácito de modo informal e individual dentro das empresas é comum (Cárcel-Carrasco et al., 2020).

Existem, portanto, várias definições e entendimentos acerca da definição dos tipos de manutenção. Vamos por isso focar na norma EN13306:2017 que define os termos de manutenção (Standard, 2017).

Definição de Manutenção

Segundo a norma, a manutenção é a combinação de todas as ações técnicas, administrativas e de gestão durante a vida de um ativo, com o intuito de manter ou restaurar as capacidades de executar as suas funções necessárias. Na Figura 3 podemos visualizar a organização dos diferentes tipos de manutenção.

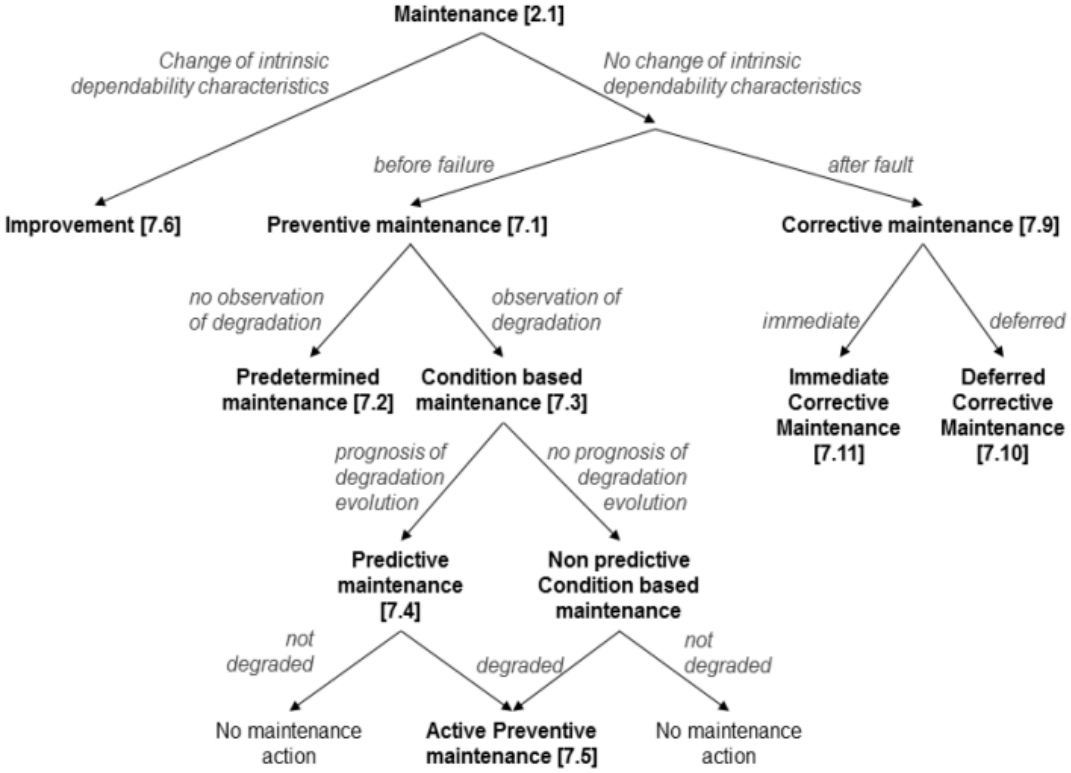

Figura 3 – Tipos de manutenção de acordo com a EN13306:2017 (Standard, 2017).

Melhoria (ponto 7.6 da Figura 3)

A melhoria consiste na combinação de todas as ações técnicas, administrativas e de gestão destinadas a melhorar a funcionalidade de um ativo.

Dentro da melhoria podemos subdividir em três tipos distintos:

- Melhoria Funcional: é a ação destinada a melhorar a segurança e/ou fiabilidade e/ou alterar a necessidade de manutenção de um ativo, sem alterar a sua função original;
- Modificação: é a ação destinada a trocar ou adicionar uma ou mais funções ao ativo;
- Modernização: é a ação de modificação ou melhoria de um ativo, tendo em conta os avanços tecnológicos, para continuar a cumprir a sua função de acordo com requisitos novos ou alterados.

Manutenção Preventiva (ponto 7.1 da Figura 3)

A manutenção preventiva corresponde às ações realizadas com o objetivo de avaliar e/ou mitigar a degradação de um ativo de modo a reduzir a probabilidade de falha de um ativo.

Dentro da manutenção preventiva podemos subdividir em dois tipos distintos:

- Manutenção Preventiva Predeterminada (ponto 7.2 da Figura 3): são ações de manutenção preventiva realizadas de acordo com intervalos de tempo pré-estabelecidos, conhecida como Manutenção Preventiva Sistemática, ou de acordo com unidades de uso, sem investigação da condição prévia, conhecida Manutenção Preventiva Condicionada Pelo Uso;
- Manutenção Preventiva Condicionada (ponto 7.3 da Figura 3): são ações de manutenção preventiva que incluem a avaliação prévia das condições físicas e a sua análise, e que podem dar origem a possíveis ações de manutenção subsequentes.

Manutenção Preditiva (ponto 7.4 da Figura 3)

A manutenção preditiva consiste no conjunto das ações de manutenção realizadas, baseadas na previsão do estado de degradação do ativo, seguindo uma previsão derivada da análise de histórico ou conhecimento das características técnicas do ativo.

Manutenção Corretiva (ponto 7.9 da Figura 3)

A manutenção corretiva é a manutenção realizada após a deteção de falhas ou avarias, com o intuito de restaurar a capacidade de o equipamento desempenhar a sua função necessária.

Dentro da manutenção corretiva podemos subdividir em dois tipos distintos:

- Manutenção corretiva imediata, ou reativa (ponto 7.11 da Figura 3): é a ação de restaurar o funcionamento de um ativo o mais rápido possível após a deteção de uma falha com consequências inaceitáveis;
- Manutenção corretiva diferida (ponto 7.10 da Figura 3): é a ação de restaurar o funcionamento de um ativo após a deteção de uma falha, mas de acordo com as regras definidas, é agendada para uma data conveniente.

Prevenção da Manutenção

Apesar de este tipo de manutenção não estar espelhado na norma, tem ganho cada vez mais notoriedade. A prevenção da manutenção consiste num tipo de manutenção desenvolvido na fase de projeto dos ativos, geralmente pelos fabricantes, de modo a reduzir as tarefas de manutenção recorrentes necessárias para garantir que o equipamento possa desempenhar a sua função necessária (Thun, 2006).

Técnicas e Ferramentas Utilizadas na Manutenção

As melhorias dos planeamentos de manutenção podem ser suportadas pela previsão específica do comportamento de componentes em falha. Ferramentas de apoio à decisão podem ser adotadas com o intuito de garantir um processo consistente e qualidade padronizada (Filz et al., 2021).

De seguida iremos detalhar algumas ferramentas de apoio usadas nas operações de manutenção.

PDCA - Planear, Fazer, Verificar e Atuar

O ciclo *Plan - Do - Check - Act* (PDCA) teve a sua origem com a palestra do Dr. W. Edwards Deming no Japão em 1950. As principais características desta ferramenta são:

- É aplicável a todos os tipos de organizações, e a todos os grupos e níveis de uma organização;
- Fornece a base para aplicação de outros métodos de melhoria e ferramentas:
    - Incentiva planeamentos baseados na teoria;
    - A teoria desencadeia perguntas que fornecem a base para a aprendizagem;
    - As perguntas levam a previsões, que orientam o colaborador a identificar dados, métodos e ferramentas necessárias para responder à teoria em uso;
    - Enfatiza e encoraja o processo de aprendizagem baseado na aprendizagem dedutiva e indutiva.
- Permite que os planeamentos sejam revistos e adaptados de acordo com as novas aprendizagens;
- Fornece uma maneira simples e pragmática dos colaboradores obterem resultados úteis;
- Facilita o trabalho em equipa com o objetivo de obter melhorias (Moen & Norman, 2009).

FMEA - Análise de modo e efeito de falha

Amplamente reconhecido e utilizado na indústria, o FMEA é utilizado para identificar e antecipar as condições de defeito e falha de componentes ou equipamentos. É frequentemente usado na fase de projeto e desenvolvimento, com o objetivo de prevenir erros e falhas que possam acontecer posteriormente.

O FMEA é usado também na fase operacional dos equipamentos, onde as falhas ocorridas são analisadas sistematicamente, discriminando e classificando a sua origem e impacto da avaria nas operações. São identificados métodos de prevenção e identificação para cada uma das falhas analisadas, e posteriormente adicionadas aos planos de manutenção. No final, a fiabilidade dos componentes, e consequentemente, dos equipamentos e sistemas, é melhorada (Filz et al., 2021).

A extensão do FMEA que permite priorizar os modos de falha com base na sua criticidade é o FMECA. À análise FMEA é adicionado um indicador que combina uma estimativa do impacto da falha no sistema, a frequência esperada e a dificuldade de deteção (Carpitella et al., 2018).

RCFA - Análise Causa Raiz da Falha

A RCFA é aplicada quando a avaria já ocorreu. O objetivo passa por determinar a origem do problema o mais rápido possível, de modo a poder organizar a manutenção corretiva necessária. Ao focar na identificação objetiva da raíz do problema, ao invés de seguir uma lista pré-definida de possíveis causas, permite que a equipa de manutenção concentre os seus esforços com clareza na fonte do problema. Estas listas de verificações pré-definidas existem porque por vezes não existem dados suficientes que permitam uma pronta identificação da raíz do problema, por isso, a sensorização ativa dos equipamentos é uma ajuda importante às equipas de manutenção, melhorando substancialmente a eficiência desta ferramenta. Com a ajuda da sensorização, esta ferramenta pode ser dividida em duas categorias distintas:

- Após o acontecimento: Autodiagnóstico e registo de histórico;
- Em tempo real: Monitorização constante dos parâmetros de saída do equipamento. Este método não deteta a origem da falha, mas deteta instantaneamente que existe um problema.

Com uma boa aplicação desta ferramenta, e com a ajuda da sensorização, os tempos de paragem dos equipamentos podem ser drasticamente reduzidos (Padnos, 2011).

2.2 Padronização

A padronização, numa visão mais geral, pode ser definida como o processo de articulação e implementação do conhecimento técnico. Os padrões podem surgir como consequência de consenso, de uma imposição de uma autoridade, ou de ambos.

O próprio termo padrão ou padronização varia de acordo com o contexto, pode-se referir a algo técnico, a uma simples rosca de parafuso, a uma unidade de medida, ou até mesmo a um conjunto de procedimentos (Russell, 2005). Outro exemplo é a própria metodologia de referenciação de bibliografia consultada neste trabalho, que segue um conjunto de regras padronizadas (Periodicals, 2020).

Para garantir o crescimento económico contínuo, não basta apenas criar conhecimento através da pesquisa e desenvolvimento. Esse conhecimento deve ser amplamente divulgado para que o maior número de empresas possa utilizá-lo. Quando as empresas participam no desenvolvimento de padrões, tendem a ser particularmente úteis para a disseminação do conhecimento técnico (Blind et al., 2011).

2.2.1 História

Durante mais de dois mil anos, os governos lideraram a criação de padrões, forçando a sua imposição através da sua autoridade, com o intuito de aumentar o prestígio, poder e o próprio poderio económico dos seus países, levando inclusive a disputas acesas, como é o caso de algumas unidades de medida, como o metro e ohm (Russell, 2005).

Um exemplo de uma grande vantagem da aplicação da padronização aconteceu nos Estado Unidos em 1797. O governo pediu aos fabricantes de armas que fornecessem 40.000 mosquetes, quando a produção nos três anos anteriores tinha sido de apenas 1.000 unidades. Surge Eli Whitney, que prometeu fornecer 10.000 unidades em dois anos. Para o conseguir, introduziu pela primeira vez o conceito de produção em que cada operador produzia apenas um componente, no final os diferentes componentes eram montados para obter o mosquete final. Pela primeira vez, era usada a ideia de peças intercambiáveis. Esta ideia, é no fundo, o conceito de padronização aplicado à indústria, onde o objetivo passa a ser obter réplicas exatas da peça original. No final, conseguiu produzir e entregar pelo menos 15.000 unidades (Horie, 1961).

Este exemplo demonstra, pela primeira vez, os ganhos produtivos que uma indústria pode obter quando implementa a normalização de processos.

Em finais do século dezanove, início do século vinte, começam a surgir organismos nacionais cuja principal função é produzir normas para padronização de processos, como por exemplo a British Standards Institution (BSI) (McWILLIAM, 2005).

Anos mais tarde, começam a surgir as primeiras organizações internacionais, como a International Federation of National Standardizing Associations (ISA), que em 1946 renasce como The International Organization for Standardization (ISO), que tem hoje uma abrangência global (Heires, 2008).

2.2.2 Objetivos

A padronização pode ser dividida em três objetivos distintos (Heires, 2008):

- Referências: Por exemplo medidas de dimensões, moedas, pesos;
- Padrões para atributos mínimos admissíveis: Por exemplo níveis de segurança, qualidade do produto, características gerais do processo;
- Padrões de compatibilidade: Por exemplo roscas de parafusos, códigos de comunicação, desenho físico de alguns componentes.

2.2.3 Mais valias da padronização

Relativamente aos processos produtivos, a padronização melhora os mesmos através da redução dos tempos de execução, reduzindo custos, acrescentando qualidade e agilizando a mensurabilidade do desempenho, refina a prontidão da organização na entrega de serviço a terceiros, na junção de operações ou negócios, e até mesmo na resposta a mudanças e tendências externas, de mercado ou mesmo regulatórias.

A padronização facilita, e destaca a importância, da implementação de ferramentas informáticas de apoio padrão, tanto software como hardware.

Externamente, a padronização, aumenta a confiança dos Clientes, pois como os processos são constantes, menor é a probabilidade de erros conduzidos pelo processo, e, consequentemente, a qualidade final (Münstermann et al., 2008).

2.2.4 Implementação de processos padronizados

A necessidade, ou sentimento de necessidade, da implementação de processos padronizados pode surgir tanto no seio da organização ou por obrigações externas. O objetivo da sua implementação, é criar um padrão que irá ser aplicado na prática, e o primeiro passo para garantir isso, é que todos os colaboradores saibam da sua existência e importância, e que seja de fácil acesso para consulta para todos os envolvidos.

O primeiro passo é a definição de prioridades, o que vai ser desenvolvido e o que não vai. Segue-se a composição da versão preliminar do padrão, posteriormente a sua discussão com as principais partes interessadas até à redação da versão final.

Finalmente é apresentada a todos os utilizadores, realçando os benefícios da sua aplicação.

Todo este processo encontra-se esquematizado na Figura 4.

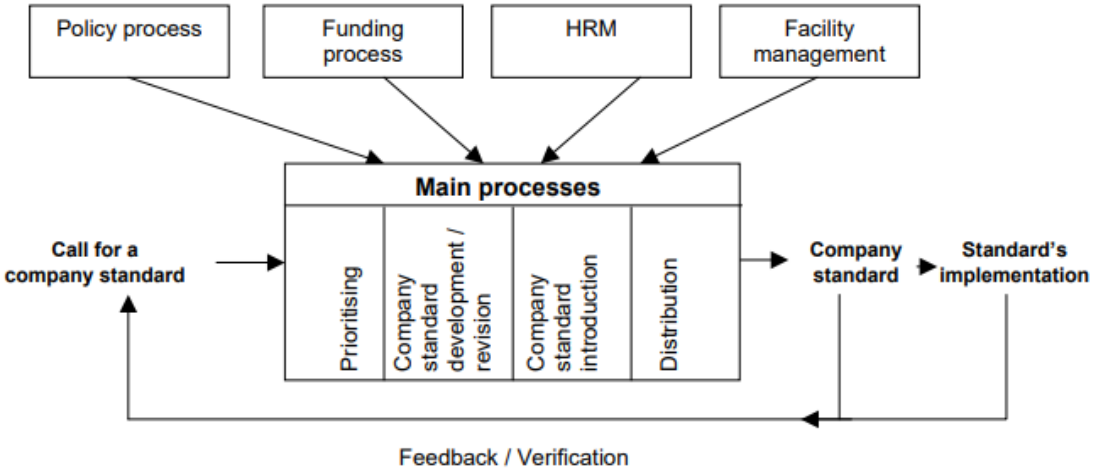

Figura 4 – Modelo de Implementação de um Padrão (Slob & Vries, 2002)

É importante que mesmo depois da primeira introdução, estes padrões continuem a ser divulgados e promovidos (Slob & Vries, 2002).

2.2.5 Padronização Internacional

Um exemplo de rápida adoção a nível internacional de um padrão é a ISO 9001, publicada em 1987, que foi rapidamente adotada nos países industrializados e reconhecida em todo o mundo (Wissenberg, 2015).

Segundo um inquérito realizado pela ISO em 2021, em 31 de dezembro de 2020 existiam 916.842 certificados ISO 9001 válidos, que correspondiam a 1.298.666 locais certificados, em 190 países diferentes (ISO, 2021), um aumento de cerca de 4,3% relativamente a 2018 (Bravi & Murmura, 2021).

Nesta data, o total de normas e documentos padrão elaborados pela ISO em vigor totalizavam o número de 23.574, e tinham 165 organismos nacionais de normalização como membros, incluindo o Instituto Português da Qualidade (IPQ) (Certificação, 2014).

Outro exemplo de padronização rápida e com inúmeros ganhos é a adoção do contentor marítimo padrão. Criado na década de 60, o contentor marítimo rapidamente foi adotado em todo o mundo, permitindo, numa janela temporal de cerca de 20 anos, uma redução dos estivadores em dois terços nos Estados Unidos, e uma redução de 70.000 estivadores para 10.000 no Reino Unido, isto enquanto o tráfego marítimo mundial cresceu 600% no mesmo período. Adicionalmente, acrescentou a intermodalidade de cargas, camião, comboio, navio, e de maneira geral, impactou fortemente a economia mundial como um todo (Tomlinson, 2009).

2.3 Gestão de Edifícios

Segundo a Organização Mundial de Saúde (OMS), atualmente, milhões de europeus passam 90% do tempo no interior de edifícios. Refere também que a qualidade do ar interior, ruído, humidade, crescimento de fungos, temperatura interior e taxas de ocupação são algumas das potenciais ameaças à saúde dos seus ocupantes, e que muitos problemas de saúde estão direta ou indiretamente relacionados com a qualidade geral do edifício (Dimosthenis A. Sarigiannis, 2014).

A preocupação pelo bem-estar dos ocupantes não é de hoje. Em 1983 a OMS apresentou uma definição para um problema que se tornava cada vez mais comum: Síndrome do Edifício Doente. Esta síndrome foi descrita como “uma coleção de sintomas inespecíficos, incluindo olhos, nariz e garganta, irritação, fadiga mental, dores de

cabeça, náuseas, tonturas e irritações de pele, que parecem estar relacionadas com a ocupação de certos locais de trabalho". Pouco tempo depois, a Comissão das Comunidades Europeias publicou um relatório intitulado 'Sick Building Syndrome: A Practical Guide', realçando a gravidade dos efeitos negativos deste fenómeno (Ghaffarianhoseini et al., 2018).

Para além das questões relacionadas com a qualidade do ar interior dos edifícios, existem também outros riscos que devem ser tidos em conta na gestão de edifícios durante o seu uso a longo prazo. Existem os riscos naturais, como terramotos, ventos fortes e tempestades, e também os riscos criados pelo Homem, como incêndios, fugas de gás, crime, terrorismo (Kurata et al., 2005).

Para responder a esta demanda crescente, na década de 90, surgem os serviços de Gestão de Edifícios, conhecido como *Facilities Management* (FM). O FM fica encarregue de toda a gestão do edifício, abrangendo uma ampla gama de atividades, responsabilidades e conhecimentos, sendo composto por equipas multidisciplinares. Esta indústria surgiu com força, sendo um dos sectores com maior crescimento (Patanapiradej, 2005).

2.3.1 Equipamentos e sistemas principais de um edifício

De seguida apresentam-se alguns dos principais sistemas existentes em edifícios com o objetivo de melhorar as suas condições de ocupação, sejam relacionados com conforto ou segurança, ou mesmo com ambos:

Aquecimento, Ventilação e Ar-Condicionado

Os sistemas de Aquecimento, Ventilação e Ar-Condicionado (AVAC), são no fundo o sistema respiratório do edifício. Têm como objetivo garantir o conforto térmico e a renovação do ar interior. Estes sistemas são vitais para fornecer opções saudáveis, energeticamente eficientes e económicas para diferentes tipos de edifícios. Relativamente aos consumos energéticos, estes sistemas representam 40-60% do consumo de energia nos edifícios (Asim et al., 2022). Estes dados ilustram a importância que estes sistemas têm em qualquer operação de FM e manutenção, seja em relação à qualidade de funcionamento, como na redução de custos.

Segurança Contra Incêndios de Edifícios

Os sistemas de Segurança Contra Incêndios de Edifícios (SCIE), são os sistemas responsáveis por detetar e controlar eventuais focos de incêndio. Dele fazem parte os equipamentos de deteção e alarme, como os detetores de fumo ou calor, os equipamentos de extração de fumo e calor, e os equipamentos de supressão, como a rede de aspersores, as centrais de bombagem (Albrecht, 2014). A fiabilidade destes equipamentos, dada a natureza da sua função, é de importância elevada, como por exemplo, se durante a ocorrência de um pequeno incêndio, a rede de aspersores falhar, pode evoluir para uma situação grave, tanto para os ocupantes como para o próprio edifício (Bukowski et al., 2002).

Sistemas Elétricos

Os sistemas elétricos de um edifício existem para garantir a distribuição de energia. Garantem a correta iluminação, o fornecimento de energia a outros equipamentos secundários, e, garantem também a energia a outros sistemas importantes. São sistemas complexos e transversais, com configurações variadas. Podem ter produção de energia no próprio edifício, como por exemplo, painéis solares (Ban-Weiss et al., 2013). Podem conter redes socorridas com recurso a Unidades de Alimentação Ininterrupta (UPS) e geradores (Rosales-Asensio et al., 2019), e mais recentemente, a integração de carregadores para carros elétricos (Van Roy et al., 2014).

Sistema Hidráulicos

Os edifícios podem conter vários sistemas hidráulicos, seja para garantir a distribuição de água potável (Salehi et al., 2018) ou de Água Quente Sanitária (AQS), para permitir a transferência de energia, água quente ou fria, a outros sistemas (Ma & Wang, 2009), ou de recolha de águas residuais (De Gisi et al., 2016).

Relativamente aos sistemas hidráulicos, outra particularidade que é preciso controlar para além manutenção e do funcionamento, é a questão bacterial, como a *Legionella*, que implica a realização de controlos e procedimentos específicos regulares (Lee, 2018).

2.3.2 Eficiência energética

Segundo um relatório da Comissão Europeia, resumo na Figura 5, os edifícios são responsáveis por cerca de 40% do consumo de energia na Europa e por 36% das emissões de dióxido de carbono (Jeklin, 2016).

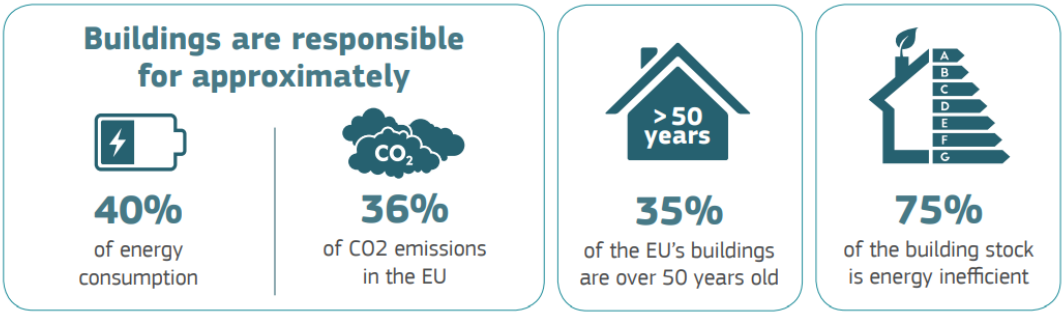

Figura 5 – Impacto dos Edifícios na Europa (European Comission, 2019)

Com o intuito de promover a transição para edifícios mais inteligentes, a União Europeia irá introduzir um novo indicador: "Smart Readiness Indicator" (SRI), que irá medir a inteligência de um edifício ou dos seus sistemas, ou seja, avaliar a capacidade de um edifício ou dos seus sistemas para detetar, interpretar, comunicar e responder ativamente e de maneira eficiente às mudanças nas condições relativas à operação de sistemas técnicos, ao ambiente externo (incluindo redes de energia) e às necessidades dos ocupantes do edifício (Verbeke et al., 2020).

Este indicador irá avaliar três áreas macro dos edifícios, esquema na Figura 6, cada um valendo um terço, distribuído da seguinte forma (Verbeke et al., 2020):

- Eficiência energética e operação:
  - 16.7% - Poupança de energia;
  - 16.7% - Manutenção e previsão de avarias;
- Necessidades dos ocupantes:
  - 8.3% - Conforto;
  - 8.3% - Conveniência;
  - 8.3% - Disponibilidade de informação para os ocupantes;
  - 8.3% - Saúde e bem-estar;
- Resposta às necessidades da rede:
  - 33.3% - Flexibilidade energética e armazenamento de energia.

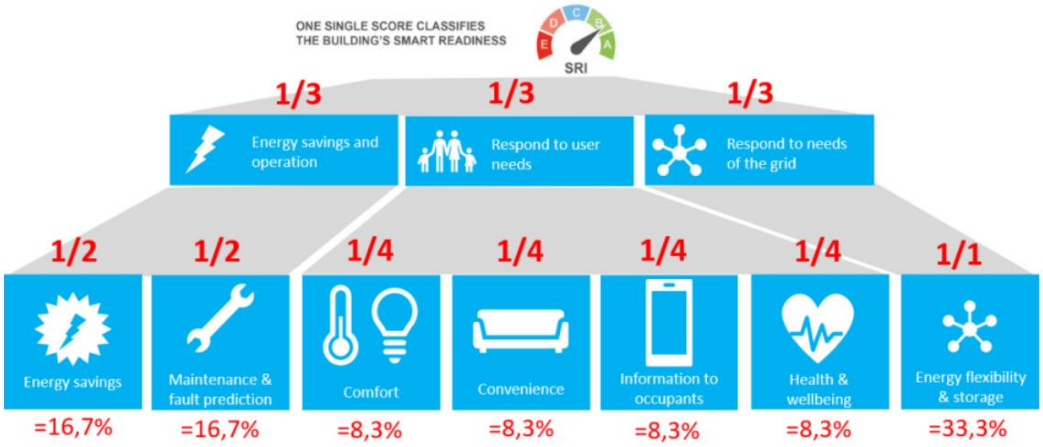

Figura 6 – Pesos relativos de cada parcial no cálculo do SRI (Comissão Europeia, 2021)

Este novo foco na questão energética, e ambiental (Paramati et al., 2022), vem realçar a importância do FM e da manutenção na gestão dos edifícios, com a implementação constante de melhorias, manutenção preditiva, e rotinas associadas ao controlo dos consumos energéticos de cada equipamento, reduzido assim o consumo de energia (Min et al., 2016).

2.3.3 Papel da Internet das Coisas na Gestão de Edifícios

Nos últimos anos verificou-se um grande aumento da aceitação do conceito da Internet das Coisas (IoT), criando um impulso para a digitalização e automação de inúmeros processos do dia-a-dia. De uma forma resumida, a IoT pode ser descrita como a interconexão com troca efetiva de dados, entre dispositivos e equipamentos, sensores, objetos e itens de uso diário com a Internet em tempo real. O principal objetivo da IoT é alcançar alta eficiência operacional, aumentar a produtividade, e melhorar a gestão de ativos através da ligação com plataformas informáticas inteligentes (Nunes de Menezes et al., 2021).

No FM, este tipo de recolha de dados em tempo real tem inúmeras potencialidades, desde a leitura de temperaturas e humidade dos locais, estado dos equipamentos, leitura de consumos de energia (Mataloto et al., 2021). Este tipo de leituras, através de

uma plataforma adequada, pode gerar alertas diretos para os técnicos responsáveis pela sua retificação/correção (Daissaoui et al., 2020).

2.3.4 Papel do *Building Information Modeling* na Gestão de Edifícios

O *Building Information Model* (BIM) surge como uma metodologia que agrega várias ferramentas, com o objetivo de facilitar o desenvolvimento, compartilhar e recolher informações na fase de projeto e construção de edifícios. Neste momento, a metodologia é amplamente adotada na fase de projeto.

Relativamente ao FM, o seu potencial ainda não foi completamente explorado, pois a aplicação desta metodologia ainda se encontra numa fase inicial. Considerando que a fase de FM dura muito mais tempo que a de projeto, os ganhos de eficiência que o BIM possa originar, irá gerar uma redução de custos maior (Pishdad-Bozorgi et al., 2018).

A aplicação do BIM não se cinge apenas à nova construção, pode também ser aplicada em renovações de edifícios já existentes (Altohami et al., 2021).

2.3.5 Realidade Aumentada

Com a entrada na era da Indústria 4.0, cada vez mais os técnicos no terreno são confrontados com sistemas complexos e de tecnologias recentes e variadas, precisando de ser altamente flexíveis num ambiente cada vez mais dinâmico. Quando é necessário conhecimento adicional, para a resolução de determinada situação, a assistência remota prestada por especialistas passou a fazer parte do dia-a-dia. A manutenção não é exceção a esta tendência, e garantir as condições para uma boa colaboração remota com o objetivo de executar atividades em conjunto com eficiência começa a ganhar uma importância considerável. Uma das tecnologias mais promissoras neste campo é a Realidade Aumentada (AR), sendo considerada um dos pilares transversais da Indústria 4.0. A AR permite não só a assistência remota, mas também pode ajudar em questões como mapeamento, dar instruções de tarefas a realizar, indicar onde atuar através de indicações digitais sobrepostas ao mundo real. Com o desenvolvimento da AR, é esperado que se ganhe eficiência, precisão de execução, ao mesmo tempo que melhora a compreensão, a retenção de conhecimento e consciencialização geral das problemáticas que vão surgindo (Marques et al., 2022).

DESENVOLVIMENTO

3.1 Infraspeak

3.2 Metodologia e Desenvolvimento do projeto

3 DESENVOLVIMENTO

Esta dissertação tem como objetivo melhorar o processo de implementação da plataforma Infraspeak nos mais diversos Clientes, para que o tempo dedicado nessa implementação seja mais bem rentabilizado, abrindo a possibilidade para a adoção de abordagens mais avançadas.

3.1 Infraspeak

"*Be Source of Good Life*" é um dos principais lemas da Infraspeak. Isto traduz-se no espírito incutido na empresa não só nas relações externas e internas, com Clientes, funcionários e fornecedores, mas também na própria plataforma com o mesmo nome.

Na Figura 7, temos um exemplo de como este espírito é incutido.

Figura 7 – Quadros decorativos existentes na sede da Infraspeak no Porto

Este posicionamento, começou em 2015 e tem produzido resultados, tem fomentado um crescimento relevante desde o início, estando neste momento presente em mais de vinte países em quatro continentes e com ótimas perspetivas para o futuro.

Tudo isto conseguido com o seu produto principal: A Plataforma Inteligente de Gestão de Manutenção Infraspeak.

3.1.1 Visão Geral da Plataforma

A Infraspeak é uma Plataforma Inteligente de Gestão da Manutenção, baseada na nuvem, acessível por computador ou telemóvel, que possibilita aos seus Clientes fazer uma gestão da manutenção inteligente dos seus espaços e equipamentos em tempo real. Além destas funcionalidades mais básicas, a plataforma permite também a gestão de vários tipos de equipas, fornecedores e respetivos trabalhos, gerir orçamentação, tanto no lado do comprador como do vendedor, controlo de consumíveis e vendas final. Esta polivalência, traduz-se num ganho de utilizadores das mais diversas áreas, destacando-se em maior quantidade as seguintes:

- Serviços de Gestão de Edifícios (FM)
- Serviços de Assistência Técnica
- Setor Hoteleiro
- Indústria do setor primário e secundário

A plataforma é configurável, o que traz vantagens, pois pode ser desenhada à medida de cada operação, com um visual apelativo, como se pode ver na Figura 8, e de fácil utilização.

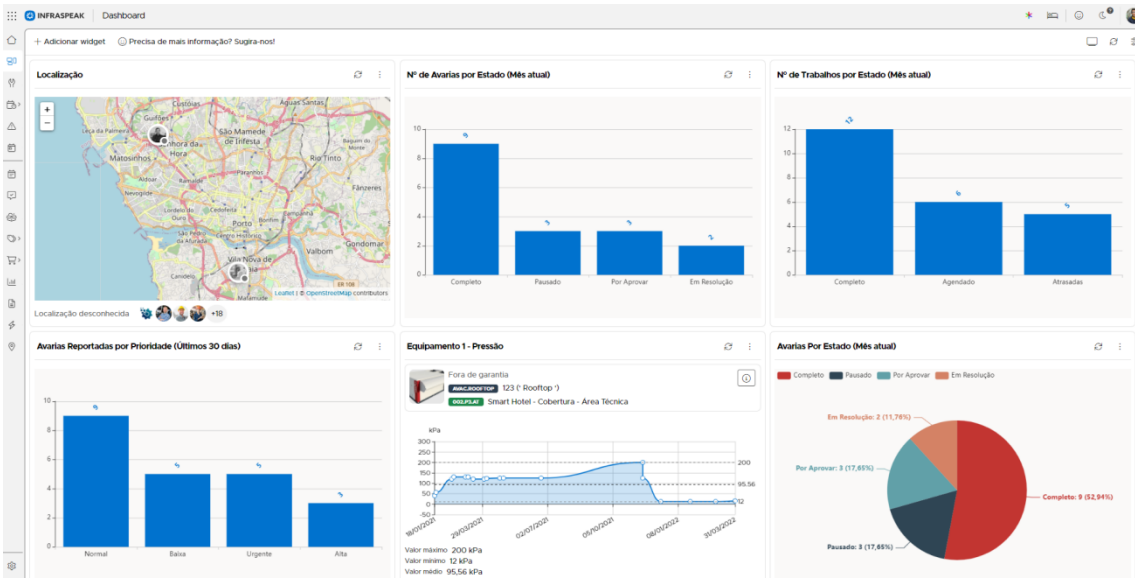

Figura 8 - Visão indicativa da aplicação de *Dashboards* da Infraspeak

Esta configuração inicial nos Clientes conta com o apoio da equipa de implementação, não só em formação de parametrização e utilização, como também na própria parametrização em projetos maiores ou mais complexos.

3.1.2 Equipa de implementação da plataforma

No início da Infraspeak, a ajuda na implementação e acompanhamento dos Clientes era feito pelo cofundador, que acumulava com outras funções, como a gestão de *roadmap* do produto, programação, contratação de novos talentos, investigação e desenvolvimento.

À medida que a Infraspeak foi crescendo, tornou-se necessário alguém dedicado a tempo inteiro na ajuda aos Clientes. Sendo criada a Equipa de *Customer Success* (CS), que tem responsabilidades tanto na implementação de novos projetos, como acompanhamento aos Clientes, prestando um serviço dividido entre consultoria às operações e ajuda na resolução de *bugs* e problemas consoante surgiam.

A equipa vai crescendo, e em 2018 é criada a posição de desenvolvedor dedicado apenas a CS (CS-DEV), o que permitiu, entre outras coisas, o desenvolvimento mais rápido de ferramentas internas de suporte nas implementações.

No início de 2021, a equipa de CS da Infraspeak tinha 12 elementos, um responsável pelo mercado em Espanha, cinco no Brasil, quatro responsáveis por Portugal e PALOP um dedicado ao Reino Unido e resto do mundo, um CS - Dev. Com a entrada de um novo elemento, é criada a posição dedicada de suporte de primeira linha *Customer Care Agent*, e retirada esta função das responsabilidades dos restantes elementos.

O crescimento continua constante, e a meio de 2021 ocorre uma mudança estrutural em toda a equipa. Surge o papel de *Customer Onboarding Engineer (COE), e* as funções de implementação de novos projetos são separadas do acompanhamento de Clientes, ficando estas a cargo dos *Customer Success Managers (CSM)*.

No final desse mesmo ano, surge uma nova separação, e todo o apoio dado a Clientes em temas relacionados com integrações com outras plataformas e *softwares* passam a ser com a nova função de *Integrations Success Manager.*

Já este ano, com a entrada de Clientes de novos países, a separação entre mercados é praticamente eliminada, e esta divisão passa a ser feita apenas entre dois mercados, o da América Latina, e o da Europa e Resto do Mundo.

Neste momento, a equipa conta com vinte e um elementos, e é dividida em 6 funções distintas:

- *Customer Onboarding Engineer* - Nove elementos
- *Customer Success Manager* - Seis elementos
- *Customer Success Developer* - Dois elementos
- *Customer Care Agent* - Dois Elementos
- *Integrations Success Manager* - Um elemento
- *Head of Customer Success* - Um elemento

Na estrutura atual, as implementações são o maior foco dos *Customer Onboarding Engineers,* tendo responsabilidades totais nas implementações e projetos piloto de novos Clientes.

3.1.3 Processo de implementação

O processo de implementação de novos Clientes evoluiu ao longo da história da Infraspeak. Na sua forma atual, é composto por três momentos distintos:

- Reunião de alinhamento inicial, ou *Kickoff;*
- *Onboarding*, fase de treino intensivo dado pelos COE com o objetivo de preparar o Cliente para a autonomia no uso da plataforma;
- Adoção, fase de transição, num misto de autonomia e apoio dado pelo COE, antes de passar para a alçada dos CSM.

A duração pretendida do *Onboarding*, cujo processo esta dissertação pretende melhorar, é de trinta dias. Nesta fase, dividida em quatro sessões semanais, são explicados os fundamentos da plataforma e feitas as parametrizações necessárias para arrancar com o registo das operações em Infraspeak. O programa das quatro sessões é:

- Módulo Zero - Configurações Base:
    - Configuração da Entidade
    - Configuração de Contas de Utilizadores
    - Configuração de Clientes e Contactos
    - Configuração de Edifícios e Localizações
- Módulo Um - Corretiva
    - Configuração de Áreas e Tipos de Avarias
    - Configuração de Prioridades e Motivos de Pausa de Avarias
    - Fluxo de Avarias e atribuições de Responsabilidades
- Módulo Dois - Gestão de Inventário
    - Tipos de Equipamentos e Respetivas Fichas Técnicas
    - Manutenções em Local
    - Cadastro de Equipamentos
- Módulo Três - Manutenção Preventiva
    - Medições, Tarefas e Intervenções
    - Agendamento de Trabalhos Preventivos
    - Execução de Trabalhos Preventivos

Esta dissertação incide sobre os primeiros pontos dos módulos dois e três, respeitantes aos tipos de equipamentos e respetivas fichas técnicas, medições, tarefas e intervenções. Apesar de representarem apenas dois pontos, ou cerca de 15% da agenda de formação inicial, e um dos quatro grandes tipos de informação a carregar, é

recorrente serem os pontos mais complexos e de tratamento mais moroso, e que facilmente representam mais de 50% do tempo despendido durante o *onboarding*.

Recorrendo a uma simples análise empírica às informações que necessitam ser carregadas na plataforma, fica demonstrado o porquê desta situação.

Vamos analisar as principais informações a serem carregadas na fase de implementação:

Lista de Clientes

Para carregar Clientes na plataforma, apenas duas informações são obrigatórias: Nome e Código. Se o código não existir, rapidamente se aplica uma lógica sequencial que permite o seu carregamento.

Para Clientes que pretendem gerir a operação própria, ou seja, são o próprio Cliente, esta questão não se aplica.

Para prestadores de serviços, como esta informação é necessária para a faturação das empresas, encontra-se quase sempre, organizada, por exemplo em ERP e facilmente replicável, e pronta a ser carregada até com muitas informações que não são obrigatórias como moradas e contactos associados.

Lista de Edifícios e Localizações

Quanto aos edifícios, temos novamente dois caminhos distintos, instalações próprias ou de terceiros.

Quando são instalações próprias, como uma faculdade, um hotel ou hospital, casos comuns, o levantamento de espaços já existe de uma forma ou de outra, para apoio à operação a que se destina. Neste caso, esta informação é frequentemente de boa qualidade e replicável na plataforma.

No pior caso, prestadores de serviços a terceiros, sem listas de edifícios e localizações exatas, facilmente se replica a listagem de Clientes nos Edifícios, facultando uma base sólida para levantamentos no terreno. Estes levantamentos de localizações podem ser feitos diretamente na aplicação móvel, em tempo real, e não obrigam a trabalho prévio, ou seja, quando os técnicos se deslocam fisicamente para a execução de um trabalho preventivo ou corretivo podem, na hora, ir fazendo o levantamento dos edifícios.

Inventário de equipamentos

No pior cenário, quando não existe levantamento prévio de equipamentos, mais uma vez o levantamento pode ser feito no terreno. Como a plataforma permite o agendamento de trabalhos por tipo de equipamento, é possível agendar trabalhos de manutenção "vazios", ou seja, sem equipamentos cadastrados. Quando o técnico chega ao terreno cadastra o equipamento e regista a operação de manutenção efetuada logo de seguida. É comum Clientes, que apesar de terem listagens de inventário de equipamentos, abdicarem do seu carregamento prévio, e preferirem o novo levantamento de forma a garantir uma base de dados atualizada e mais ajustada à plataforma Infraspeak.

Tipos de Equipamentos e respetivos procedimentos de manutenção

Para o carregamento destas informações, mesmo quando existe informação organizada, o seu processamento pode encontrar alguns obstáculos:

- Bases de dados informais, com procedimentos de manutenção sem referência ao tipo de equipamento em específico, frequentemente causam confusão. Por exemplo, bases de dados que descrevem equipamentos de um modo abrangente, como por exemplo "bomba 1", sem mais informação, são de conversão complexa, pois podem ser bombas circuladoras, de esgoto, de pressurização ou incêndio, obrigando a uma análise elemento a elemento, e ao mesmo tempo, ir criando os tipos de equipamento respetivos.
- Bases de dados incongruentes, com procedimentos de manutenção iguais, para dois tipos de equipamentos diferentes, ou o inverso, dois procedimentos completamente diferentes para equipamentos do mesmo tipo, novamente, obrigam a uma análise cuidada.
- Bases de dados limitadoras das potencialidades da plataforma também são comuns. Dois exemplos frequentes desta situação são bases de dados que tratam as unidades autónomas de ar condicionado exteriores e interiores numa só, impedindo o registo individual de cada equipamento, ou, outro exemplo comum, é a mistura dentro da mesma categoria de dois tipos de equipamentos diferentes, como é o caso das unidades autónomas de ar condicionado interiores com as unidades de volume refrigerante variável (VRV) interiores.

Estes tipos de situações obrigam a uma análise cuidada de cada situação e conduzem a atrasos no carregamento da informação, ou a carregamento de informações erradas.

3.2 Metodologia e Desenvolvimento do projeto

O desenvolvimento deste projeto tem como objetivo melhorar um processo existente, e surge da necessidade identificada internamente, de melhorar a rentabilidade da equipa, mas também a pedido dos próprios Clientes, pois o processo atual força a um levantamento moroso de procedimentos de manutenção, por vezes inexistentes. Este levantamento feito pelos Clientes, numa fase inicial da implementação quando ainda não dominam a plataforma, conduz na maioria dos casos a parametrizações que não usam todo o potencial disponível.

Com isto em mente, foi pretendido facultar previamente uma parametrização, à medida das necessidades, e que recorra às funcionalidades disponíveis.

3.2.1 Análise às potencialidades da plataforma

Para início do projeto, foi feita uma análise profunda às capacidades da plataforma, onde foram identificadas as principais linhas orientadoras da mesma.

Conceito de Tipos de Equipamentos

A parametrização das listas de tarefas de manutenção pode ser feita de um modo geral a todos os equipamentos do mesmo tipo, permitindo uma única configuração para todos os equipamentos que venham a ser cadastrados. No entanto, isto levanta um problema: as diferenças existentes entre equipamentos do mesmo tipo. Por exemplo, podemos ter ventiladores de extração, idênticos na função e características iguais, em que diferem apenas no acoplamento, uns através de correias, outros diretos. Este problema é resolvido com tarefas associadas a características técnicas, analisada no ponto seguinte.

Parametrização de tarefas dependentes de características técnicas

Neste conceito de tipo de equipamento, é permitida a criação da ficha técnica do equipamento de acordo com o equipamento em causa. Por exemplo, pode ser criado um campo de característica técnica “Tipo de Acoplamento”, em que quando vamos cadastrar cada equipamento, temos a hipótese de selecionar “Correias” ou

"Acoplamento Direto". Mais tarde, ao configurar as tarefas de manutenção e as respetivas medições, podemos associar estas tarefas às opções de características escolhidas. Exemplificando, se o equipamento tiver como característica "Tipo de Acoplamento", definida a opção "Correias", a tarefa de manutenção preventiva associada será "Substituição das correias", resultando assim numa listagem à medida do pretendido, sem a utilização de "Não Aplicáveis" ou campos em branco.

Medições dentro de tarefas

A plataforma faz uma distinção entre tarefa e medição, sendo níveis diferentes de parametrização. As tarefas são basicamente indicações do que deve ser feito, cujo registo por parte do utilizador se restringe a 3 opções, "Executada", "Em Execução" ou "Cancelada", ficando também o registo de quem executou e a data e hora a que o registo foi feito. Quando se quer registar algo mais, inserindo valores numéricos passíveis de serem posteriormente analisados em gráficos ou respostas pré-definidas de escolha múltipla ou de campo de texto livre, é necessário criar medições. Estas medições ficam sempre associadas a uma tarefa, e cada tarefa pode ter mais do que uma medição. As medições podem ser do tipo:

- Valor Numérico - nas quais podem ser valores aleatórios numéricos;
- Cumulativas - nas quais são inseridos valores numéricos, cujo valor mais recente deverá ser superior ao anteriormente inserido;
- Escolha múltipla - Seleção duma hipótese duma lista de escolhas;
- Auditoria - Seleção duma hipótese duma lista de escolhas, em que cada escolha possui um peso relativo;
- Campo de texto - podem ser inseridos todo o tipo de caracteres.

Separação por especialidade técnica

Cada tarefa é obrigatoriamente atribuída a uma especialidade técnica, geral ou particular. Esta funcionalidade permite a criação de listagens mistas, e posteriormente agendadas ao mesmo tempo, garantido que, no terreno, se consiga fazer a distribuição de responsabilidades da forma pretendida. Por exemplo, podemos ter um agendamento com tarefas de eletricista e mecânica ao mesmo tempo, mas os técnicos no terreno, só terão acesso às tarefas da sua responsabilidade, de modo a simplificar o trabalho, e evitar registos por engano. Estes procedimentos, depois de compilados, precisam de ser organizados por sequência lógica, funcionalidade analisada no ponto seguinte.

Organização por ordem alfabética

A organização das tarefas e medições é sempre feita por ordem alfabética, seja na aplicação móvel ou nos relatórios. Este comportamento permite forçar a organização pretendida através de codificação, podendo esta ser editada a qualquer momento, e ser imediatamente refletida nos diferentes campos da plataforma.

Agendamentos por intervenção e não por tarefa

As diferentes tarefas são agrupadas em intervenções, geralmente associadas a um conceito temporal como “Mensal”, “Trimestral” ou “Anual”. Este conceito permite um agendamento misto, é agendada a “Mensal” todos os meses, e a “Anual” uma vez por ano, tudo junto no mesmo trabalho, facilitando os agendamentos, como pode ser visto na Figura 9, onde está espelhada a modal de agendamento de trabalhos planeados. É necessário apenas garantir que cada tarefa está apenas numa intervenção.

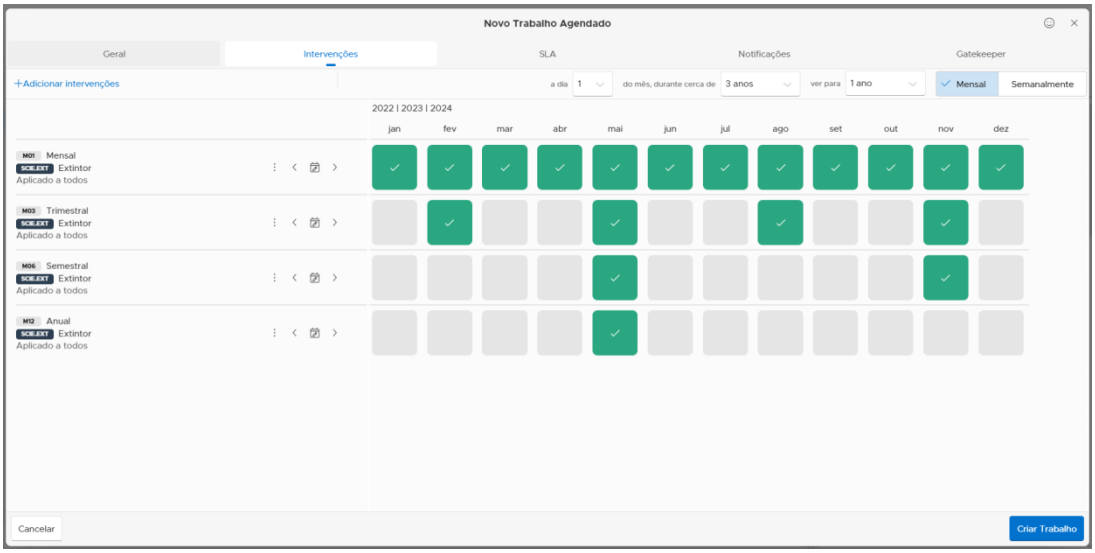

Figura 9 - Visão da modal de agendamento de trabalhos planeados

Estes conceitos temporais não são vinculativos. No momento do agendamento pode ser definido que a “Mensal” será lançada de três em três meses, de modo a responder a exceções.

3.2.2 Análise às ferramentas existentes

Para além da configuração manual permitida dentro da plataforma, a equipa de implementação tem ao seu dispor um processador de folhas de cálculo, com *templates* pré-definidos, onde se pode fazer a importação em massa dos tipos de equipamentos e respetivas fichas técnicas, medições e tarefas. Ou seja, num processo normal, o Cliente faculta as listagens de tarefas pretendidas, que são adaptadas nestes *templates*, e posteriormente carregadas na plataforma.

Contudo, este conjunto processador/*template* de importação apresenta algumas deficiências para o objetivo pretendido:

- Não consegue importar a ligação entre a característica técnica e a respetiva tarefa;
- Cada tipo de elemento é explanado numa aba diferente, categoria, características, medições, tarefas, e por último ligação tarefas-medições;
- Não permite a codificação independente das tarefas e medições, ou seja, qualquer edição à listagem de tarefas neste *template* de importação é penosa.

Na Figura 10, apresenta-se o atual processador para carregamento desta informação de forma massiva, onde cada um destes botões permite a inserção de dados por parte de elementos da equipa de implementação, do mais variado tipo, mapeamento de edifícios, lista de clientes, listagem de equipamentos, entre outros.

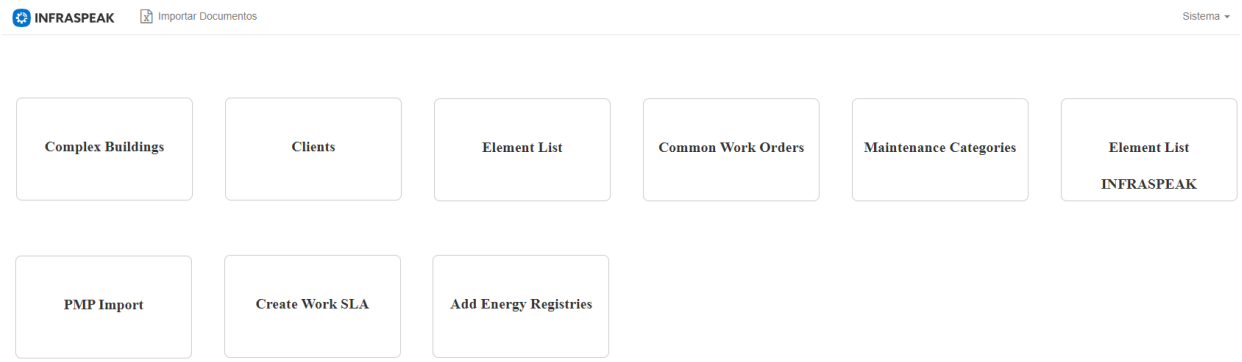

Figura 10 - Página dos processadores para importação de *templates*

Identificada esta lacuna, resolvê-la passa a ser a primeira prioridade.

3.2.3 Desenvolvimento de solução de transição

Identificada a necessidade de uma solução de transição, o primeiro passo, é o desenvolvimento de um novo *template* de importação que resolva estas limitações. Seguindo o pensamento *Agile,* presente na empresa, é aproveitado o momento e são pensadas e implementadas outras melhorias não relacionadas diretamente com este projeto, como por exemplo:

- Ser possível acrescentar elementos novos a uma importação já feita, não obrigando a um novo ficheiro separado, permitindo a atualização sobreposta;
- Poder configurar previamente a criação de avarias automáticas a partir de medições de gama de valores;
- Poder criar grupos de características genéricas, e associar em bloco a diversos equipamentos ao mesmo tempo;
- Melhoria no visual do mesmo, visto este *template* também ser partilhado com Clientes para ajudar na importação de elementos deles em algumas situações.

Depois de validado o *template* de importação, com a ajuda de CS-DEV, é desenvolvido um novo processador para o mesmo.

Todo o processo de desenvolvimento deste novo conjunto *template*/processador para os tipos de equipamentos, e, com a adoção de novas abordagens, fica clara a oportunidade de melhoria de outros processadores, e acaba por dar origem a um projeto paralelo de revisão de todos os *templates*/processadores existentes, com vista à sua melhoria. Na Figura 11, pode-se ter uma visualização da evolução geral dos processadores.

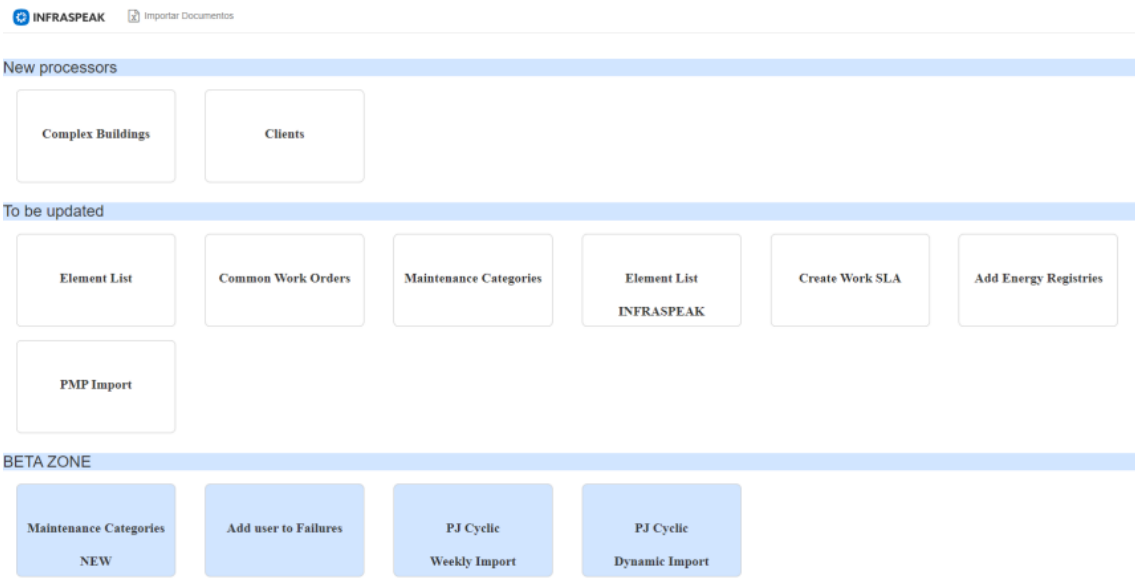

Figura 11 - Nova página dos processadores para importação de *templates*

Com o novo processador pronto e testado, o foco é novamente redirecionado para o cumprimento dos objetivos desta dissertação.

3.2.4 Levantamento de documentação técnica e legal

Para dar suporte à elaboração dos procedimentos, é necessária a consulta de diversa documentação. Primeiro é identificada a que deve ser consultada, e de seguida definida a sua hierarquia.

A hierarquia estabelecida tem a seguinte ordem:

- Legal - Decretos Lei, Regulamentos, Portarias e Despachos
- Normas - Gerais e Específicas
- Recomendações - Direções Nacionais e Associações
- Fabricantes - Fichas técnicas de equipamentos e boas práticas recomendadas
- Documentação já previamente realizada na empresa

Para preencher eventuais lacunas, e ligar pontos desconexos, recorre-se finalmente ao conhecimento tácito pessoal e da equipa, se necessário.

3.2.5 Adaptação da informação para linguagem Infraspeak

A documentação encontrada não segue a linguagem pretendida, e muitas vezes incide apenas numa parte especifica de procedimentos de manutenção, como são os casos dos procedimentos de controlo de *Legionella* ou obrigações legais, o que implica uma análise cuidada, e em conjunto, aos procedimentos consultados de cada tipo de equipamento. Ao colocar estes procedimentos numa lógica da plataforma, é necessário pensar também sempre na vertente operacional do técnico no terreno, quanto a organização lógica dos procedimentos, e sem adicionar complexidade desnecessária aos mesmos.

Para explicar o trabalho desenvolvido, será usado como exemplo, uma Central de Bombagem de Serviço de Incêndio. Os procedimentos de manutenção e inspeção dos Sistemas de Combate a Incêndios de Edifícios (SCIE) são dos mais legislados e normalizados dos diferentes tipos de equipamentos abordados.

Resumindo, existem obrigações legais explícitas, neste caso como o Decreto-Lei n.º 220/2008, de 12 de novembro, que aprovou o regime jurídico de segurança contra incêndio em edifícios (SCIE), que resultou em portarias que obrigam a arranques semanais da central e inspeções anuais. Também existem procedimentos normalizados de verificação periódica, espelhados na norma EN 12845, e finalmente procedimentos práticos como as fornecidas pela Associação Portuguesa de Segurança (APSEI).

A toda esta informação, são somados os procedimentos mais básicos de manutenção que não estejam descritos, são ajustadas as periodicidades de acordo das tarefas, e por último, transformado em linguagem da plataforma.

Primeiro passo: Elaboração da Ficha Técnica do Tipo de Equipamento

Feita a análise a toda a documentação, são reunidas as informações necessárias para descrever as variedades possíveis dos tipos de equipamento em desenvolvimento.

É definida a lógica de organização desta informação, e replicada em todos os levantamentos.

A organização escolhida e seguida relativa ao levantamento de características é a seguinte:

- Relativas ao fabrico;
- Relativas a eventuais responsabilidades legais;
- Descrições técnicas e de funcionamento geral do equipamento;
- Referentes aos diversos elementos, descrevendo o seu tipo e quantidades;
- Valores nominais de funcionamento dos diversos elementos a controlar.

Estas características são listadas, e agrupadas de acordo com a sua abrangência.

Na Tabela 1 – Características gerais de fabrico do equipamento encontramos as características relativas ao fabrico, ou seja, válidas para todos os equipamentos:

Tabela 1 – Características gerais de fabrico do equipamento

Característica	Tipo de Campo
Marca	Campo de texto livre
Modelo	Campo de texto livre
Número de Série	Campo de texto livre
Ano de Fabrico	Campo de texto livre

Na Tabela 2, características relacionadas com responsabilidades sobre a instalação e funcionamento do equipamento:

Tabela 2 - Características relativas a responsabilidade legal

Característica	Tipo de Campo
Responsável	Campo de Texto Livre
Número Certificado de Homologação	Campo de Texto Livre
Instalada por	Campo de Texto Livre
Data de Instalação	Campo de Texto Livre

Na Tabela 3, descrição técnica geral do equipamento e seu funcionamento:

Tabela 3 - Características gerais do equipamento em específico, neste caso CBSI

Característica	Tipo de Campo
Caudal Nominal da Central	Campo Numérico (m3/h)
Altura Manométrica da Central	Campo Numérico (m)
Potência Nominal da Central	Campo Numérico (kW)
Tensão de Serviço	Opções: Monofásico / Trifásico
Acionamento das Bombas	Opções: Manual / Automático / Automático e Manual
Abastecimento de Água	Opções: Rede Pública / Reservatório / Reservatório sob Pressão / Fonte inesgotável
Controlo de Válvula de Segurança	Opções: Mecânico / Pressóstato e electroválvula
Pressão de Serviço	Campo Numérico (bar)
Sistema de Arrefecimento	Opções: Sim / Não

Na Tabela 4, características relacionadas com o tipo e quantidade de elementos:

Tabela 4 - Características referentes aos elementos, tipo e quantidades

Característica	Tipo de Campo
Número de Eletrobombas	Opções: 1 / 2 /3 /4 / Nenhuma
Número de Motobombas	Opções: 1 / 2 / Nenhuma
Bomba Jockey	Opções: Sim / Não

Na Tabela 5, características relacionadas com os valores nominais de funcionamento:

Tabela 5 - Características gerais do equipamento em específico, neste caso CBSI

Característica	Tipo de Campo
Pressão de Arranque Bomba Jockey	Campo Numérico (bar)
Pressão de Paragem Bomba Jockey	Campo Numérico (bar)
Pressão de Arranque Eletrobomba (1 a 4)	Campo Numérico (bar)
Pressão de Paragem Eletrobomba (1 a 4)	Campo Numérico (bar)
Pressão de Arranque Motobomba (1 a 2)	Campo Numérico (bar)
Pressão de Paragem Motobomba (1 a 2)	Campo Numérico (bar)

Depois de discriminada a ficha técnica necessária, é preenchido o *template* preparado para o efeito, como se pode ver no exemplo da Figura 12.

INFRASPEAK Intelligent Maintenance Starts Here.

Group	Code	Name	Type	Unit [numeric	Choices [Multiple Choice]	Validation: Required Validatio	Validation: Unit Validatio	Validation: Choices Validatio	Validation: Row Validatio
A	A01	Marca	Free Text			TRUE	TRUE	TRUE	ok
A	A02	Modelo	Free Text			TRUE	TRUE	TRUE	ok
A	A03	Número de Série	Free Text			TRUE	TRUE	TRUE	ok
A	A04	Ano de Fabrico	Free Text			TRUE	TRUE	TRUE	ok
B	B01	Responsável	Free Text			TRUE	TRUE	TRUE	ok
B	B02	Número Certificado de Homologação	Free Text			TRUE	TRUE	TRUE	ok
B	B03	Instalada por	Free Text			TRUE	TRUE	TRUE	ok
B	B04	Data de Instalação	Free Text			TRUE	TRUE	TRUE	ok
C	C01	Caudal Nominal da Central	Numeric	m3/h		TRUE	TRUE	TRUE	ok
C	C02	Altura Manométrica da Central	Numeric	m		TRUE	TRUE	TRUE	ok
C	C03	Potência Nominal da Central	Numeric	kW		TRUE	TRUE	TRUE	ok
C	C04	Tensão de Serviço	Multiple choice		Monofásico	TRUE	TRUE	TRUE	ok
C	C04	Tensão de Serviço	Multiple choice		Trifásico	TRUE	TRUE	TRUE	ok
C	C05	Acionamento das Bombas	Multiple choice		Automático	TRUE	TRUE	TRUE	ok
C	C05	Acionamento das Bombas	Multiple choice		Automático e Manual	TRUE	TRUE	TRUE	ok
C	C05	Acionamento das Bombas	Multiple choice		Manual	TRUE	TRUE	TRUE	ok
C	C06	Abastecimento de Água	Multiple choice		Rede pública de abastecimento	TRUE	TRUE	TRUE	ok
C	C06	Abastecimento de Água	Multiple choice		Reservatório de abastecimento	TRUE	TRUE	TRUE	ok
C	C06	Abastecimento de Água	Multiple choice		Fonte inesgotável	TRUE	TRUE	TRUE	ok
C	C06	Abastecimento de Água	Multiple choice		Reservatório sob pressão	TRUE	TRUE	TRUE	ok
C	C07	Controlo de Válvula de Segurança	Multiple choice		Pressóstato e eletroválvula	TRUE	TRUE	TRUE	ok
C	C07	Controlo de Válvula de Segurança	Multiple choice		Mecânico	TRUE	TRUE	TRUE	ok
C	C08	Pressão de Serviço	Numeric	bar		TRUE	TRUE	TRUE	ok
C	C09	Sistema de Arrefecimento	Multiple choice		Sim	TRUE	TRUE	TRUE	ok
C	C09	Sistema de Arrefecimento	Multiple choice		Não	TRUE	TRUE	TRUE	ok
D	D01	Número de Eletrobombas	Multiple choice		1	TRUE	TRUE	TRUE	ok
D	D01	Número de Eletrobombas	Multiple choice		2	TRUE	TRUE	TRUE	ok
D	D01	Número de Eletrobombas	Multiple choice		3	TRUE	TRUE	TRUE	ok
D	D01	Número de Eletrobombas	Multiple choice		4	TRUE	TRUE	TRUE	ok
D	D01	Número de Eletrobombas	Multiple choice		Nenhuma	TRUE	TRUE	TRUE	ok
D	D02	Número de Motobombas	Multiple choice		1	TRUE	TRUE	TRUE	ok
D	D02	Número de Motobombas	Multiple choice		2	TRUE	TRUE	TRUE	ok
D	D02	Número de Motobombas	Multiple choice		Nenhuma	TRUE	TRUE	TRUE	ok
D	D03	Bomba Jockey	Multiple choice		Sim	TRUE	TRUE	TRUE	ok
D	D03	Bomba Jockey	Multiple choice		Não	TRUE	TRUE	TRUE	ok
D	D04	Pressão de Arranque Bomba Jockey	Numeric	bar		TRUE	TRUE	TRUE	ok
D	D05	Pressão de Paragem Bomba Jockey	Numeric	bar		TRUE	TRUE	TRUE	ok
D	D06	Pressão de Arranque Eletrobomba 1	Numeric	bar		TRUE	TRUE	TRUE	ok
D	D07	Pressão de Paragem Eletrobomba 1	Numeric	bar		TRUE	TRUE	TRUE	ok
D	D08	Pressão de Arranque Eletrobomba 2	Numeric	bar		TRUE	TRUE	TRUE	ok
D	D09	Pressão de Paragem Eletrobomba 2	Numeric	bar		TRUE	TRUE	TRUE	ok
D	D10	Pressão de Arranque Eletrobomba 3	Numeric	bar		TRUE	TRUE	TRUE	ok
D	D11	Pressão de Paragem Eletrobomba 3	Numeric	bar		TRUE	TRUE	TRUE	ok
D	D12	Pressão de Arranque Eletrobomba 4	Numeric	bar		TRUE	TRUE	TRUE	ok

Figura 12 - Preenchimento dos campos das características do equipamento no *template* a carregar

Segundo passo: Elaboração do procedimento de manutenção do Tipo de Equipamento

De seguida são reunidas as informações necessárias para elaborar o procedimento de manutenção. É feita a análise a toda a documentação reunida, e destacadas as informações necessárias para elaborar os procedimentos de manutenção.

Novamente, é definida uma lógica de organização desta informação, e replicada em todos os levantamentos.

A organização escolhida e seguida relativa à elaboração dos procedimentos de manutenção é:

- Análise de pendentes e avaliação geral de funcionamento do equipamento, na periodicidade mínima aplicável nos pontos seguintes;
- Se existirem, verificações e procedimentos legais obrigatórios na sua periodicidade definida, diárias, semanais ou mensais:

- Mensalmente:
    - Inspeções visuais ao funcionamento dos elementos fundamentais dos equipamentos;
    - Controlo de estado de elementos de desgaste, como por exemplo filtros;
    - Quando necessário, confirmação do estado de prontidão do equipamento;

- Trimestralmente:
    - Verificações e inspeções a todos os componentes móveis que necessitem de lubrificações, estejam sujeitos ao aparecimento de vibrações, aumentos de temperatura ou equivalentes;
    - Verificações de configurações de funcionamento variáveis;

- Semestralmente:
    - Controlos de consumos energéticos;
    - Inspeções com o objetivo de identificar eventuais falhas que não comprometam o funcionamento do equipamento, como fugas hidráulicas;
    - Inspeções a sistemas secundários;
    - Limpezas de filtros;
    - Testes funcionais leves;

- Anualmente:
    - Substituições de todos os elementos de desgaste;
    - Verificação de configurações de funcionamento estáticas;
    - Testes funcionais profundos;
    - Controlo de fixações mecânicas;
    - Limpezas profundas e controlo de corrosão;

- Quando existem inspeções (geralmente anuais) obrigatórias:
    - Procedimento de preparação para a inspeção, com os mesmos pontos que irão ser aplicados nessa inspeção, com as periodicidades seguindo a lógica antes descrita;
    - Procedimento de inspeção configurado como Auditoria, para acompanhar e registar a entidade externa que fará as inspeções;

- Adicionalmente, são adicionados dois procedimentos com configuração leve para facilitar o uso no dia-a-dia da plataforma:
    - Tarefas de resposta a avarias, como por exemplo avaliação do problema do equipamento, registo de troca de consumíveis ou elementos;
    - Tarefas de acompanhamento de fornecedores externos, para permitir a configuração na plataforma de trabalhos de acompanhamento de terceiros, quando a manutenção não é realizada por quem regista.

Quando existe necessidade de exceções, devido à natureza do equipamento em analise, a alteração é feita com o intuito de aumentar a periodicidade, e não reduzir.

Em cada tarefa de manutenção, é também discriminado:

- Observação com a Norma de referência (quando aplicável);
- Respetivas medições aplicáveis;
- Especialidades técnicas responsáveis;
- Periodicidade;
- Ligações exclusivas a características técnicas do equipamento se existirem.

No exemplo aqui explanado, resulta na elaboração de 51 tarefas divididas em 7 intervenções diferentes:

- Rotina Semanal, apresentada no Anexo 1;
- Manutenção Mensal, apresentada no Anexo 2;
- Manutenção Trimestral, apresentada no Anexo 3;
- Manutenção Semestral, apresentada na Anexo 4;
- Manutenção Anual, apresentada no Anexo 5;
- Inspeção Anual, apresentada no Anexo 6;
- Acompanhamento Externo, apresentado no Anexo 7.

As tarefas respeitantes a avarias, como não vão ser agendadas, ficam sem intervenção.

Finalmente, através de codificação, o procedimento é elaborado tendo em conta a sua ordenação temporal sequencial na maior intervenção, geralmente a anual, de modo que a sua ordenação seja lógica para os técnicos no terreno aquando da execução do procedimento.

Na Tabela 6 é apresentado um excerto do procedimento de manutenção elaborado para a CBSI, realçando a ordenação das tarefas por ordem de execução no terreno e não por periodicidade:

Tabela 6 - Excerto do procedimento de manutenção da CBSI, relativo aos motores diesel das motobombas

Código	Tarefa	Periodicidade
A33	Motores Diesel - Verificar se a velocidade nominal é a correta	Trimestral
A34	Motores Diesel - Verificar consolas e tubos	Anual
A35	Motores Diesel - Limpar os filtros de ar e substituir se necessário	Semestral
A36	Motores Diesel - Verificar os elementos de ligação, nomeadamente parafusos, porcas e outras conexões	Trimestral
A37	Motores Diesel - Verificar o isolamento do sistema de escape	Mensal
A38	Motores Diesel - Verificar o sistema de ventilação	Mensal

Nestas tarefas exemplo aqui demonstradas, existe também a ligação às características técnicas da central, ou seja, numa CBSI que na sua ficha técnica na opção "Número de Motobombas" tenha preenchida "Nenhuma", estas tarefas não são lançadas.

Depois de prontos os procedimentos, são introduzidos no *template* usado para carregamento na plataforma.

Neste caso concreto, a parametrização explanada no *template* resulta em 160 linhas de informação diferente. Na Figura 13, é apresentada uma amostra de como fica organizada esta informação.

INFRASPEAK Intelligent Maintenance Starts Here.

Maintenance Category	Type	Code	Task	Description	Technical Speciality	Estimated durat	Intervention Code	Intervention	Characteristic	Value	Measurement Code	Measurement Name	Measurement Type	Unit [cumulative/range]	Choices [audit/catalog]	Weight [audit]	Valor Mínimo
SCIE.CBSI	Inspection	A01	Confirmar a existências de avarias abertas anteriormente, e verificar o seu estado de resolução. Relembrar os responsáveis pela sua resolução se		Responsável de Segurança	0:00:00	D07	Semanal			A02.01	Existem avarias pendentes?	Multiple choice		Sem varias abertas		
SCIE.CBSI	Inspection	A01	Confirmar a existências de avarias abertas anteriormente, e verificar o seu estado de resolução. Relembrar os responsáveis pela sua resolução se		Responsável de Segurança	0:00:00	D07	Semanal			A02.01	Existem avarias pendentes?	Multiple choice		Avaria pendente.		
SCIE.CBSI	Inspection	A01	Confirmar a existências de avarias abertas anteriormente, e verificar o seu estado de resolução. Relembrar os responsáveis pela sua resolução se necessário.		Responsável de Segurança	0:00:00	D07	Semanal			A02.01	Existem avarias pendentes?	Multiple choice		Avaria pendente, responsável relembrado.		
SCIE.CBSI	Inspection	A02	Arranque automático das bombas: Reduzir a pressão da água na descarga das bombas, de forma a simular o arranque automático das mesmas	Procedimento de acordo com a EN 12845	Responsável de Segurança	0:00:00	D07	Semanal									
SCIE.CBSI	Inspection	A03	Arranque automático das bombas: Verificar se os indicadores de pressão estao a funcionar	Procedimento de acordo com a EN 12845	Responsável de Segurança	0:00:00	D07	Semanal									
SCIE.CBSI	Inspection	A04	Arranque automático das bombas: Verificar se os indicadores dos níveis de fornecimento de água estao a funcionar corretamente	Procedimento de acordo com a EN 12845	Responsável de Segurança	0:00:00	D07	Semanal									
SCIE.CBSI	Inspection	A05	Arranque automático das bombas: Verificar se as válvulas de seccionamento estao na posição correta e seladas	Quando aplicável / Procedimento de acordo com a EN 12845	Responsável de Segurança	0:00:00	D07	Semanal									
SCIE.CBSI	Inspection	A06	Arranque automático das bombas: Verificar se as válvulas de alivio estão a funcionar corretamente	Bomba a funcionar contra valvula fechada / Procedimento de acordo com a EN 12845	Responsável de Segurança	0:00:00	D07	Semanal									
SCIE.CBSI	Inspection	A07	Arranque automático das bombas: Verificar o nivel de combustivel e de óleo de lubrificação dos motores	Procedimento de acordo com a EN 12845	Responsável de Segurança	0:00:00	D07	Semanal									
SCIE.CBSI	Inspection	A08	Arranque automático das bombas: Verificar e registar a pressão de arranque da eletrobomba	Procedimento de acordo com a EN 12845	Responsável de Segurança	0:00:00	D07	Semanal	D01. Número de Eletrobombas	1	A08.01	Pressão de aranque eletrobomba 1	Value range	bar			
SCIE.CBSI	Inspection	A08	Arranque automático das bombas: Verificar e registar a pressão de arranque das duas eletrobombas	Procedimento de acordo com a EN 12845	Responsável de Segurança	0:00:00	D07	Semanal	D01. Número de Eletrobombas	2	A08.01	Pressão de aranque eletrobomba 1	Value range	bar			
SCIE.CBSI	Inspection	A08	Arranque automático das bombas: Verificar e registar a pressão de arranque das duas eletrobombas	Procedimento de acordo com a EN 12845	Responsável de Segurança	0:00:00	D07	Semanal	D01. Número de Eletrobombas	2	A08.02	Pressão de aranque eletrobomba 2	Value range	bar			
SCIE.CBSI	Inspection	A08	Arranque automático das bombas: Verificar e registar a pressão de arranque das três eletrobombas	Procedimento de acordo com a EN 12845	Responsável de Segurança	0:00:00	D07	Semanal	D01. Número de Eletrobombas	3	A08.01	Pressão de aranque eletrobomba 1	Value range	bar			
SCIE.CBSI	Inspection	A08	Arranque automático das bombas: Verificar e registar	Procedimento de acordo	Responsável	0:00:00	D07	Semanal	D01. Número de	3	A08.02	Pressão de aranque eletrobomba 2	Value	bar			

Figura 13 - Preenchimento dos procedimentos de manutenção do equipamento no *template* a carregar

Finalmente, é feito o carregamento numa entidade de teste, são simulados alguns agendamentos, com o intuito de identificar potenciais erros, é verificada a validação final e posteriormente arquivado em ficheiro protegido.

3.2.6 Categorias desenvolvidas

Definidos os requisitos e regras de elaboração dos procedimentos, desenvolvido o novo *template* de carregamento e respetivo processador de importação, torna-se necessário avançar para a formulação da biblioteca de tipos de equipamento.

Primeiro passo: Escolha dos tipos de equipamentos a desenvolver neste projeto

Dentro dos tipos de equipamentos presentes em Edifícios de Serviços, e visto esta biblioteca ter como objetivo servir ao máximo os Clientes, são definidas as áreas gerais a abordar, sendo estas:

- Aquecimento, Ventilação e Ar Condicionado (AVAC);
- Sistemas de Combate a Incêndios de Edifícios (SCIE);

- Eletricidade (ELET);
- Segurança (SEG);
- Hidráulica (HIDR);
- Equipamentos Mecânicos (MEC).

De modo a existir uma melhor organização, e permitir a futura adição de tipos de equipamentos à biblioteca de forma estruturada, é definida uma codificação para cada área, explanada na Tabela 7:

Tabela 7 - Regras de Codificação dos tipos de equipamentos

AVAC	SCIE	ELET	SEG	HIDR	MEC
000	100	200	300	400	500

De seguida, são ponderados quatro critérios para se fazer a escolha final dos equipamentos a serem abrangidos neste projeto:

- Equipamentos que nem sempre existem em edifícios, mas quando existem, usualmente é em grandes quantidades, como Ventiloconvectores ou Ventiladores de Insuflação;
- Equipamentos com grandes consumos energéticos, como as *Rooftop* ou unidades de tratamento de ar;
- Equipamentos geralmente presentes em todos os Edifícios, como Quadros Gerais de Baixa Tensão (QGBT) ou Depósitos de Água de Consumo Humano;
- Equipamentos que a manutenção deficiente, pode ter um grande impacto, como os Sistemas Automáticos de Deteção de Incêndios, Torres de Refrigeração ou Unidades de Precisão (*Close Control*).

Com base nestes requisitos estabelecidos, são elaborados os procedimentos de manutenção para 42 tipos de equipamentos, ou redes de equipamentos, diferentes, relativos às cinco áreas definidas.

O AVAC é a área mais representada, num total de 18 tipos de equipamentos considerados, como se pode ver na Tabela 8, pois tem equipamentos que foram selecionados em cada uma das regras estabelecida.

Tabela 8 - Lista de equipamentos de AVAC que foram considerados

Código	Tipo de Equipamento	Abreviatura
001	Unidade Autónoma de Ar Condicionado - Interior	AVAC.SPLIT.INT
002	Unidade Autónoma de Ar Condicionado - Exterior	AVAC.SPLIT.EXT
003	Unidade de Volume Refrigerante Variável - Interior	AVAC.VRV.EXT
004	Unidade de Volume Refrigerante Variável - Exterior	AVAC.VRV.INT
005	Unidade de Tratamento de Ar	AVAC.UTA
006	Unidade de Tratamento de Ar Novo	AVAC.UTAN
007	Unidade de Produção de Água Refrigerada	AVAC.CHILLER
008	Torre de Refrigeração / Condensador Evaporativo	AVAC.TORR.REFR
009	Ventilador de Insuflação	AVAC.VENT.INS
010	Ventilador de Extração	AVAC.VENT.EXT
011	Ventilador de Pressurização	AVAC.VENT.PRE
012	Ventilador de Desenfumagem	AVAC.VENT.DES
013	Unidades de Precisão (*Close Control*) - Interiores	AVAC.CLOSEC.INT
014	Unidades de Precisão (*Close Control*) - Exteriores	AVAC.CLOSEC.EXT
015	Bomba de Calor	AVAC.BC
016	Ventiloconvector	AVAC.VC
017	*Rooftop*	AVAC.ROOFTOP
018	Unidades de Indução (Viga Ativa)	AVAC.UI

Quanto aos SCIE, são selecionados 7 tipos de equipamentos diferentes, como se pode ver na Tabela 9, selecionados principalmente pela importância de prontidão que devem apresentar.

Tabela 9 - Lista de equipamentos de SCIE que foram considerados

Código	Tipo de Equipamento	Abreviatura
101	Sistema Automático de Deteção de Incêndio	SCIE.SADI
102	Sistema Automático de Deteção de CO2	SCIE.SADCO
103	Sistema Automático de Deteção de Gases Combustíveis	SCIE.SADGC
104	Sistema Automático de Extinção de Incêndio	SCIE.SAEI
105	Central de Bombagem de Serviço de Incêndio	SCIE.CBSI
106	Carretéis	SCIE.CARR
107	Extintores	SCIE.EXT

Quanto aos equipamentos elétricos, são selecionados 4 tipos de equipamentos diferentes e a sua seleção foi feita devido a dois fatores somados, a importância para garantir o funcionamento de outros sistemas, e sua presença em todos os edifícios. Tipos de equipamentos elétricos escolhidos listados na Tabela 10.

Tabela 10 - Lista de equipamentos elétricos que foram considerados

Código	Tipo de Equipamento	Abreviatura
201	Iluminação de Emergência (Rede)	ELET.ILM.EME
202	Iluminação Normal (Rede)	ELET.ILM.INT
203	Quadros Geral de Baixa Tensão	ELET.QGBT
204	Quadros Elétricos	ELET.QE

Quanto aos equipamentos de segurança, são selecionados 3 tipos de equipamentos diferentes, selecionados pela importância de prontidão que devem apresentar. Tipos de equipamentos de segurança escolhidos listados na Tabela 11.

Tabela 11 - Lista de equipamentos de segurança que foram considerados

Código	Tipo de Equipamento	Abreviatura
301	Sistema Automático de Deteção de Intrusão	SEG.SADIR
302	Circuito Fechado de Televisão (Rede)	SEG.CCTV
303	Sistema de Controlo de Acessos (Rede)	SEG.SCA

Relativamente aos equipamentos hidráulicos, são selecionados 8 tipos de equipamentos diferentes, como podemos consultar na Tabela 12. Esta área de equipamentos apresenta também escolhas vindas de cada uma das regras listadas.

Tabela 12 - Lista de equipamentos de hidráulica que foram considerados

Código	Tipo de Equipamento	Abreviatura
401	Sistema de Tratamento de Água	HIDR.STA
402	Depósito de Água para Consumo Humano	HIDR.DEP.AG.CONS
403	Depósito de Inércia	HIDR.DEP.INR
404	Vaso de Expansão	HIDR.VS.EXP
405	Instalação de Água Potável (Rede)	HIDR.INST.AG.POT
406	Rede de Esgotos (Rede)	HIDR.RD.ESG
407	Bombas de Circulação	HIDR.BOMB.CIRC
408	Grupo de Pressurização	HIDR.GRP.PRES

Por último, na Tabela 13, são selecionados 3 tipos de equipamentos mecânicos diferentes, escolhidos pela importância de prontidão que devem apresentar. No caso do Pavimento Técnico, foi elaborado para responder a uma solicitação de um Cliente que teve conhecimento deste projeto.

Tabela 13 - Lista de equipamentos mecânicos que foram considerados

Código	Tipo de Equipamento	Abreviatura
501	Depósito de Combustível	MEC.DEP.COM
502	Grupo Gerador de Emergência	MEC.GRP.GER
503	Pavimento Técnico	MEC.PAV.TEC

Com a biblioteca já com algumas categorias, começam os primeiros testes reais, desenvolvidos no subcapítulo seguinte.

3.2.7 Testes e validações

Com o pensamento *Agile* sempre presente no dia-a-dia da empresa, conforme a nova parametrização de categorias vai sendo desenvolvida, vai sendo testada em ambiente real nos Clientes que assim o pretendam.

Ou seja, desde os primeiros tipos de equipamentos concluídos, durante o processo de implementação, são facultados aos novos Clientes, e em alguns casos aos antigos, os *templates* para analisarem e darem a permissão para serem carregados nos seus ambientes.

Apesar destes testes terem sido com a solução em desenvolvimento, num misto entre entrega completa e parametrização dos restantes tipos de equipamentos pelo Cliente, os ganhos em tempo foram notados, e a quantidade de implementações que ficaram bloqueadas nesta fase reduzida.

Os resultados a nível de qualidade de apresentação do relatório ao Cliente final, também têm sido apreciados, o que tem levado alguns Clientes a adotarem a mesma organização em parametrizações próprias.

3.2.8 Traduções

Paralelamente, e para responder a todos os mercados em que a Infraspeak atua, neste momento vinte países de sete línguas diferentes, e estando também o produto disponível em seis línguas, português, português-brasileiro, inglês, castelhano, francês e mandarim, é necessário replicar nessas línguas o trabalho desenvolvido.

Dentro da equipa de implementação, foi formada uma subequipa transversal, com um elemento de cada mercado, para dar seguimento às traduções para português-brasileiro, inglês e castelhano.

Foi criada uma pasta partilhada de projeto, com subpastas a dividir as diferentes línguas e uma folha de cálculo, como se pode ver na Figura 14, para permitir a comunicação e

trabalho assíncrono em cada mercado, e foram agendadas reuniões quinzenais para se fazer um ponto de situação geral.

Translation Status

Original			English			PT -BR			Spanish		
Maintenance Category	Order	Ready for Translation?	New Code	Owner	Status	New Code	Owner	Status	New Code	Owner	Status
AVAC.SPLIT.INT	1	Yes	HVAC.SPILT.IND	Gonçalo	Tested		Tatin	WIP		Edgar	Tested
AVAC.SPLIT.EXT	2	Yes	HVAC.SPLIT.OUT	Edgar	Tested		Tatin	WIP		Gonçalo	Tested
AVAC.VRV.EXT	3	Yes	HVAC.VRV.OUT	Carol	Tested		Tatin	Translated		Gonçalo	Tested
AVAC.VRV.INT - Re Do	4	Yes	HVAC.VRV.IND	Carol	Tested		Tatin	WIP		Gonçalo	Tested
AVAC.UTA	5	Yes	HVAC.AHU	Gonçalo	Tested		Tatin	Translated		Gonçalo	Tested
AVAC.UTAN	6	Yes	HVAC.TFA	Carol	Tested		Tatin	Translated		Gonçalo	Tested
AVAC.CHILLER	7	Yes	HVAC.CHILLER	Manuel	Tested		Tatin	Translated		Gonçalo	Tested
AVAC.TORR.REFR	8	Yes		Carol	Pending		Tatin	Pending		Gonçalo	Pending
AVAC.VENT.INS	9	Yes		Carol	Translated		Tatin	Translated		Gonçalo	Pending
AVAC.VENT.EXT	10	Yes		Carol	Translated		Tatin	Translated		Gonçalo	Pending
AVAC.VENT.PRE	11	Yes		Carol	WIP		Tatin	Pending		Gonçalo	Pending
AVAC.VENT.DES	12	Yes		Carol	Translated		Tatin	Translated		Gonçalo	Pending
AVAC.CLOSEC.INT	13	Yes		Carol	Pending		Tatin	Pending		Gonçalo	Pending
AVAC.CLOSEC.EXT	14	Yes		Carol	Pending		Tatin	Pending		Gonçalo	Pending
AVAC.BC	15	Yes		Carol	Pending		Tatin	Pending		Gonçalo	Pending
AVAC.VC	16	Yes		Carol	Pending		Tatin	Pending		Gonçalo	Pending
AVAC.ROOFTOP	17	Yes		Carol	Pending		Tatin	Pending		Gonçalo	Pending
AVAC.UI	18	Yes		Carol	Pending		Tatin	Pending		Gonçalo	Pending
SCIE.SADI	101	Yes		Carol	Pending		Tatin	Pending		Gonçalo	Pending
SCIE.SADCO	102	Yes		Carol	Pending		Tatin	Pending		Gonçalo	Pending
SCIE.SADGC	103	Yes		Carol	Pending		Tatin	Pending		Gonçalo	Pending
SCIE.SAEI	104	Yes		Carol	Pending		Tatin	Pending		Gonçalo	Pending
SCIE.CBSI	105	Yes		Carol	Pending		Tatin	Pending		Gonçalo	Pending
SCIE.CARR	106	Yes		Carol	Pending		Tatin	Pending		Gonçalo	Pending
SCIE.EXT	107	Yes		Carol	Pending		Tatin	Pending		Gonçalo	Pending
SCIE.PCF	108	No									
SCIE.RCF	109	No									
ELET.ILM.EME	201	Yes		Carol	Pending		Tatin	Pending		Gonçalo	Pending
ELET.ILM.INT	202	Yes		Carol	Pending		Tatin	Pending		Gonçalo	Pending
ELET.QE	204	Yes		Carol	Pending		Tatin	Pending		Gonçalo	Pending
ELET.QGBT	205	No									
ELET.UPS	206	No									
ELET.BAT.COND	207	No									
ELET.PT	208	No									
SEG.SADIR	301	Yes		Carol	Pending		Tatin	Pending		Gonçalo	Pending

Figura 14 - Folha de cálculo de controlo do estado das traduções em desenvolvimento

Finalmente, a abordagem é idêntica à que tem sido usada em Portugal. Depois da tradução de cada tipo de equipamento estar pronta, começa a ser disponibilizado e usado em contexto real, de modo a obter resultados e comentários ao trabalho realizado.

3.2.9 Proposta de desenvolvimento da Plataforma Infraspeak

O objetivo final deste projeto é dar autonomia aos Clientes da Infraspeak, para a qualquer momento, não só na fase de implementação, poderem adotar estas parametrizações de forma autónoma, sem ajuda da Equipa de Implementação.

No presente momento, a equipa de implementação, ao carregar previamente a biblioteca desenvolvida, fica disponível para o Cliente nos diferentes campos necessários. Na Figura 15 temos uma visão da modal de criação de um novo equipamento, com as categorias desenvolvidas.

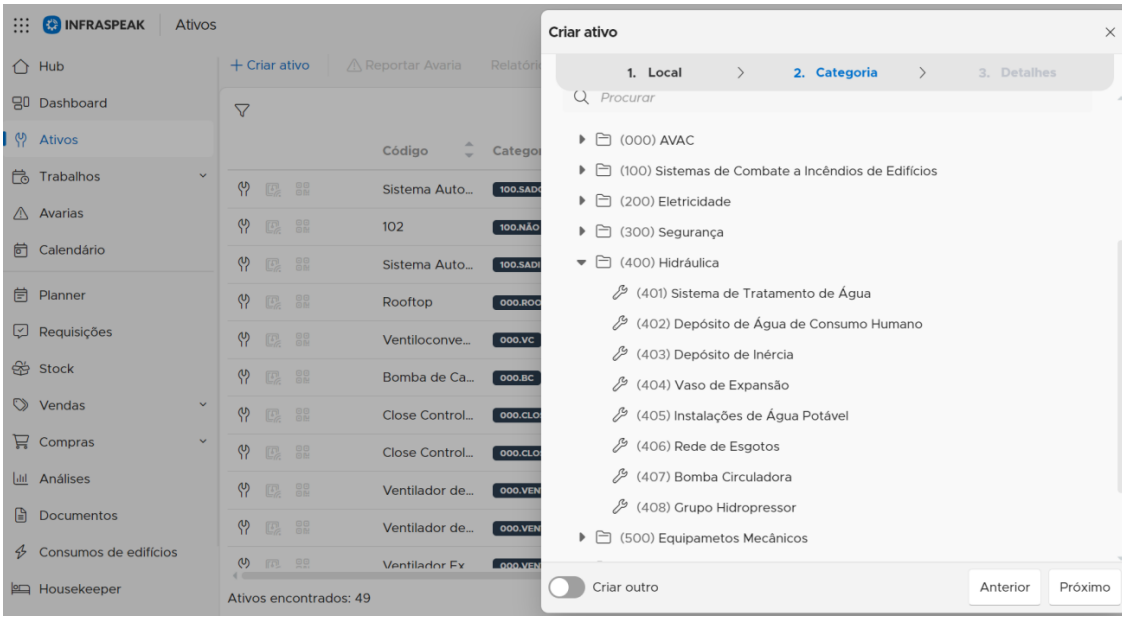

Figura 15 - Modal de cadastro de um equipamento em Infraspeak

O objetivo final é não ser precisa a intervenção da equipa de implementação no carregamento destas bibliotecas, e para isso é necessário o desenvolvimento de uma nova funcionalidade.

Esta nova funcionalidade tem como objetivo permitir ao Cliente conseguir explorar o conteúdo de cada procedimento e importá-lo diretamente para o seu ambiente, se assim o desejar. Na Figura 16, é possível ter uma ideia de como visualmente poderá ficar esta funcionalidade.

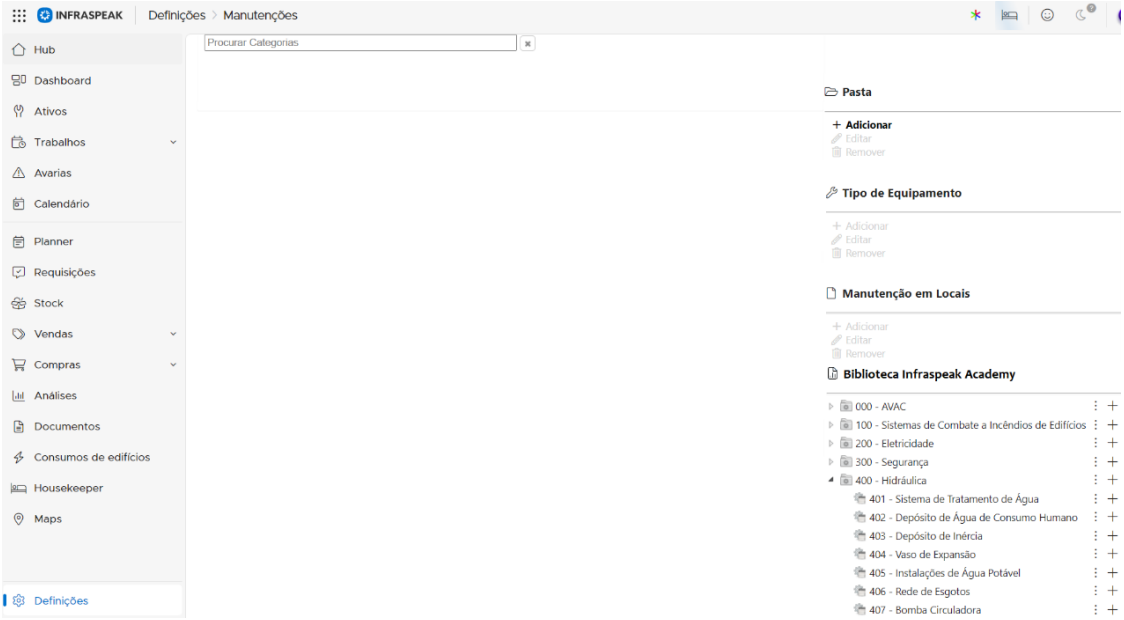

Figura 16 - Imagem representativa da solução proposta na modal de configuração de tipos de equipamentos

De modo a complementar a proposta idealizada, de seguida faz-se a redação da sugestão de desenvolvimento seguindo a metodologia SCRUM, usada pela equipa de produto:

User Story 1: Eu, como administrador da plataforma Infraspeak, quero poder ter acesso a uma Biblioteca geral de Tipos de Equipamentos padronizados, consultar as suas especificações, e poder adicionar Tipos de Equipamentos escolhidos por mim à minha configuração para poder usar no nosso dia-a-dia.

Critérios de aceitação:

- Biblioteca de Tipos de Equipamentos acessível dentro do produto;
- Dentro de um Tipo de Equipamento, ter a possibilidade de pré-visualizar um relatório de uma das intervenções, de modo a ter uma visão geral da parametrização;
- Poder replicar no meu ambiente, de uma forma simples o Tipo de Equipamento pretendido;
- Poder escolher uma Área completa, e replicar de uma forma simples, todos os Tipos de Equipamentos dentro dessa Área

User Story 2: Eu, como administrador da plataforma Infraspeak, quero poder ter acesso a uma Biblioteca geral de Tipos de Equipamentos padronizados, consultar as suas especificações e poder atribuir as parametrizações de Tipos de Equipamentos escolhidos por mim à minha configuração existente para poder usar no nosso dia-a-dia.

Critérios de aceitação:

- Biblioteca de Tipos de Equipamentos acessível dentro do produto;
- Dentro de um Tipo de Equipamento, ter a possibilidade de pré-visualizar um relatório de uma das intervenções, de modo a ter uma visão geral da parametrização;
- Poder replicar no meu ambiente, de uma forma simples, toda a parametrização do Tipo de Equipamento pretendida, num Tipo de Equipamento atual da minha parametrização.

Adicionalmente, pode ser aproveitado o momento para um desenvolvimento extra, parametrização multilingue.

Este desenvolvimento tem como objetivo permitir registos de tarefas num idioma, e a posterior consulta e emissão de relatórios noutra. Esta funcionalidade já existe para os campos estáticos da plataforma, mas os campos definidos pelos utilizadores Infraspeak não são abrangidos.

Com a entrada de Clientes internacionais, este tema tem sido debatido cada vez mais frequentemente, e a funcionalidade que responda a esta necessidade pode ser descrita como:

User Story 3: Eu, como colaborador de uma empresa internacional que usa Infraspeak, quero poder fazer registos no terreno através da aplicação na minha língua nativa, e poder enviar o relatório para o meu Cliente na língua dele, com todos os campos do relatório traduzidos para a sua língua.

Critérios de aceitação:

- Todos os termos, palavras e frases da parametrização estão traduzidos nas línguas necessárias;
- Todos os termos, palavras e frases da parametrização têm uma relação de um para um na biblioteca;
- Todos os termos, palavras e frases da parametrização têm um identificador único, igual nas diferentes línguas;
- A emissão do relatório, é feita na língua pretendida, tendo por base o identificador único, que foi registado no terreno.

CONCLUSÕES E PROPOSTAS DE TRABALHOS FUTUROS

4.1 Conclusões

4.2 Propostas de trabalhos futuros

4 CONCLUSÕES E PROPOSTAS DE TRABALHOS FUTUROS

Terminado o projeto desenvolvido nesta dissertação, é tempo de fazer um balanço ao trabalho desenvolvido.

Na revisão bibliográfica ficou demonstrada a necessidade de execução de um projeto deste tipo, validando um sentimento geral e pessoal, da importância de uma melhoria significativa no processo de implementação, de modo a dar resposta a outros desafios.

Quanto ao desenvolvimento, os resultados obtidos são de boa qualidade e úteis, a nível interno para a equipa de implementação, não só a nível do processo de desenvolvimento desenhado, mas também como os resultados práticos já obtidos. Para os Clientes, a facilidade introduzida irá libertar mais tempo para dedicarem a outras tarefas. Para a Infraspeak como um todo, é mais um pequeno passo rumo ao objetivo de ser a melhor e mais completa solução do mercado.

O projeto desenvolvido nesta dissertação, abre caminho a um conjunto de outros projetos que se verificam necessários. Uns sendo continuação do que se fez, outros têm por base esta dissertação, mas poderão ser considerados projetos novos.

4.1 Conclusões

Os edifícios, e equipamentos neles presentes, fazem parte do dia-a-dia de todas as pessoas. Como o que tem acontecido na indústria, a sua evolução tem sido constante, tanto em quantidade como em complexidade de sistemas e equipamentos. Hoje os edifícios mais complexos precisam de subcontratar especialistas em FM e manutenção, para garantir o correto funcionamento dos mesmos. Com as recentes questões ambientais, e metas definidas pela Comissão Europeia, a gestão dos edifícios terá de evoluir, avançar para uma era mais inteligente e inclusiva, ser estendida a mais edifícios, e ter em conta mesmo questões externas, como a rede elétrica. Nos últimos anos têm surgido ferramentas poderosas, como o BIM, o IoT e a Realidade Aumentada. Todos estes dados são recolhidos e tratados em Plataformas Inteligentes de Gestão.

Podemos concluir que o futuro é desafiante para as empresas que prestam serviços de FM e manutenção, serão necessárias grandes evoluções de procedimentos, habituação a novos modos de trabalhar e comunicar, interligando vários sistemas e subsistemas, tanto de controlo como de comunicação. Prestar um serviço ainda mais rápido e direto, e uma aposta forte na manutenção preditiva irá surgir com naturalidade.

Quanto ao resultado desta dissertação, podemos dividir em quatro objetivos alcançados: O desenvolvimento do novo processador, o desenvolvimento da metodologia a aplicar em investigação e elaboração de novos procedimentos de manutenção, o desenvolvimento da Biblioteca de procedimentos e respetiva tradução e, por fim, o desenho da proposta de desenvolvimento da plataforma em si, para incluir todo o trabalho realizado e a efetuar diretamente na mesma.

Desenvolvimento do novo processador

Relativamente ao processador desenvolvido, permite uma maior autonomia à equipa de implementação da Infraspeak, libertando assim CS-DEV para a execução de outras tarefas. O *template* utilizado neste processador é de compreensão mais simples, o que melhorou também os resultados em situações específicas, em que é enviado aos Clientes para preenchimento.

Desenvolvimento da metodologia a aplicar na elaboração de novos procedimentos

A especificação de uma metodologia a utilizar na elaboração de procedimentos de manutenção a padronizar na biblioteca Infraspeak também permite que o futuro desenvolvimento possa ser feito por qualquer elemento da equipa de implementação, e ajuda a responder a eventuais solicitações de Clientes de modo mais efetivo.

Desenvolvimento da Biblioteca de procedimentos

A elaboração dos procedimentos para os quarenta e dois tipos de equipamentos, permite um arranque em força deste projeto, as principais categorias já estão desenvolvidas, as traduções necessárias encontram-se a ser realizadas num processo de cadência constante, a quantidade de pessoas envolvidas é alta e transversal aos mercados, o que provoca um compromisso elevado entre todos os intervenientes.

Desenho da proposta de melhoria da plataforma

Finalmente, quanto à proposta ao produto, a mais valias desta foram amplamente reconhecidas, e quando desenvolvidas, serão o culminar de todo este projeto e ajudarão no objetivo final de garantir uma completa autonomia de implementação aos Clientes que assim o pretendam.

4.2 Propostas de trabalhos futuros

O projeto desenvolvido nesta dissertação, abre caminho a um conjunto de outros projetos que se verificam necessários. Uns sendo continuação direta do trabalho realizado, outros têm por base esta dissertação, mas poderão ser considerados projetos novos.

Aumentar a dimensão da biblioteca

Apesar da biblioteca de procedimentos criada ser uma base sólida para começar outros desenvolvimentos, deve continuar a ser aumentada e revista em caso de necessidade.

Como guia, ficam listadas na Tabela 14, as categorias identificadas como maior prioridade para a próxima fase.

Tabela 14 - Proposta de procedimentos de tipos de equipamentos a desenvolver de seguida

Código	Tipo de Equipamento	Abreviatura
108	Portas Corta-Fogo	SCIE.PCF
109	Registos Corta-Fogo	SCIE.RCF
205	Quadro Geral de Baixa Tensão	ELET.QGBT
206	Fonte de Energia Ininterrupta	ELET.UPS
207	Bateria de Condensadores	ELET.BAT.COND

208	Posto de Transformação	ELET.PT
304	Câmara CCTV	SEG.CAM.CCTV
305	Torniquetes	SEG.TORNQ
504	Portas e Portões Automáticos	MEC.PORT
505	Escadas Rolantes	MEC.ESC.ROL
506	Elevadores	MEC.ELEV

Traduções de procedimentos em falta

Para a implementação no produto poder ser completa, é necessário ter as traduções da biblioteca de procedimentos em todas as línguas necessárias. Estas traduções são necessárias, tanto no que já foi desenvolvido, como no que será desenvolvido futuramente. Sendo vital o acompanhamento e entregas constantes para garantir a correto desenrolar do projeto.

Implementação no produto

A terceira proposta de trabalhos futuros, consiste no desenvolvimento da própria plataforma, para que a permita ao Cliente de forma autónoma, sem necessidade de apoio da equipa de implementações, a consulta da biblioteca desenvolvida e a adição automática de tipos de equipamentos e respetivos procedimentos de manutenção pretendidos.

Simultaneamente, é proposto o desenvolvimento da funcionalidade de parametrização multilingue, aproveitando a biblioteca como base, para simplificar a adoção da plataforma por Clientes com operações simultâneas em vários países e mercados.

BIBLIOGRAFIA E OUTRAS FONTES DE INFORMAÇÃO

5.1 Artigos em revistas internacionais

5 BIBLIOGRAFIA E OUTRAS FONTES DE INFORMAÇÃO

De seguida, são listadas as referências bibliográficas relativas à revisão bibliográfica efetuada.

5.1 Artigos em revistas internacionais

Afzali, P., Keynia, F., & Rashidinejad, M. (2019). A new model for reliability-centered maintenance prioritisation of distribution feeders. *Energy*, *171*, 701–709.

Ahmad, M. F., Zakuan, N., Jusoh, A., & Takala, J. (2012). Relationship of TQM and Business Performance with Mediators of SPC, Lean Production and TPM. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, *65*(ICIBSoS), 186–191.

Albrecht, C. (2014). Quantifying life safety Part II: Quantification of fire protection systems. *Fire Safety Journal*, *64*, 81–86.

Altohami, A. B. A., Haron, N. A., Ales@Alias, A. H., & Law, T. H. (2021). Investigating approaches of integrating BIM, IoT, and facility management for renovating existing buildings: A review. *Sustainability (Switzerland)*, *13*(7).

Arunraj, N. S., & Maiti, J. (2007). Risk-based maintenance-Techniques and applications. *Journal of Hazardous Materials*, *142*(3), 653–661.

Asim, N., Badiei, M., Mohammad, M., Razali, H., Rajabi, A., & Haw, L. C. (2022). *Sustainability of Heating , Ventilation and Air-Conditioning (HVAC) Systems in Buildings — An Overview*.

Ban-Weiss, G., Wray, C., Delp, W., Ly, P., Akbari, H., & Levinson, R. (2013). Electricity production and cooling energy savings from installation of a building-integrated photovoltaic roof on an office building. *Energy and Buildings*, *56*, 210–220.

Blind, K., Jungmittag, A., & Mangelsdorf, A. (2011). The economic benefits of standardization an update of the study carried out by DIN in 2000. *German Institute of Standardization*, 1–20.

Bravi, L., & Murmura, F. (2021). Evidences about ISO 9001:2015 and ISO 9004:2018 implementation in different-size organisations. *Total Quality Management and*

Business Excellence, *0*(0), 1–21.

Bukowski, R., Budnick, E., & Schemel, C. (2002). Estimates of the Operational Reliability of Fire Protection Systems. *Fire Protection Strategies for 21st Century Building and Fire Codes Symposium*, 111–124.

Cárcel-Carrasco, J., Cárcel-Carrasco, J. A., & Peñalvo-López, E. (2020). Factors in the relationship between maintenance engineering and knowledge management. *Applied Sciences (Switzerland)*, *10*(8).

Carpitella, S., Certa, A., Izquierdo, J., & La Fata, C. M. (2018). A combined multi-criteria approach to support FMECA analyses: A real-world case. *Reliability Engineering and System Safety*, *169*(September 2017), 394–402.

ISO. (2020). ISO in figures. *Iso*, *January*, 1–4.

Daissaoui, A., Boulmakoul, A., Karim, L., & Lbath, A. (2020). IoT and Big Data Analytics for Smart Buildings: A Survey. *Procedia Computer Science*, *170*, 161–168.

De Gisi, S., Casella, P., Notarnicola, M., & Farina, R. (2016). Grey water in buildings: a mini-review of guidelines, technologies and case studies. *Civil Engineering and Environmental Systems*, *33*(1), 35–54.

Deshpande, V. S., & Modak, J. P. (2002). Application of RCM to a medium scale industry. *Reliability Engineering and System Safety*, *77*(1), 31–43.

Díaz-Reza, J. R., García-Alcaraz, J. L., Avelar-Sosa, L., Mendoza-Fong, J. R., Diez-Muro, J. C. S., & Blanco-Fernández, J. (2018). The role of managerial commitment and tpm implementation strategies in productivity benefits. *Applied Sciences (Switzerland)*, *8*(7).

Dimosthenis A. Sarigiannis. (2014). Combined or multiple exposure to health stressors in indoor built environments. *World Health Organization Report for Europe*, *October*, 82.

Dunn, S. (2003). The fourth generation of maintenance. *Conference Proceedings Of*.

European Comission. (2019). The Energy Performance. *Context*, 1–6.

F. Stanley Nowlan, & Howard F. Heap. (1978). Reliability-centered maintenance. *Elsevier*.

Filz, M. A., Langner, J. E. B., Herrmann, C., & Thiede, S. (2021). Data-driven failure mode and effect analysis (FMEA) to enhance maintenance planning. *Computers in Industry*, *129*.

Firdaus, N., Samat, H. A., & Mohamad, N. (2019). Maintenance for Energy efficiency: A Review. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, *530*(1).

Ghaffarianhoseini, A., AlWaer, H., Omrany, H., Ghaffarianhoseini, A., Alalouch, C., Clements-Croome, D., & Tookey, J. (2018). Sick building syndrome: are we doing

enough? *Architectural Science Review*, *61*(3), 99–121.

Heires, M. (2008). The international organization for standardization (ISO). *New Political Economy*, *13*(3), 357–367.

Horie, Y. (1961). Eli Whitney. *Socio-Economic History*, *26*(4.5), 283–297.

ISO. (2021). *the Iso Survey of Management System Certifications – 2020 – Explanatory Note*. *September*, 1–3.

Jeklin, A. (2016). *DIRECTIVE OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL on the energy performance of buildings*. *0426*(July), 1–23.

Kennedy, R. (2006). Examining the Processes of RCM and TPM : *Group*, *January*, 1–15.

Khan, F. I., & Haddara, M. M. (2003). Risk-based maintenance (RBM): A quantitative approach for maintenance/inspection scheduling and planning. *Journal of Loss Prevention in the Process Industries*, *16*(6), 561–573.

Klutke, G. A., Kiessler, P. C., & Wortman, M. A. (2003). A critical look at the bathtub curve. *IEEE Transactions on Reliability*, *52*(1), 125–129.

Kumar Gupta, A., & Garg, R. K. (2012). OEE Improvement by TPM Implementation: A Case Study. *International Journal of IT, Engineering and Applied Sciences ResearchXplore International Research Journal Consortium*, *1*(1), 2319–4413.

Kurata, N., Spencer, B. F., & Ruiz-Sandoval, M. (2005). Risk monitoring of buildings with wireless sensor networks. *Structural Control and Health Monitoring*, *12*(3–4), 315–327.

Laurenti, R., Villari, B. D., & Rozenfeld, H. (2012). Problemas e melhorias do método FMEA: uma revisão sistemática da literatura. *Pesquisa & Desenvolvimento Engenharia de Produção*, *10*(1), 59–70.

Lee, S. (2018). An Overview of the European Technical Guidelines for the Prevention, Control and Investigation of Infections Caused by Legionella species. *Perspectives in Public Health*, *138*(5), 241–247.

Ma, Z., & Wang, S. (2009). An optimal control strategy for complex building central chilled water systems for practical and real-time applications. *Building and Environment*, *44*(6), 1188–1198.

Madani, F. (1996). Introduction to Total Productive Maintenance (Farsi). *Sanayee*, 1–18.

Marques, B., Silva, S., Alves, J., Rocha, A., Dias, P., & Santos, B. S. (2022). Remote collaboration in maintenance contexts using augmented reality: insights from a participatory process. *International Journal on Interactive Design and Manufacturing (IJIDeM)*.

JAMES R. ZETKA, Jr. (1992) Mass-Production Automation and Work-Group Solidarity in the Post-World War II Automobile Industry.

Mataloto, B., Calé, D., Carimo, K., Ferreira, J. C., & Resende, R. (2021). 3D Iot System for Environmental and Energy Consumption Monitoring System. *Sustainability (Switzerland)*, *13*(3), 1–19.

McWilliam, R. C. (2005). The First British Standards: Specifications and Tests Published by the Engineering Standards Committee, 1903–18. *Transactions of the Newcomen Society*, *75*(2), 261–287.

Min, Z., Morgenstern, P., & Marjanovic-Halburd, L. (2016). Facilities management added value in closing the energy performance gap. *International Journal of Sustainable Built Environment*, *5*(2), 197–209.

Moen, R., & Norman, C. (2009). Evolution of the PDCA Cycle. *Society*, 1–11.

Münstermann, B., Weitzel, T., & Weitzel, T. (2008). *What Is Process Standardization?*

Nabhan, M. B. (2010). Effective implementation of reliability centered maintenance. *AIP Conference Proceedings*, *1239*(June), 88–95.

Nunes de Menezes, L., Cristine de Alencar Lira, M., & Souto Neiva, L. (2021). IoT and knowledge Economy: Two Strong Pillars of Industry 4.0. *Scientia Cum Industria*, *9*(1), 10–15.

Özcan, E., Yumuşak, R., & Eren, T. (2019). Risk based maintenance in the hydroelectric power plants. *Energies*, *12*(8).

Padnos, G. (2011). Improved efficiency using root cause failure analysis. *IPC APEX EXPO Technical Conference 2011*, *1*, 649–671.

Paramati, S. R., Shahzad, U., & Doğan, B. (2022). The role of environmental technology for energy demand and energy efficiency: Evidence from OECD countries. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, *153*(January 2021).

Patanapiradej, W. (2005). The Scope of Facility Management. *The Scope of Facility Management*, 75–90.

Periodicals, I. (2020). *IEEE REFERENCE GUIDE Table of Contents*. 1–43.

Pishdad-Bozorgi, P., Gao, X., Eastman, C., & Self, A. P. (2018). Planning and developing facility management-enabled building information model (FM-enabled BIM). *Automation in Construction*, *87*(October 2017), 22–38.

Rosales-Asensio, E., de Simón-Martín, M., Borge-Diez, D., Blanes-Peiró, J. J., & Colmenar-Santos, A. (2019). Microgrids with energy storage systems as a means to increase power resilience: An application to office buildings. *Energy*, *172*, 1005–1015.

Russell, A. L. (2005). Standardization in History: A Review Essay with an Eye to the Future. *The Standards Edge: Future Generations*, 247–260.

Salehi, M., Abouali, M., Wang, M., Zhou, Z., Nejadhashemi, A. P., Mitchell, J., Caskey, S., & Whelton, A. J. (2018). Case study: Fixture water use and drinking water quality in

a new residential green building. *Chemosphere*, *195*, 80–89.

Singh, R., Gohil, A. M., Shah, D. B., & Desai, S. (2013). Total productive maintenance (TPM) implementation in a machine shop: A case study. *Procedia Engineering*, *51*(NUiCONE 2012), 592–599.

Sipos, R., Wang, Z., & Moerchen, F. (2014). *Log-based Predictive Maintenance*. 1867–1876.

Slob, F. J. C., & Vries, H. J. De. (2002). *Best Practice In Company Standardisation E RASMUS R ESEARCH I NSTITUTE OF M ANAGEMENT REPORT SERIES*.

Standard, E. (2017). *EUROPEAN STANDARD EUROPÄISCHE NORM*.

Tale, T. (2019). Reliability Centered Maintenance (RCM): Methodology and Benefits. *International Journal of Commerce and Management Studies (IJCAMS)*, *4*(3).

Thun, J. H. (2006). Maintaining preventive maintenance and maintenance prevention: Analysing the dynamic implications of Total Productive Maintenance. *System Dynamics Review*, *22*(2), 163–179.

Tomlinson, J. (2009). History and Impact of the Intermodal Shipping Container. *Pratt Institute*, *September*, 1–8.

Van Roy, J., Leemput, N., Geth, F., Buscher, J., Salenbien, R., & Driesen, J. (2014). Electric vehicle charging in an office building microgrid with distributed energy resources. *IEEE Transactions on Sustainable Energy*, *5*(4), 1389–1396.

Verbeke, S., Aerts, D., Reynders, G., Ma, Y., & Waide, P. (2020). *Final report on the technical support to the development of a smart readiness indicator for buildings* (Issue June).

Wissenberg, N. (2015). *History and best practice of the standard for quality management systems DIN EN ISO 9001 : 2015*. 1–7.

ANEXOS

6.1 Anexo 1 – CBSI: Rotina Semanal

6.2 Anexo 2 – CBSI: Manutenção Mensal

6.3 Anexo 3 – CBSI: Manutenção Trimestral

6.4 Anexo 4 – CBSI: Manutenção Semestral

6.5 Anexo 5 – CBSI: Manutenção Anual

6.6 Anexo 6 – CBSI: Inspeção Anual

6.7 Anexo 7 – CBSI: Acompanhamento Externo

6 ANEXOS

De seguida são listadas as intervenções resultantes da parametrização da CBSI realizada e uma demonstração do resultado da mesma, através de alguns exemplos em relatório.

6.1 Anexo 1 – CBSI: Rotina Semanal

Procedimento inspeção semanal da central de bombagem serviço de incêndio

INFRASPEAK

NOME DO TRABALHO
105. Central de Bombagem Serviço de Incêndio - Rotina Semanal

ESTADO
Completo (100%)

ID
PMP.878038.38862431

LOCAL
ISEP - Instituto Superior de Engenharia do Porto

CLIENTE

Instituto Superior de Engenharia do Porto

DEPARTAMENTO ENGENHARIA MECÂNICA - INSTITUTO SUPERIOR DE ENGENHARIA DO PORTO

ATIVOS

EQUIPAMENTO CENTRAL DE BOMBAGEM SERVIÇO DE INCÊNDIO (105)

TIPO
105

LOCAL
INSTITUTO SUPERIOR DE ENGENHARIA DO PORTO - BLOCO F - ÁREA TÉCNICA

CÓDIGO
CENTRAL DE BOMBAGEM SERVIÇO DE INCÊNDIO

CARATERÍSTICAS

A01. MARCA
Marca Exemplo

A02. MODELO
Modelo x

A03. NÚMERO DE SÉRIE
123456789

A04. ANO DE FABRICO
2022

B01. RESPONSÁVEL
Pessoa Responsável

B02. NÚMERO CERTIFICADO DE HOMOLOGAÇÃO
987654321

B03. INSTALADA POR
Empresa Exemplo

B04. DATA DE INSTALAÇÃO
2022

C01. CAUDAL NOMINAL DA CENTRAL
20 m3/h

C02. ALTURA MANOMÉTRICA DA CENTRAL
30 m

C03. POTÊNCIA NOMINAL DA CENTRAL
3000 kW

C04. TENSÃO NOMINAL DA CENTRAL
380/400 V

C05. ACIONAMENTO DAS BOMBAS
Automático e Manual

C06. ABASTECIMENTO DE ÁGUA
Rede pública de abastecimento

C07. CONTROLO DE VÁLVULA DE SEGURANÇA
Pressóstato e eletroválvula

C08. PRESSÃO DE SERVIÇO
6 bar

C09. SISTEMA DE ARREFECIMENTO
Sim

D01. NÚMERO DE ELETROBOMBAS
4

D02. NÚMERO DE MOTOBOMBAS
2

D03. BOMBA JOCKEY
Sim

D04. PRESSÃO DE ARRANQUE BOMBA JOCKEY
7 bar

D05. PRESSÃO DE PARAGEM BOMBA JOCKEY
9 bar

D06. PRESSÃO DE ARRANQUE ELETROBOMBA 1
6 bar

D07. PRESSÃO DE PARAGEM ELETROBOMBA 1
8 bar

D08. PRESSÃO DE ARRANQUE ELETROBOMBA 2
5 bar

D09. PRESSÃO DE PARAGEM ELETROBOMBA 2
8 bar

D10. PRESSÃO DE ARRANQUE ELETROBOMBA 3
4 bar

D11. PRESSÃO DE PARAGEM ELETROBOMBA 3
8 bar

D12. PRESSÃO DE ARRANQUE ELETROBOMBA 4
3 bar

D13. PRESSÃO DE PARAGEM ELETROBOMBA 4
8 bar

TAREFAS

A01. Confirmar a existências de avarias abertas anteriormente, e verificar o seu estado de resolução. Relembrar os responsáveis pela sua resolução se necessário.

EXECUTADO

A02.01. EXISTEM AVARIAS PENDENTES?

Sem varias abertas

A02. Arranque automático das bombas: Reduzir a pressão da água na descarga das bombas, de forma a simular o arranque automático das mesmas

EXECUTADO

DESCRIÇÃO
Procedimento de acordo com a EN 12845

A03. Arranque automático das bombas: Verificar se os indicadores de pressão estao a funcionar corretamente

EXECUTADO

DESCRIÇÃO
Procedimento de acordo com a EN 12845

INFRASPEAK

A04. Arranque automático das bombas: Verificar se os indicadores dos níveis de fornecimento de água estao a funcionar corretamente — EXECUTADO

DESCRIÇÃO
Procedimento de acordo com a EN 12845

A05. Arranque automático das bombas: Verificar se as válvulas de seccionamento estao na posicão correta e seladas — EXECUTADO

DESCRIÇÃO
Quando aplicável / Procedimento de acordo com a EN 12845

A06. Arranque automático das bombas: Verificar se as válvulas de alivio estão a funcionar corretamente — EXECUTADO

DESCRIÇÃO
Bornba a funcionar contra valvula fechada / Procedimento de acordo com a EN 12845

A07. Arranque automático das bombas: Verificar o nivel de combustivel e de óleo de lubrificação dos motores diesel — EXECUTADO

DESCRIÇÃO
Procedimento de acordo com a EN 12845

A08. Arranque automático das bombas: Verificar e registar a pressão de arranque das quatro eletrobombas — EXECUTADO

DESCRIÇÃO
Procedimento de acordo com a EN 12845

A08.01. PRESSÃO DE ARANQUE ELETROBOMBA 1	**7 bar**
A08.02. PRESSÃO DE ARANQUE ELETROBOMBA 2	**6 bar**
A08.03. PRESSÃO DE ARANQUE ELETROBOMBA 3	**5 bar**
A08.04. PRESSÃO DE ARANQUE ELETROBOMBA 4	**4 bar**

A09. Arranque automático das bombas: Verificar e registar a pressão de arranque das duas motobombas — EXECUTADO

DESCRIÇÃO
Procedimento de acordo com a EN 12845

A09.01. PRESSÃO DE ARANQUE MOTOBOMBA 1	**7 bar**
A09.02. PRESSÃO DE ARANQUE MOTOBOMBA 2	**5 bar**

A10. Arranque automático das bombas: Verificar e registar a pressão de arranque da bomba jockey — EXECUTADO

DESCRIÇÃO
Procedimento de acordo com a EN 12845

A10.01. PRESSÃO DE ARANQUE BOMBA JOCKEY	**7 bar**

A13. Registar o número de arranques da bomba jockey — EXECUTADO

DESCRIÇÃO
Procedimento de acordo com a EN 12845

A13.01. NÚMERO DE ARRANQUES DA BOMBA JOCKEY	**28 arranques**

ASSINATURA:

Assinado por Técnico Responsável no dispositivo de Edgar Sousa
(23-05-2022 00:58:41)

6.2 Anexo 2 – CBSI: Manutenção Mensal

Procedimento manutenção mensal da central de bombagem serviço de incêndio

INFRASPEAK

NOME DO TRABALHO
105. Central de Bombagem Serviço de Incêndio - Manutenção Mensal

ESTADO
Completo (100%)

ID
PMP.897566.39849200

LOCAL
ISEP - Instituto Superior de Engenharia do Porto

CLIENTE

Instituto Superior de Engenharia do Porto

DEPARTAMENTO ENGENHARIA MECÂNICA - INSTITUTO SUPERIOR DE ENGENHARIA DO PORTO

ATIVOS

EQUIPAMENTO CENTRAL DE BOMBAGEM SERVIÇO DE INCÊNDIO (105)

TIPO
105

LOCAL
INSTITUTO SUPERIOR DE ENGENHARIA DO PORTO - BLOCO F - ÁREA TÉCNICA

CÓDIGO
CENTRAL DE BOMBAGEM SERVIÇO DE INCÊNDIO

CARATERÍSTICAS

A01. MARCA
Marca Exemplo

A02. MODELO
Modelo x

A03. NÚMERO DE SÉRIE
123456789

A04. ANO DE FABRICO
2022

B01. RESPONSÁVEL
Pessoa Responsável

B02. NÚMERO CERTIFICADO DE HOMOLOGAÇÃO
987654321

B03. INSTALADA POR
Empresa Exemplo

B04. DATA DE INSTALAÇÃO
2022

C01. CAUDAL NOMINAL DA CENTRAL
20 m3/h

C02. ALTURA MANOMÉTRICA DA CENTRAL
30 m

C03. POTÊNCIA NOMINAL DA CENTRAL
3000 kW

C04. TENSÃO NOMINAL DA CENTRAL
380/400 V

C05. ACIONAMENTO DAS BOMBAS
Automático e Manual

C06. ABASTECIMENTO DE ÁGUA
Rede pública de abastecimento

C07. CONTROLO DE VÁLVULA DE SEGURANÇA
Pressóstato e eletroválvula

C08. PRESSÃO DE SERVIÇO
6 bar

C09. SISTEMA DE ARREFECIMENTO
Sim

D01. NÚMERO DE ELETROBOMBAS
4

D02. NÚMERO DE MOTOBOMBAS
2

D03. BOMBA JOCKEY
Sim

D04. PRESSÃO DE ARRANQUE BOMBA JOCKEY
7 bar

D05. PRESSÃO DE PARAGEM BOMBA JOCKEY
9 bar

D06. PRESSÃO DE ARRANQUE ELETROBOMBA 1
6 bar

D07. PRESSÃO DE PARAGEM ELETROBOMBA 1
8 bar

D08. PRESSÃO DE ARRANQUE ELETROBOMBA 2
5 bar

D09. PRESSÃO DE PARAGEM ELETROBOMBA 2
8 bar

D10. PRESSÃO DE ARRANQUE ELETROBOMBA 3
4 bar

D11. PRESSÃO DE PARAGEM ELETROBOMBA 3
8 bar

D12. PRESSÃO DE ARRANQUE ELETROBOMBA 4
3 bar

D13. PRESSÃO DE PARAGEM ELETROBOMBA 4
8 bar

TAREFAS

A22. Bombas - Inspecionar visualmente as bombas de um modo geral

EXECUTADO

DESCRIÇÃO
Procedimento de acordo com a EN 12845

A23. Bombas - Verificar os manómetros de pressão e verificar se estão a funcionar corretamente

EXECUTADO

DESCRIÇÃO
Procedimento de acordo com a EN 12845

A31. Acoplamentos - Verificar a existência da proteção do acoplamento

EXECUTADO

DESCRIÇÃO
Procedimento de acordo com a EN 12845

INFRASPEAK

A40. Sistema de Arrefecimento - Verificar o nível do liquido refrigerante

EXECUTADO

DESCRIÇÃO

Procedimento de acordo com a EN 12845

ASSINATURA:

Assinado por Técnico Responsável no dispositivo de Edgar Sousa
(23-05-2022 00:57:45)

6.3 Anexo 3 – CBSI: Manutenção Trimestral

Procedimento manutenção trimestral da central de bombagem serviço de incêndio

INFRASPEAK

NOME DO TRABALHO
105. Central de Bombagem Serviço de Incêndio - Manutenção Trimestral

ESTADO
Completo (100%)

ID
PMP.897565.39849199

LOCAL
ISEP - Instituto Superior de Engenharia do Porto

CLIENTE

Instituto Superior de Engenharia do Porto

DEPARTAMENTO ENGENHARIA MECÂNICA - INSTITUTO SUPERIOR DE ENGENHARIA DO PORTO

ATIVOS

EQUIPAMENTO CENTRAL DE BOMBAGEM SERVIÇO DE INCÊNDIO (105)

TIPO
105

LOCAL
INSTITUTO SUPERIOR DE ENGENHARIA DO PORTO - BLOCO F - ÁREA TÉCNICA

CÓDIGO
CENTRAL DE BOMBAGEM SERVIÇO DE INCÊNDIO

CARATERÍSTICAS

A01. MARCA
Marca Exemplo

A02. MODELO
Modelo x

A03. NÚMERO DE SÉRIE
123456789

A04. ANO DE FABRICO
2022

B01. RESPONSÁVEL
Pessoa Responsável

B02. NÚMERO CERTIFICADO DE HOMOLOGAÇÃO
987654321

B03. INSTALADA POR
Empresa Exemplo

B04. DATA DE INSTALAÇÃO
2022

C01. CAUDAL NOMINAL DA CENTRAL
20 m3/h

C02. ALTURA MANOMÉTRICA DA CENTRAL
30 m

C03. POTÊNCIA NOMINAL DA CENTRAL
3000 kW

C04. TENSÃO NOMINAL DA CENTRAL
380/400 V

C05. ACIONAMENTO DAS BOMBAS
Automático e Manual

C06. ABASTECIMENTO DE ÁGUA
Rede pública de abastecimento

C07. CONTROLO DE VÁLVULA DE SEGURANÇA
Pressóstato e eletroválvula

C08. PRESSÃO DE SERVIÇO
6 bar

C09. SISTEMA DE ARREFECIMENTO
Sim

D01. NÚMERO DE ELETROBOMBAS
4

D02. NÚMERO DE MOTOBOMBAS
2

D03. BOMBA JOCKEY
Sim

D04. PRESSÃO DE ARRANQUE BOMBA JOCKEY
7 bar

D05. PRESSÃO DE PARAGEM BOMBA JOCKEY
9 bar

D06. PRESSÃO DE ARRANQUE ELETROBOMBA 1
6 bar

D07. PRESSÃO DE PARAGEM ELETROBOMBA 1
8 bar

D08. PRESSÃO DE ARRANQUE ELETROBOMBA 2
5 bar

D09. PRESSÃO DE PARAGEM ELETROBOMBA 2
8 bar

D10. PRESSÃO DE ARRANQUE ELETROBOMBA 3
4 bar

D11. PRESSÃO DE PARAGEM ELETROBOMBA 3
8 bar

D12. PRESSÃO DE ARRANQUE ELETROBOMBA 4
3 bar

D13. PRESSÃO DE PARAGEM ELETROBOMBA 4
8 bar

TAREFAS

A22. Bombas - Inspecionar visualmente as bombas de um modo geral

EXECUTADO

DESCRIÇÃO
Procedimento de acordo com a EN 12845

A23. Bombas - Verificar os manómetros de pressão e verificar se estão a funcionar corretamente

EXECUTADO

DESCRIÇÃO
Procedimento de acordo com a EN 12845

A25. Bombas - Verificar a estanqueidade das juntas de vedação do bucim de empanque e respetivo arrefecimento

EXECUTADO

DESCRIÇÃO
Procedimento de acordo com a EN 12845

INFRASPEAK

A27. Caixas de Transmissão - Verificar a temperatura dos rolamentos

EXECUTADO

DESCRIÇÃO

Procedimento de acordo com a EN 12845

A31. Acoplamentos - Verificar a existência da proteção do acoplamento

EXECUTADO

DESCRIÇÃO

Procedimento de acordo com a EN 12845

A40. Sistema de Arrefecimento - Verificar o nível do liquido refrigerante

EXECUTADO

DESCRIÇÃO

Procedimento de acordo com a EN 12845

A44. Sistema de Arrefecimento - Verificar o estado das correias trapezoidais

EXECUTADO

DESCRIÇÃO

Procedimento de acordo com a EN 12845

ASSINATURA:

Assinado por Técnico Responsável no dispositivo de Edgar Sousa
(23-05-2022 00:57:00)

6.4 Anexo 4 – CBSI: Manutenção Semestral

Procedimento manutenção semestral da central de bombagem serviço de incêndio

INFRASPEAK

NOME DO TRABALHO

105. Central de Bombagem Serviço de Incêndio - Manutenção Semestral

ESTADO

Completo (100%)

ID

PMP.897564.39849198

LOCAL

ISEP - Instituto Superior de Engenharia do Porto

CLIENTE

Instituto Superior de Engenharia do Porto

DEPARTAMENTO ENGENHARIA MECÂNICA - INSTITUTO SUPERIOR DE ENGENHARIA DO PORTO

ATIVOS

EQUIPAMENTO CENTRAL DE BOMBAGEM SERVIÇO DE INCÊNDIO (105)

TIPO

105

LOCAL

INSTITUTO SUPERIOR DE ENGENHARIA DO PORTO - BLOCO F - ÁREA TÉCNICA

CÓDIGO

CENTRAL DE BOMBAGEM SERVIÇO DE INCÊNDIO

CARATERÍSTICAS

A01. MARCA
Marca Exemplo

A02. MODELO
Modelo x

A03. NÚMERO DE SÉRIE
123456789

A04. ANO DE FABRICO
2022

B01. RESPONSÁVEL
Pessoa Responsável

B02. NÚMERO CERTIFICADO DE HOMOLOGAÇÃO
987654321

B03. INSTALADA POR
Empresa Exemplo

B04. DATA DE INSTALAÇÃO
2022

C01. CAUDAL NOMINAL DA CENTRAL
20 m3/h

C02. ALTURA MANOMÉTRICA DA CENTRAL
30 m

C03. POTÊNCIA NOMINAL DA CENTRAL
3000 kW

C04. TENSÃO NOMINAL DA CENTRAL
380/400 V

C05. ACIONAMENTO DAS BOMBAS
Automático e Manual

C06. ABASTECIMENTO DE ÁGUA
Rede pública de abastecimento

C07. CONTROLO DE VÁLVULA DE SEGURANÇA
Pressóstato e eletroválvula

C08. PRESSÃO DE SERVIÇO
6 bar

C09. SISTEMA DE ARREFECIMENTO
Sim

D01. NÚMERO DE ELETROBOMBAS
4

D02. NÚMERO DE MOTOBOMBAS
2

D03. BOMBA JOCKEY
Sim

D04. PRESSÃO DE ARRANQUE BOMBA JOCKEY
7 bar

D05. PRESSÃO DE PARAGEM BOMBA JOCKEY
9 bar

D06. PRESSÃO DE ARRANQUE ELETROBOMBA 1
6 bar

D07. PRESSÃO DE PARAGEM ELETROBOMBA 1
8 bar

D08. PRESSÃO DE ARRANQUE ELETROBOMBA 2
5 bar

D09. PRESSÃO DE PARAGEM ELETROBOMBA 2
8 bar

D10. PRESSÃO DE ARRANQUE ELETROBOMBA 3
4 bar

D11. PRESSÃO DE PARAGEM ELETROBOMBA 3
8 bar

D12. PRESSÃO DE ARRANQUE ELETROBOMBA 4
3 bar

D13. PRESSÃO DE PARAGEM ELETROBOMBA 4
8 bar

TAREFAS

A22. Bombas - Inspecionar visualmente as bombas de um modo geral

EXECUTADO

DESCRIÇÃO

Procedimento de acordo com a EN 12845

A23. Bombas - Verificar os manómetros de pressão e verificar se estão a funcionar corretamente

EXECUTADO

DESCRIÇÃO

Procedimento de acordo com a EN 12845

A25. Bombas - Verificar a estanqueidade das juntas de vedação do bucim de empanque e respetivo arrefecimento

EXECUTADO

DESCRIÇÃO

Procedimento de acordo com a EN 12845

INFRASPEAK

A26. Bombas - Verificar a massa ou óleo lubrificante dos rolamentos — EXECUTADO

DESCRIÇÃO
Procedimento de acordo com a EN 12845

A27. Caixas de Transmissão - Verificar a temperatura dos rolamentos — EXECUTADO

DESCRIÇÃO
Procedimento de acordo com a EN 12845

A28. Caixas de Transmissão - Verificar o alinhamento lateral com o veio da bomba — EXECUTADO

DESCRIÇÃO
Procedimento de acordo com a EN 12845

A30. Acoplamentos - Verificar o alinhamento e tolerancias — EXECUTADO

DESCRIÇÃO
Procedimento de acordo com a EN 12845

A31. Acoplamentos - Verificar a existência da proteção do acoplamento — EXECUTADO

DESCRIÇÃO
Procedimento de acordo com a EN 12845

A39. Sistema de Arrefecimento - Verificar o filtro da água de arrefecimento do permutador — EXECUTADO

DESCRIÇÃO
Procedimento de acordo com a EN 12845

A40. Sistema de Arrefecimento - Verificar o nível do liquido refrigerante — EXECUTADO

DESCRIÇÃO
Procedimento de acordo com a EN 12845

A41. Sistema de Arrefecimento - Verificar o circuito de arrefecimento do permutador — EXECUTADO

DESCRIÇÃO
Procedimento de acordo com a EN 12845

A44. Sistema de Arrefecimento - Verificar o estado das correias trapezoidais — EXECUTADO

DESCRIÇÃO
Procedimento de acordo com a EN 12845

ASSINATURA:

Assinado por Técnico Responsável no dispositivo de Edgar Sousa
(23-05-2022 00:56:26)

6.5 Anexo 5 – CBSI: Manutenção Anual

Procedimento manutenção anual da central de bombagem serviço de incêndio

INFRASPEAK

NOME DO TRABALHO

105. Central de Bombagem Serviço de Incêndio - Manutenção Anual

ESTADO

Completo (100%)

ID

PMP.878039.38862432

LOCAL

ISEP - Instituto Superior de Engenharia do Porto

CLIENTE

Instituto Superior de Engenharia do Porto

DEPARTAMENTO ENGENHARIA MECÂNICA - INSTITUTO SUPERIOR DE ENGENHARIA DO PORTO

ATIVOS

EQUIPAMENTO CENTRAL DE BOMBAGEM SERVIÇO DE INCÊNDIO (105)

TIPO

105

LOCAL

INSTITUTO SUPERIOR DE ENGENHARIA DO PORTO - BLOCO F - ÁREA TÉCNICA

CÓDIGO

CENTRAL DE BOMBAGEM SERVIÇO DE INCÊNDIO

CARATERÍSTICAS

A01. MARCA
Marca Exemplo

A02. MODELO
Modelo x

A03. NÚMERO DE SÉRIE
123456789

A04. ANO DE FABRICO
2022

B01. RESPONSÁVEL
Pessoa Responsável

B02. NÚMERO CERTIFICADO DE HOMOLOGAÇÃO
987654321

B03. INSTALADA POR
Empresa Exemplo

B04. DATA DE INSTALAÇÃO
2022

C01. CAUDAL NOMINAL DA CENTRAL
20 m3/h

C02. ALTURA MANOMÉTRICA DA CENTRAL
30 m

C03. POTÊNCIA NOMINAL DA CENTRAL
3000 kW

C04. TENSÃO NOMINAL DA CENTRAL
380/400 V

C05. ACIONAMENTO DAS BOMBAS
Automático e Manual

C06. ABASTECIMENTO DE ÁGUA
Rede pública de abastecimento

C07. CONTROLO DE VÁLVULA DE SEGURANÇA
Pressóstato e eletroválvula

C08. PRESSÃO DE SERVIÇO
6 bar

C09. SISTEMA DE ARREFECIMENTO
Sim

D01. NÚMERO DE ELETROBOMBAS
4

D02. NÚMERO DE MOTOBOMBAS
2

D03. BOMBA JOCKEY
Sim

D04. PRESSÃO DE ARRANQUE BOMBA JOCKEY
7 bar

D05. PRESSÃO DE PARAGEM BOMBA JOCKEY
9 bar

D06. PRESSÃO DE ARRANQUE ELETROBOMBA 1
6 bar

D07. PRESSÃO DE PARAGEM ELETROBOMBA 1
8 bar

D08. PRESSÃO DE ARRANQUE ELETROBOMBA 2
5 bar

D09. PRESSÃO DE PARAGEM ELETROBOMBA 2
8 bar

D10. PRESSÃO DE ARRANQUE ELETROBOMBA 3
4 bar

D11. PRESSÃO DE PARAGEM ELETROBOMBA 3
8 bar

D12. PRESSÃO DE ARRANQUE ELETROBOMBA 4
3 bar

D13. PRESSÃO DE PARAGEM ELETROBOMBA 4
8 bar

TAREFAS

A22. Bombas - Inspecionar visualmente as bombas de um modo geral

EXECUTADO

DESCRIÇÃO

Procedimento de acordo com a EN 12845

A23. Bombas - Verificar os manómetros de pressão e verificar se estão a funcionar corretamente

EXECUTADO

DESCRIÇÃO

Procedimento de acordo com a EN 12845

A24. Bombas - Verificar os rolamentos e respetivas temperaturas de funcionamento

EXECUTADO

DESCRIÇÃO

Procedimento de acordo com a EN 12845

A25. Bombas - Verificar a estanqueidade das juntas de vedação do bucim de empanque e respetivo arrefecimento — EXECUTADO

DESCRIÇÃO
Procedimento de acordo com a EN 12845

A26. Bombas - Verificar a massa ou óleo lubrificante dos rolamentos — EXECUTADO

DESCRIÇÃO
Procedimento de acordo com a EN 12845

A27. Caixas de Transmissão - Verificar a temperatura dos rolamentos — EXECUTADO

DESCRIÇÃO
Procedimento de acordo com a EN 12845

A28. Caixas de Transmissão - Verificar o alinhamento lateral com o veio da bomba — EXECUTADO

DESCRIÇÃO
Procedimento de acordo com a EN 12845

A29. Caixas de Transmissão - Substituir o óleo da caixa de transmissão — EXECUTADO

DESCRIÇÃO
Procedimento de acordo com a EN 12845

A30. Acoplamentos - Verificar o alinhamento e tolerancias — EXECUTADO

DESCRIÇÃO
Procedimento de acordo com a EN 12845

A31. Acoplamentos - Verificar a existência da proteção do acoplamento — EXECUTADO

DESCRIÇÃO
Procedimento de acordo com a EN 12845

A32. Acoplamentos - Verificar a massa lubrificante — EXECUTADO

DESCRIÇÃO
Procedimento de acordo com a EN 12845

A39. Sistema de Arrefecimento - Verificar o filtro da água de arrefecimento do permutador — EXECUTADO

DESCRIÇÃO
Procedimento de acordo com a EN 12845

A40. Sistema de Arrefecimento - Verificar o nível do liquido refrigerante — EXECUTADO

DESCRIÇÃO
Procedimento de acordo com a EN 12845

A41. Sistema de Arrefecimento - Verificar o circuito de arrefecimento do permutador — EXECUTADO

DESCRIÇÃO
Procedimento de acordo com a EN 12845

A42. Sistema de Arrefecimento - Verificar se a turbina esta a funcionar corretamente e substituir se necessario — EXECUTADO

DESCRIÇÃO
Procedimento de acordo com a EN 12845

A43. Sistema de Arrefecimento - Verificar tubos, juntas de vedação e grampos — EXECUTADO

DESCRIÇÃO
Procedimento de acordo com a EN 12845

A44. Sistema de Arrefecimento - Verificar o estado das correias trapezoidais — EXECUTADO

DESCRIÇÃO
Procedimento de acordo com a EN 12845

A45. Sistema de Arrefecimento - Ajustar o termostato pré-aquecedor da água de arrefecimento — EXECUTADO

DESCRIÇÃO
Procedimento de acordo com a EN 12845

A46. Válvulas de Retenção - Verificar se as válvulas de retenção funcionam corretamente e substituir se necessario — EXECUTADO

DESCRIÇÃO
Procedimento de acordo com a EN 12845

ASSINATURA:

Assinado por Técnico Responsável no dispositivo de Edgar Sousa
(23-05-2022 00:58:22)

6.6 Anexo 6 – CBSI: Inspeção Anual

Procedimento inspeção anual da central de bombagem serviço de incêndio

INFRASPEAK

NOME DO TRABALHO
105. Central de Bombagem Serviço de Incêndio - Fiscalização anual por Empresa registada na ANEPC

ESTADO
Completo (100%)

ID
AUDIT.878040.38862433

LOCAL
ISEP - Instituto Superior de Engenharia do Porto

CLIENTE

Instituto Superior de Engenharia do Porto

DEPARTAMENTO ENGENHARIA MECÂNICA - INSTITUTO SUPERIOR DE ENGENHARIA DO PORTO

DETALHES DA AUDITORIA

100%

RESULTADO TOTAL
100.0 %
25 pontos de 25. (Total: 25)

EQUIPAMENTO

TIPO
CÓDIGO
Central de Bombagem Serviço de Incêndio

LOCAL
Instituto Superior de Engenharia do Porto - Bloco F - Área Técnica

OBSERVAÇÕES
Sem observações

RESULTADO
100.0 %
25 pontos de 25. (Total: 25)

CARATERÍSTICAS

A01. MARCA
Marca Exemplo

A02. MODELO
Modelo x

A03. NÚMERO DE SÉRIE
123456789

A04. ANO DE FABRICO
2022

B01. RESPONSÁVEL
Pessoa Responsável

B02. NÚMERO CERTIFICADO DE HOMOLOGAÇÃO
987654321

B03. INSTALADA POR
Empresa Exemplo

B04. DATA DE INSTALAÇÃO
2022

C01. CAUDAL NOMINAL DA CENTRAL
20 m3/h

C02. ALTURA MANOMÉTRICA DA CENTRAL
30 m

C03. POTÊNCIA NOMINAL DA CENTRAL
3000 kW

C04. TENSÃO NOMINAL DA CENTRAL
380/400 V

C05. ACIONAMENTO DAS BOMBAS
Automático e Manual

C06. ABASTECIMENTO DE ÁGUA
Rede pública de abastecimento

C07. CONTROLO DE VÁLVULA DE SEGURANÇA
Pressóstato e eletroválvula

C08. PRESSÃO DE SERVIÇO
6 bar

C09. SISTEMA DE ARREFECIMENTO
Sim

D01. NÚMERO DE ELETROBOMBAS
4

D02. NÚMERO DE MOTOBOMBAS
2

D03. BOMBA JOCKEY
Sim

D04. PRESSÃO DE ARRANQUE BOMBA JOCKEY
7 bar

D05. PRESSÃO DE PARAGEM BOMBA JOCKEY
9 bar

D06. PRESSÃO DE ARRANQUE ELETROBOMBA 1
6 bar

D07. PRESSÃO DE PARAGEM ELETROBOMBA 1
8 bar

D08. PRESSÃO DE ARRANQUE ELETROBOMBA 2
5 bar

D09. PRESSÃO DE PARAGEM ELETROBOMBA 2
8 bar

D10. PRESSÃO DE ARRANQUE ELETROBOMBA 3
4 bar

D11. PRESSÃO DE PARAGEM ELETROBOMBA 3
8 bar

D12. PRESSÃO DE ARRANQUE ELETROBOMBA 4
3 bar

D13. PRESSÃO DE PARAGEM ELETROBOMBA 4
8 bar

B01. ACOMPANHAMENTO DE FISCALIZAÇÃO REALIZADA POR EMPRESA REGISTADA NA ANEPC: INSPEÇÃO (105)

Completo

B01.01. Bombas - Inspecionar visualmente as bombas de um modo geral	Não Aplicável	Não Conforme	Conforme
B01.02. Bombas - Verificar os manómetros de pressão e verificar se estão a funcionar corretamente	Não Aplicável	Não Conforme	Conforme

B01.03. Bombas - Verificar os rolamentos e respetivas temperaturas de funcionamento	Não Aplicável	Não Conforme	Conforme
B01.04. Bombas - Verificar a estanqueidade das juntas de vedação do bucim de empanque e respetivo arrefecimento	Não Aplicável	Não Conforme	Conforme
B01.05. Bombas - Verificar a massa ou óleo lubrificante dos rolamentos	Não Aplicável	Não Conforme	Conforme
B01.06. Caixas de Transmissão - Verificar a temperatura dos rolamentos	Não Aplicável	Não Conforme	Conforme
B01.07. Caixas de Transmissão - Verificar o alinhamento lateral com o veio da bomba	Não Aplicável	Não Conforme	Conforme
B01.08. Caixas de Transmissão - Substituir o óleo da caixa de transmissão	Não Aplicável	Não Conforme	Conforme
B01.09. Acoplamentos - Verificar o alinhamento e tolerancias	Não Aplicável	Não Conforme	Conforme
B01.10. Acoplamentos - Verificar a existência da proteção do acoplamento	Não Aplicável	Não Conforme	Conforme
B01.11. Acoplamentos - Verificar a massa lubrificante	Não Aplicável	Não Conforme	Conforme
B01.12. Motores Diesel - Verificar se a velocidade nominal é a correta	Não Aplicável	Não Conforme	Conforme
B01.13. Motores Diesel - Verificar consolas e tubos	Não Aplicável	Não Conforme	Conforme
B01.14. Motores Diesel - Limpar os filtros de ar e substituir se necessário	Não Aplicável	Não Conforme	Conforme
B01.15. Motores Diesel - Verificar os elementos de ligaço, nomeadamente parafusos, porcas e outras conexões	Não Aplicável	Não Conforme	Conforme
B01.16. Motores Diesel - Verificar o isolamento do sistema de escape	Não Aplicável	Não Conforme	Conforme
B01.17. Motores Diesel - Verificar o sistema de ventilação	Não Aplicável	Não Conforme	Conforme
B01.18. Sistema de Arrefecimento - Verificar o filtro da água de arrefecimento do permutador	Não Aplicável	Não Conforme	Conforme
B01.19. Sistema de Arrefecimento - Verificar o nível do liquido refrigerante	Não Aplicável	Não Conforme	Conforme
B01.20. Sistema de Arrefecimento - Verificar o circuito de arrefecimento do permutador	Não Aplicável	Não Conforme	Conforme
B01.21. Sistema de Arrefecimento - Verificar se a turbina esta a funcionar corretamente e substituir se necessario	Não Aplicável	Não Conforme	Conforme
B01.22. Sistema de Arrefecimento - Verificar tubos, juntas de vedação e grampos	Não Aplicável	Não Conforme	Conforme
B01.23. Sistema de Arrefecimento - Verificar o estado das correias trapezoidais	Não Aplicável	Não Conforme	Conforme
B01.24. Sistema de Arrefecimento - Ajustar o termostato pré-aquecedor da água de arrefecimento	Não Aplicável	Não Conforme	Conforme
B01.25. Válvulas de Retenção - Verificar se as válvulas de retenção funcionam corretamente e substituir se necessario	Não Aplicável	Não Conforme	Conforme

B02. ACOMPANHAMENTO DE FISCALIZAÇÃO REALIZADA POR EMPRESA REGISTADA NA ANEPC: REGISTOS (105) Completo

B05.01. Empresa responsável pela inspeção:	Empresa Exemplo
B05.01. Ispeção realizada por:	Inspector Exemplo

B03. ANEXAR TERMO DE RESPONSABILIDADE, SUBSCRITO PELO TÉCNICO RESPONSÁVEL DA ENTIDADE REGISTADA NA ANEPC QUE REALIZOU A INTERVENÇÃO AOS SISTEMAS, ATESTANDO QUE FORAM CUMPRIDAS AS NORMAS APLICÁVEIS E INSTRUÇÕES DOS FABRICANTES. (105) Completo

FOTOS DA TAREFA

B03. ANEXAR RELATÓRIO DE MANUTENÇÃO, SUBSCRITO PELO TÉCNICO QUE INTERVENCIONOU OS SISTEMAS, COM INFORMAÇÕES DETALHADAS SOBRE AS AÇÕES EXECUTADAS. (105)

Completo

FOTOS DA TAREFA

ASSINATURA:

Assinado por Técnico Responsável no dispositivo de Edgar Sousa

6.7 Anexo 7 – CBSI: Acompanhamento Externo

Procedimento acompanhamento serviço externo à central de bombagem serviço de incêndio

INFRASPEAK

NOME DO TRABALHO
105. Central de Bombagem Serviço de Incêndio - Acompanhamento Externo

ESTADO
Completo (100%)

ID
PMP.897567.39849229

LOCAL
ISEP - Instituto Superior de Engenharia do Porto

CLIENTE

Instituto Superior de Engenharia do Porto

DEPARTAMENTO ENGENHARIA MECÂNICA - INSTITUTO SUPERIOR DE ENGENHARIA DO PORTO

ATIVOS

EQUIPAMENTO CENTRAL DE BOMBAGEM SERVIÇO DE INCÊNDIO (105)

TIPO
105

LOCAL
INSTITUTO SUPERIOR DE ENGENHARIA DO PORTO - BLOCO F - ÁREA TÉCNICA

CÓDIGO
CENTRAL DE BOMBAGEM SERVIÇO DE INCÊNDIO

CARATERÍSTICAS

A01. MARCA
Marca Exemplo

A02. MODELO
Modelo x

A03. NÚMERO DE SÉRIE
123456789

A04. ANO DE FABRICO
2022

B01. RESPONSÁVEL
Pessoa Responsável

B02. NÚMERO CERTIFICADO DE HOMOLOGAÇÃO
987654321

B03. INSTALADA POR
Empresa Exemplo

B04. DATA DE INSTALAÇÃO
2022

C01. CAUDAL NOMINAL DA CENTRAL
20 m3/h

C02. ALTURA MANOMÉTRICA DA CENTRAL
30 m

C03. POTÊNCIA NOMINAL DA CENTRAL
3000 kW

C04. TENSÃO NOMINAL DA CENTRAL
380/400 V

C05. ACIONAMENTO DAS BOMBAS
Automático e Manual

C06. ABASTECIMENTO DE ÁGUA
Rede pública de abastecimento

C07. CONTROLO DE VÁLVULA DE SEGURANÇA
Pressóstato e eletroválvula

C08. PRESSÃO DE SERVIÇO
6 bar

C09. SISTEMA DE ARREFECIMENTO
Sim

D01. NÚMERO DE ELETROBOMBAS
4

D02. NÚMERO DE MOTOBOMBAS
2

D03. BOMBA JOCKEY
Sim

D04. PRESSÃO DE ARRANQUE BOMBA JOCKEY
7 bar

D05. PRESSÃO DE PARAGEM BOMBA JOCKEY
9 bar

D06. PRESSÃO DE ARRANQUE ELETROBOMBA 1
6 bar

D07. PRESSÃO DE PARAGEM ELETROBOMBA 1
8 bar

D08. PRESSÃO DE ARRANQUE ELETROBOMBA 2
5 bar

D09. PRESSÃO DE PARAGEM ELETROBOMBA 2
8 bar

D10. PRESSÃO DE ARRANQUE ELETROBOMBA 3
4 bar

D11. PRESSÃO DE PARAGEM ELETROBOMBA 3
8 bar

D12. PRESSÃO DE ARRANQUE ELETROBOMBA 4
3 bar

D13. PRESSÃO DE PARAGEM ELETROBOMBA 4
8 bar

TAREFAS

Z01. Acompanhamento da execução do serviço por fornecedor externo

EXECUTADO

FOTOS DA TAREFA

ASSINATURA:

Assinado por Técnico Responsável no dispositivo de Edgar Sousa
(23-05-2022 00:57:28)