

iscte

INSTITUTO
UNIVERSITÁRIO
DE LISBOA

Implementação de um *dashboard* para monitorização e controlo das atividades de manutenção numa empresa prestadora de serviços

Rita Lopes Marques

Mestrado em Business Analytics

Orientador:

Doutor Raul Manuel da Silva Laureano, Professor Associado,
ISCTE Business School

Outubro, 2023



BUSINESS
SCHOOL

Departamento de Métodos Quantitativos para Gestão e
Economia

**Implementação de um *dashboard* para monitorização e
controlo das atividades de manutenção numa empresa
prestadora de serviços**

Rita Lopes Marques

Mestrado em Business Analytics

Orientador:

Doutor Raul Manuel da Silva Laureano, Professor Associado,
ISCTE Business School

Outubro, 2023

Dedico esta dissertação de mestrado às minhas irmãs, que estiveram sempre presentes e me motivaram mesmo sem o saberem que o estavam a fazer.

Agradecimentos

A realização desta dissertação não teria sido possível sem o apoio e contributos de várias pessoas, a quem deixo o meu profundo agradecimento.

Aos meus pais, Mónica e Nelson, os dois maiores incentivadores das realizações dos meus sonhos, que sempre acreditaram em mim e nunca me deixaram desistir. Agradeço o afeto e dedicação que me deram ao longo da minha existência e o apoio incondicional durante todo o meu trajeto académico e profissional. À minha irmã, Alexandra, pela paciência e pelo apoio ao longo desta etapa e por ser a minha companheira de vida. À minha irmã, Sofia, a que mais sofreu com a minha ausência na fase final do projeto, agradeço por ser o meu maior incentivo e pela alegria com que me recebe sempre. Aos meus avós, pelos valores que passaram e por sempre me mostraram o quanto orgulhosos estavam de mim.

Ao meu namorado João, por me incentivar todos os dias, pela compreensão e pela paciência que teve comigo durante a realização da tese.

Ao resto da minha família, na impossibilidade de agradecer individualmente, expresso a minha gratidão por acreditar em mim e por estarem sempre a meu lado.

Ao meu orientador, Professor Raul, agradeço não só pela orientação, apoio e disponibilidade durante todo o projeto, mas, também pela partilha de conhecimentos que me transmitiu e pela ajuda despendida ao longo do mestrado.

Não podia deixar de agradecer aos meus colegas de trabalho, em especial à Carolina, por acreditar em mim desde o primeiro dia em que entrei na upK e pela disponibilidade ao longo da realização da dissertação.

Obrigada!

Resumo

O bom funcionamento de instalações como hospitais, centros comerciais e fábricas depende fortemente da realização diligente e atempada das atividades de manutenção. No entanto, um problema generalizado que frequentemente aflige estes estabelecimentos é a falta de monitorização das suas atividades de manutenção de uma forma clara e rápida. Esta deficiência na supervisão contribui para ineficiências nas equipas de manutenção ou até interrupções em tarefas de manutenção críticas, podendo comprometer o bom funcionamento do negócio do cliente.

Neste contexto, a presente dissertação assenta no desenvolvimento de um *dashboard* operacional para a área da manutenção, com aplicação na upK – Gestão de Facilities e Manutenção, uma empresa prestadora de serviços de *facilities management* (FM) e manutenção.

Selecionaram-se vinte e cinco indicadores-chave de desempenho (KPI) com recurso à realização de uma revisão sistemática da literatura (RSL), adaptada do PRISMA. A seleção da literatura teve por base um conjunto de critérios de exclusão e inclusão que permitiram obter doze artigos relacionados com a temática de indicadores na manutenção.

Para construção do *dashboard* utilizou-se a ferramenta *Power BI* que reflete os KPI selecionados não só pela literatura, mas também, com auxílio de especialistas da empresa. As etapas da metodologia aplicadas ao caso de estudo na empresa upK, que resultaram no desenvolvimento da ferramenta de visualização, assentaram no CRISP-DM.

Esta dissertação permite conhecer um conjunto de KPI relevantes na monitorização das atividades de manutenção, bem como oferecer um modelo de *dashboard* a ser incorporado na empresa. Contribui, também, para validar a adequabilidade da metodologia CRISP-DM a projetos de desenvolvimento de *dashboards*.

Palavras-chave: Manutenção, KPI, performance, *dashboard*

Classificação JEL: M10 e M15

Abstract

The smooth running of facilities such as hospitals, shopping centers and factories depends heavily on diligent and timely maintenance activities. However, a widespread problem that often afflicts these establishments is the lack of clear and rapid monitoring of their maintenance activities. This deficiency in supervision contributes to inefficiencies in maintenance teams or even interruptions in critical maintenance tasks, which can jeopardize the smooth running of the client's business.

In this context, this dissertation is based on the development of an operational dashboard for the maintenance area, to be applied at upK - Gestão de Facilites e Manutenção, a company that provides facilities management (FM) and maintenance services.

Twenty-five key performance indicators (KPIs) were selected using a systematic literature review (SLR) adapted from PRISMA. The selection of literature was based on a set of exclusion and inclusion criteria which resulted in twelve articles about indicators in maintenance.

The dashboard was built using the Power BI tool, which reflects the KPIs selected not only from the literature, but also with the help of company experts. The stages of the methodology applied to the case study at the upK company, which resulted in the development of the visualization tool, were based on CRISP-DM.

This dissertation provides a set of relevant KPIs for monitoring maintenance activities, as well as offering a dashboard model to be incorporated into the company. It also helps to validate the suitability of the CRISP-DM methodology for dashboard development projects.

Keywords: Maintenance, KPI, performance, dashboard

JEL classification: M10 e M15

Índice

Agradecimentos.....	i
Resumo.....	iii
Abstract	v
Índice.....	vii
Índice de Figuras	ix
Índice de Tabelas.....	xi
Lista de siglas, acrónimos e abreviaturas	xiii
1. Introdução	1
1.1. Tema e sua relevância.....	1
1.2. Problema e questão de investigação	2
1.3. Objetivos e contributos.....	2
1.4. Abordagem metodológica.....	3
1.5. Estrutura da dissertação	4
2. Revisão da Literatura	5
2.1. Conceitos no <i>facility management</i>	5
2.1.1. Manutenção em instalações	6
2.2. Indicadores de performance na manutenção	8
2.2.1. Protocolo de revisão sistemática de literatura.....	9
2.2.1.1. Objetivos e questões de investigação	10
2.2.1.2. Processo de seleção dos artigos.....	10
2.2.1.3. Análise e avaliação dos artigos	12
2.2.2. Caracterização dos artigos	13
2.2.3. Análise dos artigos.....	15
2.2.3.1. Âmbito e objetivos dos estudos.....	15
2.2.3.2. Metodologias adotadas pelos estudos	16
2.2.3.3. Indicadores de performance e suas características	17

2.2.3.4.	Resultados e investigações futuras	18
2.2.4.	Avaliação dos artigos	19
2.3.	Monitorização de atividades de manutenção	21
3.	Metodologia	25
3.1.	Compreensão do negócio.....	25
3.2.	Compreensão dos dados	26
3.3.	Preparação dos dados.....	28
3.4.	Modelação	31
3.5.	Avaliação	34
3.6.	Implementação.....	34
4.	Resultados e discussão	37
4.1.	<i>Dashboard</i> de monitorização de atividade de manutenção	37
4.1.1.	Descrição detalhada do <i>dashboard</i>	39
4.2.	Avaliação do <i>dashboard</i>	44
4.3.	Discussão	45
5.	Conclusões	49
5.1.	Contributos	50
5.2.	Limitações	52
5.3.	Recomendações e trabalho futuro.....	52
	Referências Bibliográficas	55
	Apêndice.....	59
	Anexos.....	63

Índice de figuras

Figura 2.1 - Desempenho dos equipamentos, sistemas, edifícios.	7
Figura 2.2 - Tipos de Manutenção segundo CEN (2001)	8
Figura 2.3 - Processo da Revisão Sistemática da Literatura	13
Figura 2.4 - Quantidade de artigos por área científica do Scopus.....	14
Figura 2.5 - Nuvem de palavras-chaves dos artigos da RSL	15
Figura 2.6 - Etapas do desenvolvimento de um dashboard.....	22
Figura 2.7 - Exemplo dashboard aplicado à manutenção.....	24
Figura 3.1 - Etapas do CRISP-DM.....	25
Figura 3.2 - Etapas da Preparação dos dados	28
Figura 3.3 - Modelo de dados.....	30
Figura 4.1 - Dashboard para monitorização das atividades de manutenção	38
Figura 4.10 - Filtros disponíveis no dashboard	39
Figura 4.2 - KPI de monitorização das atividades	39
Figura 4.3 - Evolução do número de manutenções corretivas	41
Figura 4.4 - Quantidade de manutenções corretivas por família de equipamentos.....	42
Figura 4.5 - Distribuição do número de horas por tipo de manutenção	42
Figura 4.6 - Distribuição do número de manutenções	42
Figura 4.7 - Evolução das atividades preventivas sem drill down	43
Figura 4.8 - Evolução das atividades preventivas com drill down num trimestre	43
Figura 4.9 - Indicadores preventivos por zona das equipas	43

Índice de tabelas

Tabela 2.1 - Critérios de exclusão e inclusão.....	11
Tabela 2.2 - Critérios de avaliação dos artigos	12
Tabela 2.3 - Artigos selecionados com a RSL	14
Tabela 2.4 - Âmbito e objetivo dos estudos	15
Tabela 2.5 - Metodologia adotada.....	16
Tabela 2.6 - Métricas e KPI na manutenção	17
Tabela 2.7 - Sumarização dos resultados e pistas futuras dos estudos.....	19
Tabela 2.8 - Avaliação dos artigos da RSL.....	19
Tabela 3.1 - Fórmula de cálculo para criação das colunas de duração da OT	29
Tabela 3.2 - Fórmulas de Cálculo para construção da tabela Data	30
Tabela 3.3 - Indicadores e métricas desenvolvidas	32
Tabela 3.4 - Elementos visuais criados para respostas às questões	33
Tabela 3.5 - Questionário de avaliação do dashboard.....	34
Tabela 4.1 - Avaliação do <i>dashboard</i> por utilizadores	44

Lista de abreviaturas, acrónimos e siglas

CRISP-DM – *Cross-industry standard process for data mining*

DW – *Datawarehouse*

e.g. – por exemplo

FM – *Facility Management*

IFMA – *International Facility Management Association*

KPI – Indicadores-chave de performance

MTBF – *Mean time between failures*

MTTF – *Mean time to repair*

OEE – *Overall equipment efficiency*

OT – ordem de trabalho

PMP – Percentagem de manutenção planeada

PRISMA – *Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analysis*

RSL – Revisão sistemática da literatura

SLA – *Service level agreement*

1. Introdução

1.1. Tema e sua relevância

Equipamentos e edifícios são sujeitos a variados fatores, como uso inadequado ou causas naturais, que contribuem para deterioração destes. A realização de manutenções a equipamentos/ sistemas é então necessária para contrariar o processo de depreciação destes (Dzulkifli *et al.*, 2021). Entende-se como manutenção o conjunto de ações técnicas, de gestão e de supervisão, realizadas a equipamentos, sistemas e infraestruturas, com o objetivo de se manterem operacionais e desempenharem as suas funções (NP EN 13306:2007).

A manutenção, pertencente ao conjunto de atividades do *Facility Management* (FM), está decomposta em dois grandes segmentos, a manutenção preventiva e a manutenção corretiva. A manutenção preventiva tem por base a execução de ações periódicas com o objetivo de reduzir falhas nos sistemas (Doyen *et al.*, 2011). Já a manutenção corretiva, muitas vezes conhecida como reparação, é a manutenção realizada após o não funcionamento do equipamento/sistema. Estas atividades, por não serem o negócio das organizações e apresentarem-se como atividades específicas, ocasionais e com necessidades de formação, são desempenhas na sua maioria por entidades externas (Sá, 2016).

A inexistência de controlo das atividades de manutenção em instalações como hospitais, centros comerciais, fábricas, pode levar à ineficiência das equipas de trabalho das entidades prestadoras de serviços de manutenção e das tarefas executadas durante as ações de manutenção, o que por vezes compromete o bom funcionamento da atividade do cliente. Assim, a má gestão de desempenho leva à não criação de valor e à insatisfação do consumidor dos serviços de manutenção prestados (Hao *et al.*, 2010).

O controlo das atividades de manutenção é vital para que as prestadoras destes serviços de manutenção assegurem operações eficientes, e contribuam para criar um ambiente propício nas instalações, maximizando a vida útil e o valor dos ativos.

Neste contexto, é de extrema importância que sejam definidas métricas de desempenho claras e *Key Performance Indicator* (KPI) para medir a qualidade e a eficiência das atividades de manutenção, avaliando regularmente os resultados.

1.2. Problema e questão de investigação

As empresas prestadoras de serviços de FM pretendem uma fácil visualização dos dados e indicadores para monitorização das suas atividades, bem como identificar falhas nas suas operações, tanto nas equipas como em equipamentos, com a finalidade de aumentar a performance das suas equipas. A presente investigação passa então por solucionar o problema da necessidade da gestão e monitorização das atividades operacionais de manutenção através de ferramentas de visualização, tais como os *dashboards*.

O controlo e monitorização dos vários setores de uma empresa através de *dashboards* é, frequentemente, utilizado nas grandes organizações empresariais, no entanto, deve passar a ser uma realidade nas pequenas e médias empresas (Vilarinho *et al.*, 2018). Este conjunto de empresas começa já a ter a consciência que a monitorização do desempenho não pode passar apenas pelos aspetos financeiros (Immawan *et al.*, 2019), existindo também a necessidade de apostar em ferramentas de visualização nas atividades operacionais e de recursos humanos.

É na área das operações que o controlo das atividades através de ferramentas de visualização tem mais impacto. Melhorar a eficiência e a performance das atividades realizadas, bem como o controlo de custos associados, são consequências da utilização dos *dashboards*. Tudo isto permite às empresas suportarem e tomarem decisões mais adequadas ao seu negócio.

Para ir de encontro ao problema identificado é definida a seguinte questão de investigação:

- De que maneira o desenvolvimento de um *dashboard* vai auxiliar a monitorização das atividades de manutenção das organizações e, conseqüentemente, melhorar a eficiência e performance destas atividades?

1.3. Objetivos e contributos

Para desenvolvimento da investigação e com o objetivo de dar resposta à questão de investigação é definido como objetivo construir um *dashboard* para monitorização de atividades de manutenção. Em particular, são definidos três objetivos específicos.

OE 1. Identificar indicadores de performance pertinentes para o controlo e monitorização de atividades na área da manutenção;

OE 2. Construir um *dashboard* com indicadores e métricas para monitorização das atividades de manutenção;

OE 3. Avaliar o *dashboard* desenvolvido pelos potenciais utilizadores.

A concretização dos objetivos permite aos utilizadores, nomeadamente os gestores das equipas de manutenção, possuírem uma ferramenta, na forma de visualização simples, que podem implementar nas suas organizações, de forma a responder à necessidade de monitorização das suas atividades de manutenção.

Os estudos já realizados nesta área não são muito abundantes na comunidade científica, pelo que, a realização da investigação contribui para a ampliação da literatura a respeito do conhecimento de métricas e da utilização de ferramentas de visualização, como *dashboards*, para monitorização da atividade de manutenção. Os artigos disponíveis acerca de métricas são muito relacionados com os equipamentos e/ou com o desempenho destes (Green *et al.*, 2019; Moyne *et al.*, 2013), encontrando-se pouca literatura de indicadores e métricas para gestão das equipas de manutenção e de monitorização de atividade de manutenção preventiva e corretiva.

A realização desta dissertação contribui na ampliação da literatura a respeito do conhecimento de métricas e da utilização de ferramentas de visualização, como *dashboards*, para gestão de performance na manutenção. Vai apresentar uma lista validada, por especialistas, de KPI e métricas para avaliar o desempenho das atividades de manutenção. Também a sociedade, principalmente as empresas que operam no setor da manutenção, com a execução da investigação beneficiam na medida em que possuem um protótipo, na forma de visualização simples, que pode ser adaptado e implementado nas suas organizações, de forma a responder à necessidade de monitorização das atividades.

1.4. Abordagem metodológica

De forma a resolver o problema principal e cumprir com todos os objetivos propostos, a metodologia adotada na investigação é o *CRoss-Industry Standard Process for Data Mining* (CRISP-DM). Este *design* metodológico, criado para processos de *Data Mining* (Schröer *et al.*, 2021), é constituída por seis fases, com início na Compreensão do Negócio, sendo a segunda a Compreensão dos Dados, a terceira etapa a Preparação dos Dados, a quarta a Modelação e, as duas últimas fases, a Avaliação e Implementação (Chapman *et al.* 2000).

Toda a metodologia e resultados provém de um estudo de caso numa empresa prestadora de serviços de manutenção e gestão de *facilities*, tendo por base dados provenientes da plataforma de gestão da manutenção NextBitt. São analisados dados desde o ano de 2018.

A consecução dos objetivos definidos tem por base a utilização de métodos quantitativos e qualitativos. Para obtenção dos indicadores de performance realiza-se uma revisão sistemática de literatura, complementando com entrevistas as especialistas da área de manutenção. Na fase

final da investigação aplica-se um questionário aos potenciais utilizadores para avaliação do *dashboard* desenvolvido, recorrendo a *Google Forms* para o seu desenvolvimento, no que diz respeito à sua usabilidade e utilidade.

1.5. Estrutura da dissertação

A presente dissertação é constituída por cinco capítulos principais, incluindo esta introdução em que se define a questão de investigação e os objetivos específicos que visam dar resposta ao problema encontrado e que origina o desenvolvimento desta investigação.

No capítulo dois, revisão de literatura, é apresentada a revisão de literatura que se decompõe em três partes. Primeiramente, são apresentados conceitos associados à área de estudo da presente investigação – manutenção, com o objetivo de indicar as diferenças entre os vários tipos de manutenção existentes na empresa objeto de estudo. Após esta introdução aos conceitos, é realizada uma revisão sistemática da literatura (RSL) com o objetivo de identificar indicadores de performance para construção do *dashboard*. Para terminar este capítulo, interliga-se o conceito de monitorização com a área da manutenção, abordando a implementação de um *dashboard* para controlo das atividades.

O terceiro capítulo, metodologia, passa pela exposição da metodologia adotada, o CRISP-DM, bem como explicação de todas as etapas seguidas.

No penúltimo capítulo, resultados e discussão, apresentam-se os resultados obtidos no caso de estudo, ou seja, o *dashboard* contruído com o objetivo de solucionar o problema inicial de falta de monitorização de atividades de manutenção e, também, os resultados da sua avaliação pelos especialistas da área. No final deste capítulo é efetuada a discussão dos resultados, incluindo a apresentação de recomendações para os especialistas

Para terminar, é apresentado no último capítulo, conclusão, as conclusões da investigação, como também os contributos para o conhecimento científico e para os profissionais da área. Ao longo da dissertação surgem limitações que são, também, apresentadas neste capítulo final e são expostas recomendações para trabalhos futuros.

2. Revisão da Literatura

Uma revisão de literatura permite definir o problema de investigação, conhecer o estado da arte do mesmo e identificar como o estudo em questão contribuiu para a ciência (Snyder, 2019) e, assim, sustentar toda o desenvolvimento da dissertação com a recolha de informação científica. A presente revisão de literatura divide-se em dois tipos, revisão sistemática e não sistemática.

A primeira parte traduz-se numa revisão de literatura não sistemática, onde são apresentados conceitos relacionados com a temática do FM, que auxiliam na construção de uma *query* para desenvolvimento da parte dois deste capítulo.

Na segunda parte é realizada uma RSL para levantamento de indicadores de performance nas atividades operacionais na manutenção. Opta-se por uma revisão sistemática uma vez que segue um processo rigoroso e específico, permitindo assim, analisar e sintetizar os artigos selecionados (Kitchenham & Brereton, 2013). A escolha de realização deste tipo de revisão prende-se, também, com o facto de existir muita literatura científica acerca deste tipo de indicadores e, assim, facilitar a agregação de um conjunto de KPI que vão de encontro ao caso de estudo.

Por fim, são mencionadas ferramentas de monitorização de atividades operacionais, com foco na apresentação de *dashboards* aplicados a esta área em estudo, através da realização de uma revisão não sistemática.

2.1. Conceitos no *facility management*

O FM, em português traduzido como gestão de instalações, assume atualmente um papel importante nas atividades das empresas, sendo uma área reconhecida cada vez mais ao nível de gestão e manutenção (Sá, 2016).

Define-se, segundo a ISO (*the International Organization for Standardization*) e adotada pela IFMA (*International Facility Management Association*), como uma “função organizacional que integra pessoas, locais e processos no ambiente construído, com o objetivo de melhorar a qualidade de vida das pessoas e a produtividade da atividade principal” (IFMA, 2023).

Esta área nasce com o surgimento de grandes áreas de trabalho, como os centros comerciais, levando ao aumento de pessoas nos locais de trabalho e à necessidade de garantir melhores condições de trabalho (Maurício, 2011). O *facility manager* é responsável pela gestão integrada e manutenção das diversas instalações, coordenando várias equipas de especialidades, próprias

ou subcontratadas, de forma a permitir a integração das pessoas, instalações e tecnologias (Revista Manutenção, 2022). É, assim, essencial ter profissionais bem preparados e com conhecimentos sólidos na área com vista a aumentar a eficiência da utilização de recursos, melhorar o desempenho das instalações, ajudar a gestão de topo e, por fim, melhorar os resultados da empresa.

De facto, as competências e níveis, de atuação dos *facility managers* dividem-se em três níveis, estratégico, tático e operacional.¹ É no terceiro nível, o operacional, que a presente investigação vai direcionar maior foco, com a monitorização e controlo das atividades para avaliações de desempenho.

O FM é dividido em duas áreas principais, de acordo com a norma NP EN 15221-3:2017, *Hard Facilities Management (Hard FM)* e *Soft Facilities Management (Soft FM)*. Os serviços inseridos no *Hard FM* estão diretamente relacionados com gestão e manutenção da parte física das infraestruturas, sendo a maioria exigido por lei uma vez que assegura a segurança das pessoas envolvidas nos edifícios, fazendo parte desta categoria atividades relacionadas, por exemplo, com a manutenção de instalações elétricas ou de ventilação. Já os serviços *Soft FM* estão direcionados para o que torna os espaços mais agradáveis para todos os que os frequentam, não sendo obrigatórios a sua execução. Serviços de limpeza, jardinagem ou *catering* inserem-se na categoria de serviços *soft* (London Premier Centre, 2022).

2.1.1. Manutenção em instalações

A manutenção é uma parte essencial da vida útil das instalações, ocupando, por isso, um lugar central no portfólio de atividades de FM. No entanto, a realização de atividades de manutenção, é ainda vista como uma atividade que traz custos fixos para as organizações (Sá, 2016) e não como uma parte que contribui para o prolongamento da vida útil das instalações.

A Norma ISO 15686-1 (2011) define manutenção como a combinação de todas as ações técnicas e administrativas necessárias ao longo da vida útil para manter um edifício, ou as suas partes, num estado em que possa desempenhar as funções exigidas.

A realização de manutenção em edifícios, sistemas e equipamentos permite (FMX, 2020; Infraspeak, 2023):

- Aumentar a vida útil;
- Prevenir falhas que possam comprometer o normal funcionamento do negócio;
- Manter a estrutura em boas condições;

¹ No Anexo A são apresentadas com detalhe as competências dos *facility managers* por nível.

- Reduzir custos de operação (e de paragens intempestivas), priorizando a funcionalidade, o conforto e a segurança das pessoas envolvidas.

A realização de atividades de manutenção nas infraestruturas permite, assim, minimizar a deterioração das mesmas e garante que o edifício atende aos requisitos para os quais foi projetado. O objetivo principal da execução de atividades de manutenção é restaurar parcialmente o desempenho inicial do equipamento ou instalação permitindo que estes atinjam ou superem o nível de desempenho desejado (Figura 2.1).

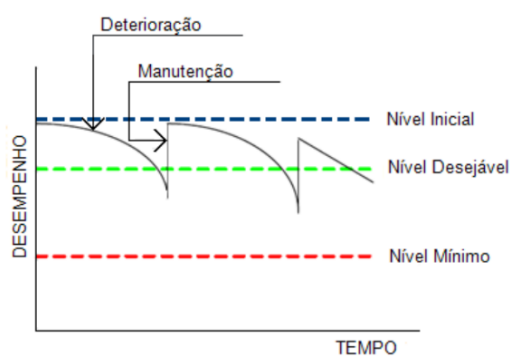


Figura 2.1 - Desempenho dos equipamentos, sistemas, edifícios.
Fonte: Maurício (2011: p.14)

A manutenção, é tipicamente fracionada em dois tipos, a manutenção preventiva e a manutenção corretiva. Como mencionado, a manutenção preventiva consiste na realização de verificações, testes, reparações ou até substituição de peças/equipamentos de uma forma periódica com o objetivo de prolongar a vida útil, melhorar a eficiência e reduzir falhas de equipamentos, sistemas e instalações. Quando, mesmo com a execução de atividades de manutenção, os equipamentos/sistemas deixam de funcionar é necessário proceder à correção da avaria através da manutenção corretiva (Doyen *et al.*, 2011).

Dependendo da criticidade dos equipamentos/instalações, a resolução da avaria através da manutenção corretiva, deve ser realizada imediatamente ou, então, pode ser adiada (Bengtsson *et al.*, 2004).

A manutenção preventiva, segundo CEN (2001) está dividida em dois tipos de manutenção, a manutenção baseada na condição e a manutenção pré-determinada (Figura 2.2). A manutenção baseada na condição, ou segundo a NP EN 13306 (2007), manutenção preventiva baseada na condição é a manutenção “baseada na vigilância do funcionamento do bem e/ou dos parâmetros significativos desse funcionamento, integrando as ações daí decorrentes”. Utiliza técnicas para medição periódica de parâmetros que mostram o estado do equipamento/instalação. A manutenção pré-determinada ou sistemática/periódica é a manutenção “efetuada a intervalos de tempo pré-estabelecidos ou segundo um número definido de unidades de utilização, mas sem controlo prévio do estado do bem” (NP EN 13306, 2007).

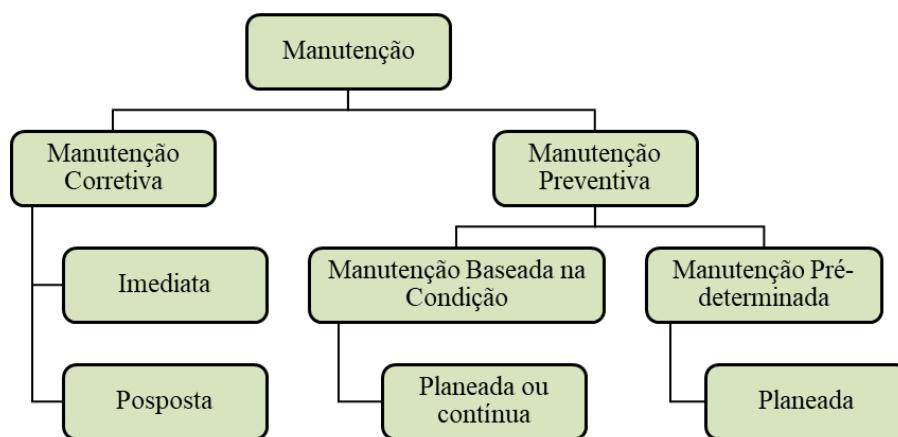


Figura 2.2 - Tipos de Manutenção segundo CEN (2001)
 Fonte: Adaptado de Trojan (2017, p. 562)

2.2. Indicadores de performance na manutenção

Na maioria das organizações, a manutenção apresenta-se como uma atividade específica e ocasional, sendo desempenhada por uma organização externa. Nestes tipos de contratos – *outsourcing*, é comum a utilização de um modelo *Service Level Agreement* (SLA) onde está incluído indicadores de desempenho, mais conhecidos como KPI. Este SLA é importante para estabelecer entre o prestador de serviços e o cliente o nível de serviço expectável.

Segundo Eckerson (2011) existem dois tipos de indicadores, métricas e indicadores de desempenho. As métricas caracterizam-se por medir uma atividade do negócio (e.g. venda total, número de novos clientes), enquanto os indicadores de performance indicam se as organizações estão no caminho certo para atingir os objetivos estratégicos definidos.

Eckerson (2011) define, ainda, KPI como uma “métrica que mede o desempenho da organização ou de um indivíduo uma atividade operacional, tática ou estratégica que é crítica para o sucesso atual e futuro da organização”. Oferecem uma visão clara de como a organização está no momento e se está a avançar na direção certa, permitindo, assim, monitorizar o progresso, auxiliar nas tomadas de decisões e melhorar continuamente. No entanto, é fundamental que as empresas escolham os indicadores corretos, que se alinhem com os seus objetivos.

Existem dois tipos de KPI: *lagging* e *leading*. Os KPI *lagging* medem os resultados obtidos, ou seja, medem atividades que já aconteceram e não podem ser alteradas (e.g. MTBF), enquanto os KPI *leading* medem as atividades que influenciam os resultados dos KPI *lagging* (e.g. *Schedule Compliance*) (Eckerson, 2011; Smith, 2021).

No presente subcapítulo, é realizado uma revisão sistemática da literatura com o objetivo de identificar, avaliar e sintetizar os indicadores de performance e métricas utilizados para monitorização das atividades de manutenção.

2.2.1. Protocolo de revisão sistemática de literatura

A RSL representa um dos métodos de pesquisa mais utilizados na comunidade científica, utilizando uma abordagem no processo de revisão mais rigoroso e bem definido (Cronin *et al.*, 2008), de forma a compreender por que razão foi realizada, quais os métodos utilizados para seleção dos estudos e, por fim, as contribuições e resultados obtidos (Page *et al.*, 2021). A RSL engloba os processos de, numa primeira fase, identificação e aquisição, depois de avaliação e, na última etapa, de interpretação e sintetização da literatura publicada pela comunidade científica (Kitchenham & Brereton, 2013).

O desenvolvimento da presente RSL tem por base as etapas propostas por Kitchenham (2004) e o protocolo PRISMA (*Preferred Reporting Items for Systematic reviews and Meta-Analyses*).

O processo de revisão sistemática é iniciado com a definição dos objetivos e o desenvolvimento das questões de investigação. De forma a selecionar os artigos que oferecem resposta às perguntas colocadas é criada uma *query* de pesquisa, que é inserida depois nas fontes de pesquisa selecionadas, com critérios de inclusão e exclusão. Os artigos extraídos desta pesquisa são depois analisados e sintetizados e, por fim, são avaliados, com o objetivo de compreender quais os estudos mais pertinentes no contexto em análise.

2.2.1.1. Objetivos e questões de investigação

A RSL tem como principal objetivo a identificação e sintetização de investigações acerca da temática de indicadores de performance/métricas utilizadas para controlo das operações desempenhadas na área de gestão da manutenção e de gestão de *facilities*. Permite, assim, com a depreensão dos estudos existentes na área, contribuir para dar resposta às questões colocadas e para suporte no desenvolvimento não só da revisão da literatura como também da dissertação.

Neste contexto, define-se a seguinte questão de investigação para esta RSL: “No âmbito da monitorização das atividades de manutenção e FM de que maneira e quais os indicadores são utilizados para gestão e controlo das operações desempenhadas?”.

A questão geral de investigação é repartida em quatro questões específicas de investigação:

- i. Qual o âmbito e objetivo das investigações onde se mencionam os KPI de manutenção?
- ii. Qual a metodologia utilizada para identificação de indicadores de controlo de operações?
- iii. Quais os indicadores de performance utilizados e as suas características?
- iv. Quais os resultados e pistas para investigações futuras dos estudos sobre indicadores?

2.2.1.2. Processo de seleção dos artigos

Definido o objetivo e as questões de investigação, passa-se para a etapa de seleção de literatura, processo este que segue três fases – identificação, triagem e inclusão. Na primeira etapa, identificação de artigos, foram selecionadas duas fontes científicas para pesquisa de literatura, a *Web of Science* (<https://www.webofknowledge.com>) e *Scopus* (<https://www.scopus.com>), as principais fontes científicas utilizadas para citações (Mongeon & Paul-Hus, 2015), sendo “as bases de dados mais difundidas em diferentes campos científicos que são frequentemente utilizadas para pesquisa de literatura” (Chadegani et al., 2013, p. 18)

Com a seleção das bases de dados, desenvolveu-se uma *query* com inserção de sinónimos de “gestão de operações”, “gestão de *facilities*”, “gestão da manutenção” e “indicadores de performance”, apresentada e validada por um especialista da área. Estas palavras foram selecionadas com base numa leitura prévia de literatura na área e com a observação das palavras-chave que cada artigo apresentava.

A *query* definida e utilizada é: (*maintenance or "maintenance performance" or "asset maintenance" or FM or "service performance" or "facilities management" or "maintenance management" or "facility management"*) and (*indicat* or KPI* or "performance indicators" or "key performance indicators" or metrics or measure**).

A aplicação da *query* no campo “Título” nas fontes científicas *Web of Science* e *Scopus* resulta em 1250 e 1663 artigos, respetivamente. Na fase de triagem, com a utilização dos critérios de exclusão são obtidos 220 artigos e, por último, neste conjunto é realizada a inclusão de estudos com base nos critérios de inclusão, resultando assim numa seleção de 11 artigos que são, posteriormente, analisados e sintetizados. Os critérios de exclusão e inclusão estão mencionados na Tabela 2.1. Critérios como o período de pesquisa de literatura, a tipologia da publicação ou o idioma do documento são alguns dos mais utilizados na revisão de literatura (The University of Melbourne, 2023).

Tabela 2.1 - Critérios de exclusão e inclusão

Critérios de exclusão
<ul style="list-style-type: none"> • Artigos com data de publicação anterior a 2008 (literatura dos últimos 15 anos) • Artigos em que não é possível o realizar <i>download</i>, ou seja, não é possível aceder ao artigo completo • Artigos que não se encontram redigidos na língua portuguesa ou inglesa • Artigos que não estejam nas categorias de engenharia, business, gestão e ciências da computação e dos materiais • Artigos duplicados
Critérios de inclusão
<ul style="list-style-type: none"> • Tipo de documento seja artigo • Artigos que abordam os indicadores de performance para monitorização das atividades de FM e manutenção

São excluídos artigos anteriores a 2008 com o objetivo de obter um conjunto de literatura recente acerca da temática. A escolha da exclusão de documentos redigidos noutras idiomas que não o português e inglês é devido ao facto de serem duas línguas de fácil compreensão para o investigador, já que a língua portuguesa é a língua materna e o inglês a segunda língua.

As categorias dos artigos foram selecionadas nas duas bases de dados de forma similar e tendo em conta as categorias com mais artigos mencionados, como é o caso das categorias “Engenharia” e “Business”. Com a leitura do “Título”, “Abstract” e “Palavras-chave” tem-se um conjunto de artigos que abordam indicadores de performance e, após leitura integral a seleção dos pertinentes para a investigação.

2.2.1.3. Análise e avaliação dos artigos

Após a obtenção do conjunto de estudos pertinentes à investigação (doze artigos) através da realização da *query* e aplicação dos critérios, é iniciada a etapa final da RSL com análise, sistematização e avaliação da literatura.

A análise dos estudos é conseguida com a leitura integral de cada artigo um a um. São desenvolvidas tabelas, com auxílio da ferramenta *Microsoft Excel*, para organização e sintetização do conteúdo de cada artigo, preenchidas com a leitura pormenorizada de artigo a artigo. Caso o artigo não responda parcial ou totalmente a uma questão de investigação o campo da tabela é preenchido com “Não Especificado (NE)”. Posteriormente, procuram-se identificar tendências nos estudos, por observação das tabelas construídas, e, assim, responder às questões definidas.

Por fim, e para avaliar a qualidade dos artigos analisados, para cada questão de investigação são criados critérios de avaliação, operacionalizados através de questões, com o objetivo de classificar como cada estudo consegue responder às questões de investigação (Tabela 2.2). Os artigos são avaliados em cada critério com: 0 quando não responde à questão; 0,5 se responde de forma parcial; e 1 se responde completamente à questão colocada.

Tabela 2.2 - Critérios de avaliação dos artigos

Questões	Critérios de avaliação dos artigos	
i)	C1)	Apresenta claramente o âmbito do estudo?
	C2)	Descreve, de forma perceptível, qual o objetivo da investigação?
ii)	C3)	Aborda detalhadamente a metodologias/técnicas utilizadas?
iii)	C4)	Descreve detalhadamente os indicadores de performance?
	C5)	Apresenta de forma clara as características dos indicadores?
iv)	C6)	Indica de uma forma clara quais os resultados/contributos obtidos?
	C7)	Apresenta explicitamente as investigações futuros do estudo?

Todo o processo da RSL é apresentado sintetizado na

Figura 2.3, com o dimensionamento do conjunto de artigos após a aplicação de cada critério.

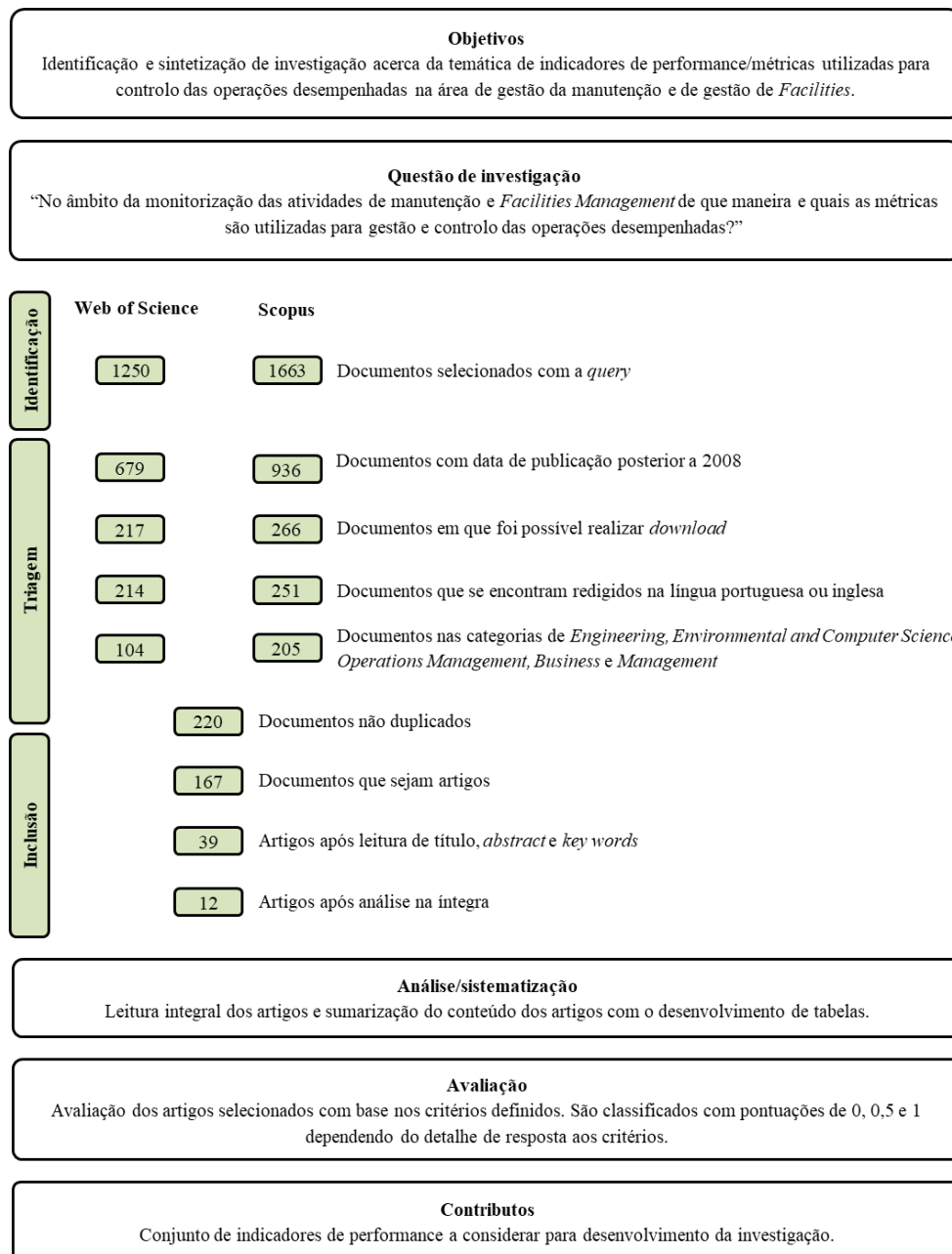


Figura 2.3 - Processo da Revisão Sistemática da Literatura
Fonte: Elaboração própria adaptado do diagrama de seleção do PRISMA (2020)

2.2.2. Caracterização dos artigos

Na Tabela 2.3 estão identificados os artigos selecionados, bem como as suas características, como título, ano de publicação, os autores, *journal* onde o estudo foi publicado, o quartil e a área científica. Este conjunto de artigos mostra que os estudos que abordam a temáticas de KPI para monitorização das atividades de manutenção e gestão de *facilities* ainda estão aquém da importância que esta temática representa para as organizações.

Tabela 2.3 - Artigos selecionados com a RSL

ID	Ano	Título	Autores	Journal	Quartil	Área Científica
1	2010	<i>Empirical analysis of maintenance performance measurement in Belgian industries</i>	Muchiri, P. N., Pintelon L., Martin, H., & Meyer, A.	<i>International Journal of Production Research</i>	Q1	<i>Industrial and Manufacturing Engineering</i>
2	2011	<i>A literature review of maintenance performance measurement: A conceptual framework and directions for future research</i>	Simões, J. M., Yasin, M. M., & Gomes, C. F.	<i>Journal of Quality in Maintenance Engineering</i>	Q2	<i>Industrial and Manufacturing Engineering</i>
3	2011	<i>Development of maintenance function performance measurement framework and indicators</i>	Muchiri, P. N., Pintelon, L., Gelders L., & Martin, H.	<i>International Journal of Production Economics</i>	Q1	<i>General Business, Management and Accounting</i>
4	2013	<i>Maintenance performance metrics: a state-of-the-art review</i>	Kumar, U., Galar, D., Parida, A., Stenström, C., & Berges, L.	<i>Journal of Quality in Maintenance Engineering</i>	Q2	<i>Industrial and Manufacturing Engineering</i>
5	2013	<i>Performance indicators and terminology for value driven maintenance</i>	Stenström, C., Parida, A., Kumar, U., & Galar, D.	<i>Journal of Quality in Maintenance Engineering</i>	Q2	<i>Industrial and Manufacturing Engineering</i>
6	2015	<i>Measurement of maintenance excellence</i>	Djurović, D., Bulatovic, M., Soković, M., & Stoić, A.	<i>Tehnicki Vjesnik-technical Gazette</i>	Q4	<i>Engineering, Multidisciplinary</i>
7	2016	<i>A maintenance performance measurement framework that includes maintenance human factors: a case study from the electricity transmission industry</i>	Peach, R., Ellis, H., & Visser, J. K.	<i>South African Journal of Industrial Engineering</i>	Q4	<i>Engineering</i>
8	2017	<i>Key Performance Indicators for Wind Farm Operation and Maintenance</i>	Gonzalez, E., Nanos, E. M., Seyr, H., Valldecabres, L., Yürtisen, N. Y., Smolka, U., Muskulus, M., & Melero, J. J.	<i>Energy Procedia</i>	Q1	<i>General Energy</i>
9	2021	<i>Performance indicators for measuring the effects of Smart Maintenance</i>	Lundgren, C., Bokrantz, J., & Skoogh, A.	<i>International Journal of Productivity and Performance Management</i>	Q2	<i>Business & Economics</i>
10	2021	<i>Multi-stakeholder perspectives on indicators for sustainable maintenance performance in production contexts: an exploratory study</i>	Franciosi, C., Pasquale, V. D., Iannone R., & Miranda, S.	<i>Journal of Quality in Maintenance Engineering</i>	Q4	<i>Engineering</i>
11	2022	<i>Determination of Business Intelligence and Analytics-Based Healthcare Facility Management Key Performance Indicators</i>	Demirdögen, G., Isik, Z., & Arayici, Y.	<i>Applied Sciences-Basel</i>	Q2	<i>Chemistry, Engineering, Materials Science and Physics</i>
12	2022	<i>Key performance indicators for measuring performance of facilities management services in hotel buildings: a study from Sri Lanka</i>	Dasandara, M., Dissanayake, P., & Fernando, D. J.	<i>Facilities</i>	Q2	<i>Building and Construction</i>

Nota: Q – quartil do journal

Na amostra de artigos verifica-se a predominância de artigos publicados no *Journal of Quality in Maintenance Engineering* (quatro artigos), sendo que cerca de 75% dos artigos pertencem aos quartis 1 e 2. Ainda é de relevar que as áreas científicas mais comuns deste conjunto estão relacionadas com a engenharia (Figura 2.4).

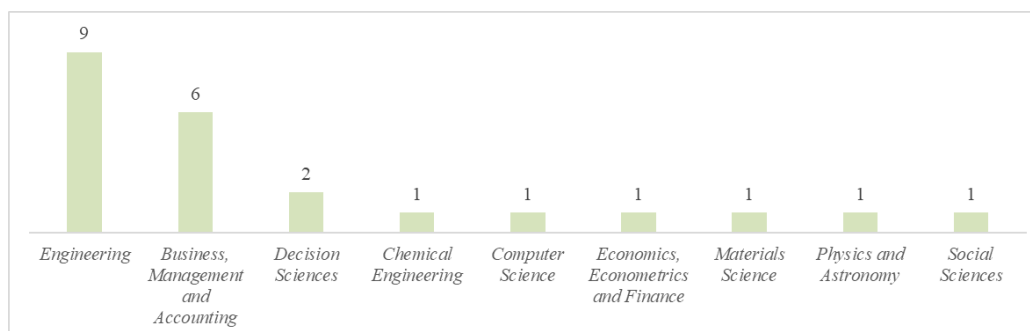


Figura 2.4 - Quantidade de artigos por área científica do Scopus
 Fonte: Elaboração própria com recurso à ferramenta *Analyse* do Scopus

Por fim, para confirmar a pertinência dos artigos selecionados cria-se uma nuvem de palavras (Figura 2.5) com base na frequência das palavras-chave dos artigos selecionados para análise na RSL. Por observação da nuvem, conseguiu-se depreender que as palavras mais mencionadas são “key” e “Indicators”, seguidas por palavras relacionadas com *performance*. “Maintenance” também é uma das palavras-chave que ocorre mais vezes, confirmando-se, assim, a adequada seleção deste conjunto de artigos.



Figura 2.5 - Nuvem de palavras-chaves dos artigos da RSL
 Fonte: Elaboração própria com recurso ao *wordclouds.com*

2.2.3. Análise dos artigos

No presente subcapítulo é realizado uma análise detalhada aos artigos selecionados com o objetivo de responder às quatro questões de investigação definidas.

2.2.3.1. Âmbito e objetivos dos estudos

A Tabela 2.4 mostra que o âmbito mais estudado é a medição do desempenho, com 5 artigos (e.g. Muchiri *et al.*, 2010; Simões *et al.*, 2011) e o estudo dos KPI, com 4 artigos (Muchiri *et al.*, 2011; Lundgren *et al.*, 2021; Franciosi *et al.*, 2021; Demirdöğen *et al.*, 2022). Já os objetivos dos estudos diferem entre si, mas tendo sempre base a análise dos KPI na manutenção. Esta análise auxilia na resposta à primeira questão de investigação “Qual o âmbito e objetivo das investigações onde se mencionam os KPI de manutenção?”.

Tabela 2.4 - Âmbito e objetivo dos estudos

ID	Âmbito	Objetivo do estudo
1	Medição e gestão do desempenho na manutenção	Investigar a utilização da medição do desempenho e dos indicadores de desempenho na gestão da função manutenção através de um inquérito industrial com identificação dos indicadores-chave mais importantes.
2	Medição e gestão do desempenho da manutenção	Compreender a evolução da gestão de desempenho da manutenção
3	Estudo dos KPI de manutenção	Demonstrar que os indicadores de desempenho não podem ser encontrados de forma independente, mas devem ser derivados de uma análise minuciosa da relação entre a função de manutenção e outras funções organizacionais.
4	Medição e gestão do desempenho da manutenção	Apresentar um <i>overview</i> dos estudos no domínio da medição do desempenho da manutenção.

Tabela 2.4 - Âmbito e objetivo dos estudos (cont.)

5	Terminologia na medição de desempenho da manutenção	Analisar os indicadores padronizados para encontrar os indicadores mais essenciais para os quatro <i>value drivers</i> e para a estimativa do NPV (<i>net present value</i>).
6	Medição do desempenho na manutenção	Desenvolver um modelo multicritério de medição do desempenho da manutenção
7	Estudo dos fatores humanos de manutenção	Determinar se os fatores humanos de manutenção como a motivação e a competência são os mais importantes que influenciam o desempenho da função de manutenção na indústria de transmissão de eletricidade
8	Revisão de indicadores existentes	Analisar os KPI através da definição das propriedades dos KPI, classificação dos KPI e avaliação do seu valor para as atividades de <i>Operations & Management</i> de parques eólicos.
9	Avaliar os KPI na manutenção inteligente	Apoiar os profissionais da indústria na seleção de indicadores de desempenho para medir os efeitos da Manutenção Inteligente e auxiliar na sua implementação
10	Estudo dos KPI na manutenção sustentável	Investigar o ambiente industrial e os indicadores que as indústrias utilizam para medir os seus impactos na manutenção
11	Estudo dos KPI de FM	Identificar KPI de FM em saúde e níveis de importância para a indústria FM de saúde
12	Medição do desempenho dos serviços de gestão de instalações	Identificar os KPI pertinentes para medir o desempenho dos serviços de FM nos edifícios dos hotéis

2.2.3.2. Metodologias adotadas pelos estudos

Na Tabela 2.5 estão sumarizadas a amostra, anos e o país de recolha dos dados, e o setor em estudo e, ainda, os instrumentos de recolha de dados utilizadas, permitindo assim compreender a metodologia onde se insere o estudo.

Tabela 2.5 - Metodologia adotada

ID	Técnicas utilizadas	Amostra	País	Fonte/Setor
1	Questionário	41 indústrias	Bélgica e outros países europeus	Diferentes Indústrias
2	Revisão de literatura	251 publicações	NE	<i>Emerald, ScienceDirect, InformaWorld, e SpringerLink</i>
3	Revisão de literatura	NE	NE	NE
4	Revisão de literatura	NE	NE	NE
5	Revisão de literatura	71 KPI	NE	Norma EN 15341 <i>North American SMRP Best Practice Metrics</i>
6	Modelo de índice de excelência da manutenção	200 colaboradores	NE	Indústria de construção
7	Questionário	77 questionários	África do Sul	Indústria de transmissão de eletricidade (<i>Eskom Transmission</i>)
8	Questionário e Revisão de literatura	71 KPI	NE	Indústria eólica
9	Revisão de literatura	170 KPI	NE	<i>Scopus</i>
10	Questionário	18 <i>stakeholders</i> de 15 empresas	Itália	Indústria de produção
11	Revisão de literatura Método AHP-PROMETHEE	167 KPI 10 gestores de <i>healthcare facilities</i>	Turquia, Hong Kong e China	Instalações de cuidados de saúde
12	Revisão de Literatura Questionários	80 KPI 50 inqueridos	Sri Lanka	Indústria hoteleira

Nota: NE – Não Especificado

Assim, respondendo à segunda questão colocada “*Qual a metodologia utilizada para identificação e obtenção de indicadores de controlo de operações?*” pode-se deduzir que de uma forma geral os KPI são obtidos através de questionários (5 artigos) ou através da realização de revisão de literatura (8 artigos) (e.g. Simões *et al.*, 2011; Muchiri *et al.*, 2011; Stenström *et al.*, 2013) de entre os quais dois dos estudos utilizam ambos os métodos.

Dos estudos que não utilizaram a revisão de literatura como métodos para obter indicadores, a 6 artigos são realizados no setor industrial (e.g. Muchiri *et al.*, 2010; Peach *et al.*, 2016; Gonzalez *et al.*, 2017).

A maioria dos estudos apresenta a dimensão da amostra estudada (apenas dois artigos não mencionam a dimensão em estudos), seja o número de questionários aplicados ou a quantidade de KPI analisados. Em relação aos países onde se realizaram a investigação, apenas 5 artigos mencionaram a região estudada. Por apenas um artigo (Simões *et al.*, 2011) mencionar os anos da recolha de dados não foi apresentado na tabela esta característica do estudo

2.2.3.3. Indicadores de performance e suas características

Determinada a terceira questão de investigação “*Quais os indicadores de performance utilizados e as suas características?*” constrói-se a Tabela 2.6 que sumariza os KPI e métricas utilizados na manutenção e mencionados nos artigos selecionados na RSL. Apenas foram selecionados os indicadores relevantes para o desenvolvimento desta investigação, por exemplo os indicadores relacionados com custos e indicadores muito específicos de equipamentos não foram apresentados na tabela.

Tabela 2.6 - Métricas e KPI na manutenção

Categoria	Indicador	Descrição Cálculo	Artigos											
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Equipment performance	Availability	MTBF/(MTBF+MTTR)	X	X	X	X		X	X	X	X			
	Breakdown / Failures	Número de falhas	X	X	X	X			X		X	X	X	
	Downtime	# paragens para manutenção / # planeado de paragens para manutenção		X			X		X	X	X	X		
	Intervenções não planeadas	Número de intervenções de manutenção não planeadas	X									X		
	MTBF	Tempo que decorre, em média, entre duas avarias num mesmo equipamento	X	X	X		X		X	X	X	X	X	
	MTTF	Tempo total de funcionamento/ # Falhas		X						X	X	X		
	OEE	Availability*Performance Rate*Quality Rate	X	X		X					X	X		
	Paragens não programadas para manutenção	NE	X											
	Shutdowns	Número de interrupções/paragens	X									X		
Work execution	MTTR	Tempo total de manutenção / # Falhas	X	X	X	X	X			X	X	X		
	Ordens de Trabalho em Backlog	# ordens de trabalho em atraso / # ordens de trabalho pedidas	X		X	X			X	X	X		X	
	Qualidade da execução (Rework)	Percentagem de trabalhos de manutenção que requerem retrabalho	X		X	X			X	X		X		
	Schedule compliance/ Due-date Compliance	# ordens trabalho executadas conforme programado / # total de ordens trabalho programadas	X	X	X	X			X	X	X	X	X	X
	Work-order turnover	# ordens de trabalho completas / # ordens de trabalho pedidas			X	X			X	X		X		X

Tabela 2.6 - Métricas e KPI na manutenção (cont.)

Work identification	Ordens de trabalho corretivos	# intervenções corretivas / # total de intervenções		X	X	X	X	X	
	Ordens de trabalho preventivos	# intervenções preventivas / # total de intervenções		X		X	X	X	
	Ordens de trabalho pedidas	NE	X	X	X	X	X		
	Tempo de resposta	Tempo entre a ocorrência da avaria/pedido de intervenção e a intervenção de manutenção		X	X		X	X	X
	Trabalho planeado em relação ao não planeado	NE			X				
Work planning and scheduling	Intervenções planeadas	NE			X		X		
	Scheduling Intensity	Trabalho planeado / total trabalho realizado		X		X			
	Quality of scheduling	Porcentagem de Ordens Trabalho com atrasos na execução devido a problemas materiais ou de mão de obra	X	X					
	Schedule intensity	Horas de trabalho programadas / Horas de trabalho disponíveis		X		X			
	Trabalho reativo	Horas utilizadas para trabalho não planeado / Horas de trabalho disponíveis		X		X			
	Paragens programadas para manutenção (Planned downtime)	NE	X		X				

Notas: # - número ou quantidade; % - percentage; MTBF – Mean Time Between Failures; MTTF - Mean Time to Failure; MTTR - Mean Time to Repair; OEE - Overall Equipment Effectiveness

O indicador *Schedule Compliance* foi o mais mencionado nos estudos (11 artigos), seguindo-se dos indicadores *Availability*, *Failures*, *MTBF* e *MTTR* apresentados em 8 artigos (e.g. Muchiri *et al.*, 2010; Simões *et al.*, 2011; Franciosi *et al.*, 2021), o que mostra a importância destes indicadores no contexto da manutenção.

Em relação aos artigos o artigo nove (Muchiri *et al.*, 2010) foi o artigo que mais indicadores e métricas mencionou (17 métricas) seguido dos artigos Muchiri (2010) (13 métricas) e Muchiri (2011) (12 métricas).

2.2.3.4. Resultados e investigações futuras

Para responde a última questão de investigação “*Quais os resultados e pistas futuras do estudo?*” realizou-se a Tabela 2.7 com a sumarização dos contributos e pistas futuras analisados com a leitura dos estudos. Também, se retirou os *stakeholders* envolvidos no desenvolvimento do estudo e para os quais se direcionam.

Por observação da tabela, depreende-se que o resultado mais recorrente dos estudos é a apresentação de uma lista detalhada de KPI relacionados com a manutenção (Muchiri *et al.*, 2010; Peach *et al.*, 2016; Franciosi *et al.*, 2021).

Em relação aos *stakeholders*, os profissionais ligados à manutenção, como gestores de manutenção, Facility Managers e engenheiros da manutenção, são os que, naturalmente, mais ganham com os estudos, sendo que 5 artigos (Muchiri *et al.*, 2010; Muchiri *et al.*, 2011; Lundgren *et al.*, 2021) explicitam algum destes tipos de *stakeholder*.

Tabela 2.7 - Sumarização dos resultados e pistas futuras dos estudos

ID	Resultados	Investigações Futuras	Stakeholders
1	Lista detalhada de KPI de manutenção	Realização de uma investigação para determinar a ineficácia dos sistemas de medição de desempenho; Determinação de uma abordagem metodológica de derivação dos KPI de manutenção a partir dos objetivos estratégicos da manutenção	Gestores de manutenção, engenheiros de manutenção e outros profissionais seniores na área da manutenção
2	Conhecer a evolução dos estudos relacionados com os indicadores na área da manutenção	Realização de mais investigações no domínio do desempenho e gestão da manutenção	NE
3	Desenvolvimento de um <i>framework</i> para fornecer orientações para a escolha de KPI de manutenção	Realização de mais trabalhos de investigação sobre a abordagem metodológica da escolha dos indicadores de desempenho da manutenção corretos entre os indicadores enumerados na literatura.	Gestores de manutenção e <i>Facility managers</i>
4	Identificação de diferentes técnicas para formulação de indicadores de performance	Comparação dos tipos de manutenção em relação à eficácia das estratégias de cada tipo; Combinação de um quadro multi-hierárquico e multicritério com um BSC alargado	NE
5	Descrição da terminologia técnica; Identificação dos indicadores para a medição do desempenho da manutenção e do NPV da manutenção	NE	NE
6	Modelo de medição do desempenho da manutenção	NE	NE
7	Apresentar a importância dos fatores humanos da manutenção no sector do transporte de eletricidade	Comparação da importância da competência e da motivação para os fatores humanos de manutenção noutras categorias	NE
8	Lista detalhada de KPI de manutenção na indústria eólica	NE	Operador de parque eólico Prestador de Serviços de Manutenção Operador de rede e de serviços públicos
9	Guia para selecionar os KPI relevantes a ser implementados no âmbito da manutenção inteligente	NE	Profissionais do setor industrial
10	Maior consciencialização entre os <i>stakeholders</i> sobre o papel da manutenção na produção sustentável	Aplicação de um questionário a nível global a outro tipo de setores e <i>stakeholders</i> Desenvolvimento de um modelo de avaliação de maturidade da manutenção Criação de um quadro conceitual para auxiliar na avaliação do desempenho da manutenção sustentável e a abordar os efeitos dos processos de manutenção	Gestores de manutenção, especialistas em manutenção, gestores de instalações e gestores de pilares ambientais
11	Lista detalhada de KPI	NE	<i>Facility managers</i>
12	Conhecimento gestão de desempenho de serviços FM em edifícios hoteleiros	Avaliar o desempenho dos fornecedores dos serviços de FM de forma a explorar os serviços de FM internos e terceirizados	<i>Facility managers</i>

2.2.4. Avaliação dos artigos

A última etapa RSL passa pela avaliação aos artigos com base nos critérios definidos no protocolo da RSL. As pontuações para cada critério diferem entre 0, 0,5 e 1 dependendo do detalhe com que o estudo responde às questões (critérios de avaliação). Esta avaliação está sintetizada na Tabela 2.8.

Tabela 2.8 - Avaliação dos artigos da RSL

ID	C1)	C2)	C3)	C4)	C5)	C6)	C7)	TOTAL
1	1	1	1	1	0,5	1	1	6,5
2	1	1	1	0,5	0	0,5	0,5	4,5
3	1	1	1	1	1	1	1	7
4	1	1	1	1	0,5	0,5	1	6
5	1	1	0,5	0,5	0	1	0	4
6	1	0,5	1	0,5	0,5	0,5	0	4
7	1	1	1	1	1	1	0,5	6,5

Tabela 2.9 - Avaliação dos artigos da RSL (cont.)

8	1	1	1	0,5	1	0,5	0	5
9	1	1	1	0,5	0,5	0,5	0	4,5
10	1	1	1	0,5	0,5	1	1	6
11	1	1	1	1	0	0,5	0	4,5
12	1	1	1	1	0	0,5	0,5	5
TOTAL	12	11,5	11	9	5,5	9	4,5	

Com a avaliação dos artigos selecionados da RSL (Tabela 2.8), depreende-se que os artigos mais relevantes para seleção dos KPI são os artigos 3 e 1, ambos com participação do autor Peter Muchiri (Muchiri *et al.*, 2009; Muchiri *et al.*, 2013). Ao nível dos indicadores de performance o artigo 6 (Peach *et al.*, 2016) é, também, relevante para a construção da lista de KPI a aplicar na manutenção.

É, também, possível constatar quais as questões com maior pontuação. As primeiras duas questões, relativas ao âmbito e objetivos dos estudos, são as que apresentam uma maior pontuação (23,5 pontos de 24 possíveis), seguida da questão associada às técnicas e metodologias utilizadas para definir os indicadores (92% de pontos possíveis). No contexto dos KPI, os artigos selecionados não apresentam uma boa pontuação a nível de apresentação das características dos mesmos, sendo o mais bem avaliado o artigo de Muchiri *et al.* (2011) com uma pontuação de 7 pontos em 7 pontos possíveis.

Após a análise e avaliação do conjunto de artigos selecionados na RSL, identificam-se os seguintes *gaps*/limitações:

- A literatura, apesar de propor listas relevantes de KPI, carece ao nível de uma abordagem metodológica de como decidir quais os KPI a aplicar em cada situação, sendo a exceção Muchiri (2011) que, embora de forma breve apresenta um *framework* para medição de performance por função na manutenção;
- Com a leitura dos artigos e, conseqüentemente a sintetização dos indicadores, observou-se a ausência de unanimidade na designação e definição de alguns KPI para manutenção. Esta inconsistência pode dificultar o estabelecimento de um conjunto padronizado de KPI que possa ser universalmente aplicado e comparado em diferentes práticas e indústrias de manutenção.
- Por fim, a lacuna mais evidente na análise de estudos é a ausência de aplicação dos indicadores em ferramentas de visualização com o objetivo de monitorizar o desempenho das atividades de manutenção de uma forma mais simples e intuitiva.

2.3. Monitorização de atividades de manutenção

No mundo atual, orientado por dados, as organizações são confrontadas com um fluxo cada vez maior de informações provenientes de várias fontes. À medida que este panorama de dados continua a evoluir, a capacidade de decifrar e aproveitar esta riqueza torna-se fundamental. É aqui que a visualização de dados entra em ação como uma ferramenta poderosa que transforma conjuntos de dados complexos em representações visuais intuitivas e atrativas (Srivastava, 2023). Segundo Sadiku *et al.* (2016), a visualização de dados envolve a conceção, desenvolvimento e aplicação de apresentação de dados de uma forma gráfica ou pictórica, o que torna a informação fácil de compreender.

As organizações estão a reconhecer cada vez mais o imenso valor que a visualização de dados traz, e, por isso, estão a adotar esta ferramenta como uma componente vital do seu conjunto de ferramentas de análise de dados. Permitem não só explorar padrões, mas também, identificar oportunidades, mitigar riscos e comunicar conceitos complexos às partes interessadas com clareza.

As ferramentas de visualização de dados podem ser divididas em três categorias (Srivastava, 2023):

- Folhas de cálculo – oferecem capacidades básicas de visualização de dados através de gráficos de barras, linhas e/ou de dispersão, como por exemplo o *Microsoft Excel* e o *Google Sheets*;
- *Software* de visualização de dados – são exemplos de softwares o *Tableau*, o *QlikView* e o *Power BI*, que incluem *dashboards* interativos, mapas de calor e diagramas de rede, apresentando capacidades mais avançadas de visualização;
- Biblioteca de programação em R, Python ou Java – requerem um conhecimento técnico mais avançado. São exemplo de bibliotecas de programação o *Matplotlib*, *ggplot2* e *D3.js*.

A escolha da ferramenta de visualização a aplicar na organização depende dos requisitos específicos do utilizador, do tipo de dados e, por fim, do nível de conhecimentos técnicos existentes (Srivastava, 2023).

Os *dashboards* podem ser classificados como operacionais, táticos e estratégicos² e o desenvolvimento de um *dashboard*, de acordo com Nica *et al.* (2021), realiza-se em quatro etapas (Figura 2.6).

² No Anexo B caracteriza-se detalhadamente cada tipo de *dashboard*.

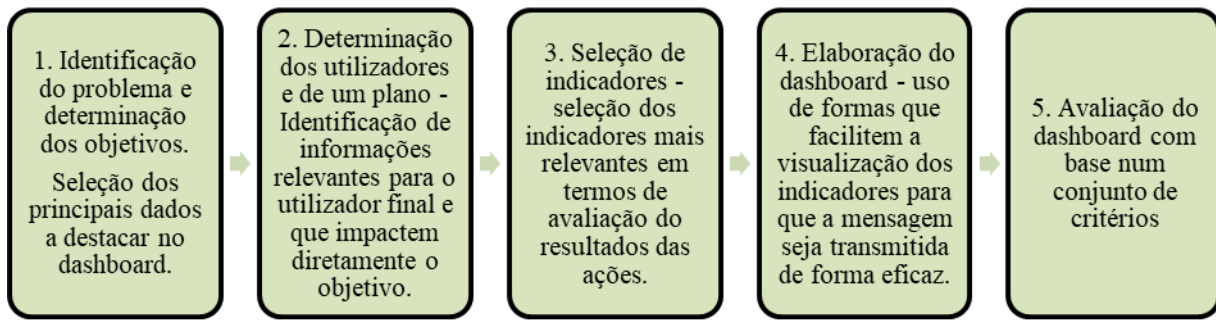


Figura 2.6 - Etapas do desenvolvimento de um dashboard

Fonte: adaptado de Nica *et al.* (2021: p. 7) e Medeiros (2022: p.25)

Com a construção do *dashboard* finalizada, a última etapa passa por avaliar o mesmo quanto à sua usabilidade e utilidade (Almasi *et al.*, 2023). Além destes critérios de avaliação, Karami (2017) define critérios que incidem sobre a personalização, entrega de informação, design, alertas e integração³.

Um *dashboard*, independentemente da área de aplicação, é definido por um conjunto de características e atributos essenciais que o tornam eficiente e eficazes. São exemplos de características o layout, as características funcionais e do conteúdo, e a paleta de cores.

Relativamente ao layout os *dashboards* devem ser apresentados num único ecrã, sem a existir necessidade deslocação entre vários ecrãs e o *scroll* da página (Few, 2006; Nica *et al.*, 2021). A apresentação dos dados deve seguir uma lógica de categorização de importância. As informações relevantes devem ser colocadas no canto superior esquerdo e no centro enquanto as menos relevantes no canto inferior direito (Few, 2006).

Os *dashboards* devem também ser portadores de diferentes características funcionais e visuais. São exemplos das características funcionais a forma de apresentação de gráficos, *drill down* e *up*, ou filtros. Relativamente aos atributos visuais, apresentam características como a utilização de um único ecrã ou a paleta de cores. (Yigitbasioglu & Velcu, 2012)

A utilização de diferentes cores no *dashboard* permite aos utilizadores identificar visualmente de uma forma rápida tendências, falhas ou sucesso nos KPI. Deve-se ter em atenção e compreender a importância da escolha das cores e do seu uso excessivo, na medida em que ao influenciar a tomada de decisão dos utilizadores pode afetar negativamente se mal utilizadas.

³ Apresenta-se detalhadamente no Anexo C os critérios de avaliação de um *dashboard* segundo Karami (2017).

Os *dashboards*, aplicados na área da manutenção, para monitorização das atividades de gestão e manutenção das instalações, fornecem uma representação visual dos dados e métricas, permitindo aos gestores de instalações e às equipas de manutenção compreender rapidamente o estado das operações, identificar tendências e tomar decisões informadas (FSI, 2023; Manusis4, 2023), designadamente ao nível de:

- Monitorização do desempenho – visão clara dos indicadores de desempenho, tais como taxas de conclusão da manutenção, tempo de inatividade, e tempos de resposta. Isto permite aos gestores monitorizar o bom funcionamento das instalações e identificar as áreas que requerem mais atenção;
- Gestão de ordens de trabalho – estado das ordens de trabalho, incluindo as atividades pendentes, as tarefas concluídas e as que estão em curso. Isto melhora a coordenação entre as equipas de manutenção e auxilia os gestores a afetar os recursos de forma eficaz;
- Personalização – personalizar o *dashboard* para mostrar as informações mais relevantes para os diferentes intervenientes, desde executivos a técnicos de manutenção. Cada utilizador pode ter acesso aos dados e métricas mais pertinentes para as suas funções.
- Acompanhamento de objetivos – apresentação do progresso em relação a objetivos definidos, ajudando as equipas a manterem-se no caminho certo e motivando-as a atingir os objetivos.

Ao aproveitar os *dashboards*, as atividades de gestão e manutenção de instalações podem tornar-se mais proactivas, eficientes e estratégicas.

Na literatura, após pesquisa nas fontes de pesquisa *Scopus* e *WoS* não foi encontrado nenhum documento científico que relacionasse a temática da monitorização da manutenção com os *dashboards* e que apresentasse um modelo desenvolvido. No entanto, existem muitos exemplos destas ferramentas aplicadas à manutenção numa pesquisa geral da internet. Na Figura 2.7 está apresentado um exemplo de um *dashboard* aplicado à manutenção com a monitorização das ordens de trabalho.

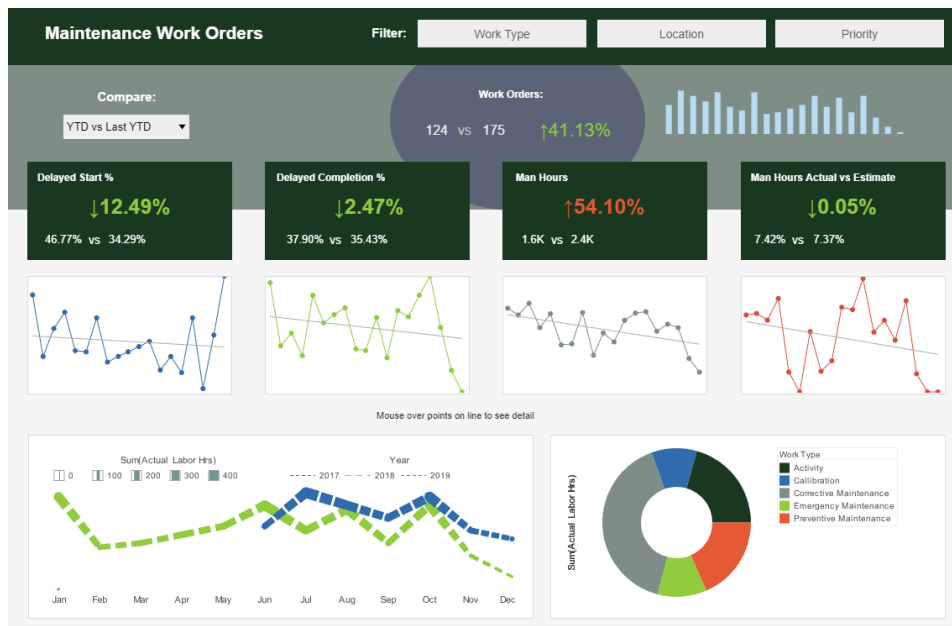


Figura 2.7 - Exemplo *dashboard* aplicado à manutenção

O *dashboard* apresentado permite visualizar indicadores como o atraso no início e fim das ordens de trabalho e a soma de horas de trabalho por tipologia. Permite, também, a comparação dos valores entre anos de forma a perceber a evolução e a utilização de filtros para seleção do tipo de trabalho, localização e a prioridade.

3. Metodologia

Para elaboração da presente dissertação, recorre-se à metodologia CRISP-DM, introduzida por Chapman *et al.* (2000) e, frequentemente, utilizada em projetos de *data mining* (Nadali *et al.*, 2011; Schröer *et al.*, 2021) incluindo projetos com o objetivo de criar visualizações (Souza, 2023). Esta metodologia é constituída por seis etapas (Figura 3.1), com início na Compreensão do Negócio, sendo a segunda a Compreensão dos Dados, a terceira etapa a Preparação dos Dados, a quarta a Modelação e, as duas últimas etapas, a Avaliação e Implementação (Chapman *et al.* 2000).

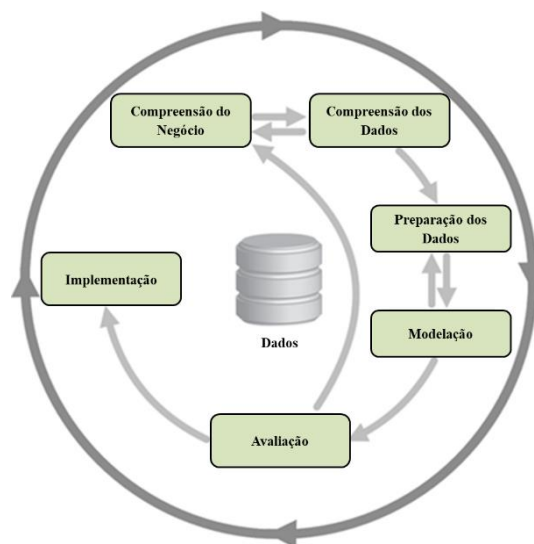


Figura 3.1 - Etapas do CRISP-DM
Fonte: adaptado de Chapman *et al.* (2000: p.13)

Por outro lado, esta investigação é um estudo de caso, estudo da empresa upK – Gestão de *Facilities* e Manutenção (upK), uma prestadora de serviços de FM em Portugal, sendo a sua atividade *core* a realização de atividades de manutenção. A utilização do CRISP-DM permite, assim, transformar os dados da ferramenta de gestão da manutenção – *NextBitt*, numa ferramenta de visualização fácil e simples das atividades operacionais da empresa.

3.1. Compreensão do negócio

Na primeira etapa é pretendido que se determine e se compreenda o problema, tendo sempre em consideração os objetivos e requisitos do projeto, bem como os recursos disponíveis. A ocorrência de falhas nesta fase inicial pode levar a objetivos mal definidos e, conseqüentemente, a uma solução que não responde ao problema identificado (Chapman *et al.*, 2000).

A upK presta serviços de FM, com enfoque na manutenção preventiva e corretiva em diferentes instalações. Todas as tarefas de manutenção executadas estão registradas numa plataforma de gestão de manutenção, a *NextBitt*⁴. Esta ferramenta é constituída por diversos módulos, como por exemplo, módulo Ativos, Pedidos de Intervenção, Preventiva e Ordens de Trabalho, onde estão listados todos os tipos de atividade de manutenção.

A plataforma *NextBitt* possui, ainda, um módulo Relatórios que permite extrair algumas informações acerca dos contratos como, por exemplo, o número de atividades planeadas e executadas, a taxa de cumprimento mensal e horas totais de trabalho por tipo de manutenção⁵. Apresenta muito poucos indicadores e métricas, na sua maioria em forma de tabela, dificultando a análise por parte dos utilizadores da informação disponibilizada no relatório. Neste contexto, torna-se claro que o objetivo (de negócio) é aumentar a eficiência das atividades de manutenção corretiva e preventiva, recorrendo a ferramentas de fácil utilização e análise de informação. Para ir de encontro ao objetivo de negócio, define-se como objetivo analítico o desenvolvimento de uma ferramenta de visualização (*dashboard*), recorrendo ao *Microsoft Power BI Desktop*, para solucionar o problema encontrado – a necessidade de monitorização das operações.

O *Power BI* como uma das ferramentas de análise já utilizadas pela upK é a ferramenta selecionada para desenvolvimento do *dashboard*. A escolha desta solução de visualização de dados, líder de mercado passa, também, pela simplicidade e eficiência na integração dos dados oriundos da base de dados do *NextBitt* e na sua utilização. Importa ainda referir que se estabelece que o projeto tem uma duração máxima de nove meses, dada a urgência em se obter uma ferramenta de visualização para apoio à gestão.

Em termos de critérios de sucesso, define-se que o objetivo analítico é atingido quando os utilizadores avaliarem a sua satisfação global quanto à utilidade e usabilidade do *dashboard* com uma pontuação de 8 ou superior, numa escala de 0 (extremamente insatisfeito) a 10 (extremamente satisfeito), tal como sugerido por Medeiros *et al.* (2023).

3.2. Compreensão dos dados

Nesta etapa são desenvolvidas tarefas tais como, recolha de dados das fontes disponíveis, análise e descrição dos mesmos (descrição dos campos considerados). É, ainda, importante explorar a qualidade dos dados obtidos, como também, a sua relevância para o projeto analítico.

⁴ No Anexo D é apresentado a *Homepage* da plataforma *NextBitt*.

⁵ Apresenta-se no Anexo E um relatório emitido para o cliente.

O conjunto de dados, estruturados sob a forma de tabelas, fornecidos para desenvolvimento dos indicadores e construção de *dashboard* são oriundos do *datawarehouse* (DW) da upK. O conjunto inicial possui 86 tabelas, no entanto apenas são carregadas 47 tabelas, considerando o facto de 20 tabelas não terem dados e 19 tabelas não serem pertinentes para o estudo, por exemplo a tabela de *Stocks*. Apesar de terem sido carregadas 47 tabelas são apenas utilizadas para construção do modelo 13 tabelas.

O modelo relacional é constituído pelas seguintes tabelas:

- Tabela *Ativos*, com dados de 73158 ativos;
- Tabela *Classe_Ativos*, com informação relativa a 25 tipos de classes dos ativos;
- Tabela *Clientes*, com dados relativos a 5004 clientes;
- Tabela *Criticidade_Ativos*, com os 3 graus de classificação de criticidade dos ativos;
- Tabela *Equipas*, com dados de 112 equipas de trabalho;
- Tabela *Grau_Urgência*, com 5 tipos de classificação de grau de urgência;
- Tabela *Localização*, com informação relativa a 19876 pontos de localização;
- Tabela *Manutenção_Preventiva*, com informação relativa a 1055883 intervenções preventivas realizadas e planeadas;
- Tabela *Ordens_Trabalho*, com informação relativa a 778081 ordens de trabalho criadas;
- Tabela *Setor*, com informação sobre 2257 setores;
- Tabela *SLA*, com informação relativa a 69 tipos de SLA;
- Tabela *Tipo_Serviço*, com dados de 143 tipos de tarefas que podem ser executadas;
- Tabela *Tipo_Trabalho*, com 35 possíveis tipos de trabalho.

Faz também parte desta etapa verificar a qualidade dos dados. Segundo Mendes (2022) devem verificar-se os dados quanto à consistência, ambiguidade, completude e conformidade. Assim, verifica-se que existe consistência nos dados (deve-se ao facto de a maioria dos campos na plataforma *NextBitt* ser de preenchimento através de *drop down list* e, portanto, leva à não existência de outliers) e conformidade com a facilidade de integração da informação. No entanto em relação à ambiguidade e completude, observa-se que os nomes de algumas colunas de diferentes tabelas apresentavam o mesmo nome para diferentes situações e a existência valores omissos em alguns dos registos, respetivamente.

Uma das tabelas com mais valores omissos é a tabela *Ordens_Trabalho*, principalmente nas colunas relacionadas com as datas e com as classificações do tipo de serviços. Os registos relacionados com datas encontram-se vazios devido ao facto da existência de vários registos de preenchimento: *Data_Inicio_Planeada*, *Data_Fim_Prevista*, *Data_Planeada*, *Data_Prevista*, *Data_Realização*.

3.3. Preparação dos dados

A etapa de preparação de dados pressupõe a limpeza e transformação dos dados obtidos na etapa anterior tendo como resultado o conjunto de dados necessário para desenvolvimento da Modelação. A preparação de dados é realizada com auxílio do editor do *Power Query* do *Power BI Desktop*, onde são executadas tarefas como recodificação do tipo e o formato dos dados, limpeza dos dados ou criação de novas colunas. Inclui uma série de etapas a serem seguidas, representadas na Figura 3.2, seleção, limpeza, construção, integração e, por fim, formatação dos dados.

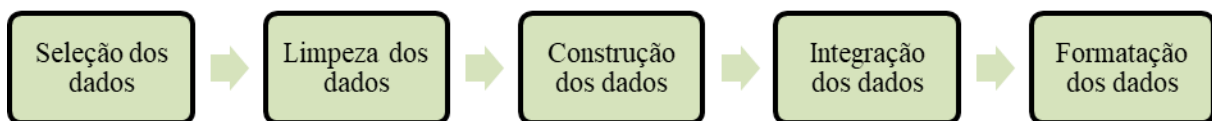


Figura 3.2 - Etapas da Preparação dos dados

Na primeira etapa e com o modelo de dados inicial realiza-se a seleção dos dados através da escolha e, conseqüentemente, a eliminação de colunas⁶. Em todas as tabelas, com exceção das tabelas *Ordens_Trabalho* e *Manutenção_Preventiva*, decide-se retirar a coluna ID por apresentarem uma coluna que pode ser classificada como chave primária (coluna *Código*), bem como a coluna *Versão_Coluna* por não apresentar relevância para o projeto analítico.

Por exemplo, na tabela *Ativos* das 31 colunas iniciais selecionam-se apenas 19 colunas, quer por não apresentarem relevância para o estudo quer por não conterem os registos preenchidos. Nas tabelas *Classe_Ativos*, *Criticidade_Ativos*, *Equipas* e *Grau_Urgência* apenas se selecionam duas colunas com o código e a designação de cada campo.

⁶ Encontra-se no Apêndice A a descrição detalhada das colunas de cada tabela e as ações tomadas.

Em relação ao período de estudo das atividades de manutenção são apenas selecionados os dados a partir de 01 de janeiro de 2018, na medida em que existem poucos dados anteriores a esta data e não se tornam relevantes para o estudo. Na tabela *Manutenção_Preventiva* eliminam-se as linhas com data de planeamento superior a 31 de dezembro de 2023, por não terem impacto para o projeto analítico.

Colunas que apresentam registos com omissão de dados são tratados de duas formas: preenchimento ou desconsideração. Registos que apresentam a morada como *null* são preenchidos com a informação “S/morada”. Na tabela *Tipo_Serviço* a coluna *Cód_Serviço_Principal*, que apresenta registos a *null*, é preenchida com um código coerente, por exemplo, o campo que na coluna *Design_Serviço_Principal* menciona *Orçamento* é preenchida com ORC.

Na etapa de construção dos dados procede-se não só à criação de novas colunas, como também, de uma nova tabela. Na tabela *Equipa*, de forma a possibilitar a criação de um filtro no desenvolvimento do *dashboard*, criam-se grupos para agrupar as diferentes equipas por zona geográfica – Norte, Sul, Madeira e Algarve. Por exemplo as equipas “Residentes Norte”, “Futebol Club do Porto” e “Marshopping Matosinhos” são consideradas na zona “NORTE”, enquanto “Residentes Sul” e “Freeport” na zona “SUL”. Outras colunas criadas incluem a duração das ordens de trabalho em minutos e horas através da linguagem DAX (Tabela 3.1):

Tabela 3.1 - Fórmula de cálculo para criação das colunas de duração da OT

Fórmulas de cálculo
$Duração_OT (minutos) = DATEDIFF(Ordens_Trabalho[Data_Inicio], Ordens_Trabalho[Data_Fim], MINUTE)$
$Duração_OT (Horas) = Ordens_Trabalho[Duração_OT (minutos)]/60$

Além das tabelas importadas, é necessário criar uma tabela auxiliar que permite a criação de filtro temporal - “Data”, permitindo ao utilizador escolher o período que pretende visualizar. Com a criação de quatro novas colunas (Tabela 3.2) é possível filtrar por ano, trimestre, mês e dia.

Tabela 3.2 - Fórmulas de Cálculo para construção da tabela *Data*

Fórmula de cálculo
$Ano = Data[Date].[Ano]$
$Trimestre = Data[Date].[Trimestre]$
$Mês = Data[Date].[Mês]$
$Dia = Data[Date].[Dia]$

Assim, com as primeiras etapas da preparação desenvolvidas, passa-se à integração dos dados através da construção do modelo de dados (Figura 3.3). Este modelo é criado através do módulo “Gerir Relações” do *Power BI*, contendo a informação estruturada, importada da DW da upK no *NextBitt*, e após execução das etapas anteriores de preparação de dados. O modelo é arquitetado num modelo dimensional, construído num esquema em floco de neve (Han *et al.*, 2012) - a tabela *Ordens_Trabalho* é a tabela facta e as restantes as tabelas dimensão.

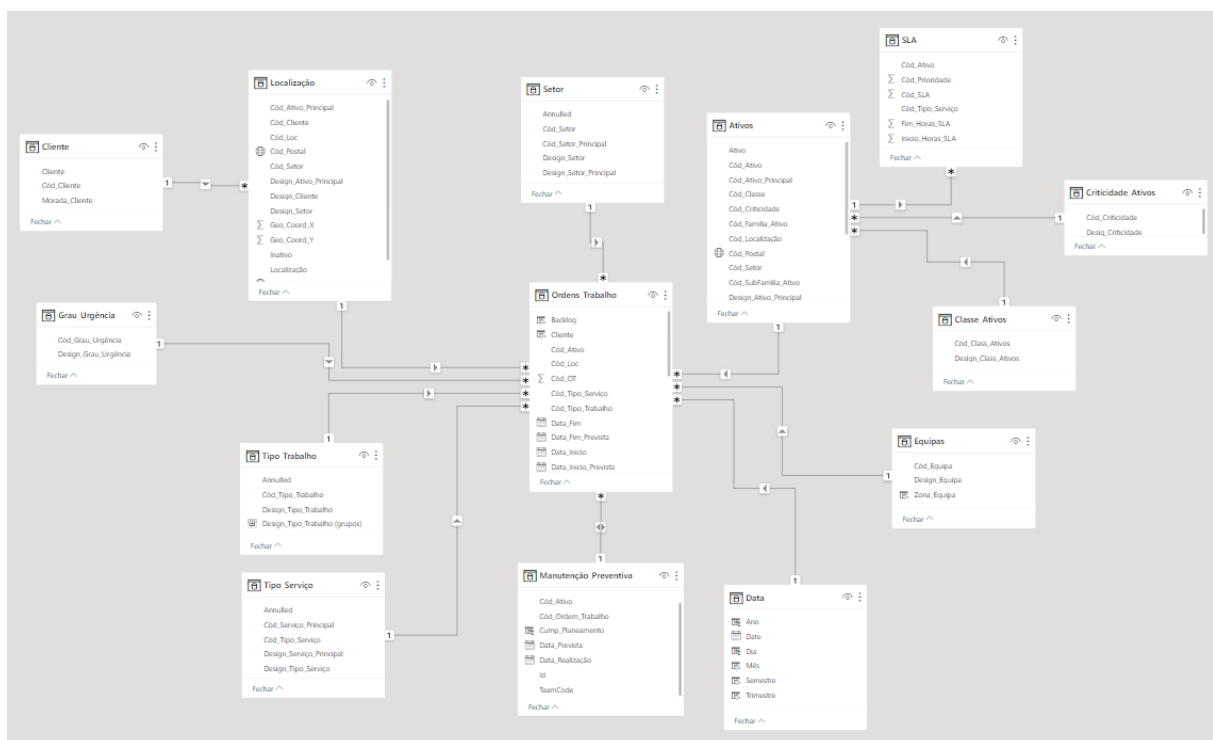


Figura 3.3 - Modelo de dados

Por fim, executa-se a formatação dos dados, por exemplo, na uniformização dos dados. Na tabela *Cientes* a designação dos clientes encontrava-se com registos em letras maiúsculas e outros com minúsculas convertendo tudo para letras maiúsculas.

3.4. Modelação

Na quarta etapa do CRISP-DM é selecionada a técnica de modelação para servir de base para a construção do modelo, que dependerá do problema definido e dos dados disponíveis. Existindo um acompanhamento diário com o profissional da área no que diz respeito ao desenvolvimento do *dashboard* as diversas interações levaram à existência de um único modelo de visualização das atividades de manutenção.

Por oferecer uma utilização acessível, por permitir a conexão de variadas fontes de dados e ser já uma ferramenta comum dentro da empresa, a ferramenta de visualização da *Microsoft*, o *Power BI*, é selecionada.

Adicionalmente, após a seleção da ferramenta de visualização, realiza-se uma entrevista ao profissional da área de forma a compreender o que os potenciais utilizadores pretendem visualizar com o *dashboard*. Nesta primeira interação foi possível perceber que a empresa, com a visualização do *dashboard* de monitorização das atividades de manutenção, pretende obter resposta para as seguintes questões:

- Qual o desempenho na execução das atividades de manutenção?
- Qual a distribuição por tipo de manutenção?
- Qual o tempo de resposta a um pedido de manutenção corretiva por equipa?
- Quantas intervenções corretivas e preventivas são realizadas por ano?
- Qual a tipologia de equipamentos com mais intervenções corretivas realizadas?
- Qual o cumprimento do plano de manutenção preventiva por ano?
- Quantas manutenções preventivas foram realizadas *on-time* e quantas com falha por ano?
- Qual o grau de urgência mais predominante das intervenções corretivas?

Para responder às questões colocadas pelo profissional desenvolvem-se métricas, selecionadas com recurso à literatura, que são utilizadas para a construção dos elementos visuais no *dashboard*. Do conjunto de KPI encontrados através de literatura são selecionados sete indicadores/métricas, com inclusão de mais sete indicadores através da segunda interação com o especialista para construção do *dashboard*, cumprindo-se, assim, o primeiro objetivo deste estudo. Na Tabela 3.3 são apresentadas as características principais de cada indicador/métrica, como a unidade de medida, a descrição e a fonte⁷.

⁷ Encontra-se no Apêndice B as fórmulas de cálculo das métricas e indicadores selecionados.

Tabela 3.3 - Indicadores e métricas desenvolvidas

KPI	Unidade	Gráfico	Descrição	Fonte
Tempo Médio para Reparação (MTTR)	Horas	Cartão	Tempo médio necessário para reparar uma avaria	Literatura
Atraso nas manutenções (Backlog size)	Porcentagem	Cartão	Ordens de trabalho planeadas em atraso	Literatura
Ordens trabalho por tipologia	Número	Gráfico em anel	Nº ordens de trabalho por tipologia	Especialista
Porcentagem de Manutenção Planeada (PMP)	Porcentagem	Cartão	Nº de tarefas de manutenção planeadas em comparação com todas as tarefas de manutenção	Especialista
<i>Schedule compliance</i>	Porcentagem	Cartão	Porcentagem das ordens de trabalho completas dentro da data planeada	Literatura
Tempo de resposta	Horas	Cartão	Tempo que decorre entre o registo da OT e o início da reparação	Literatura
Work-order turnover	Porcentagem	Cartão	Nº de intervenções executadas face ao número de intervenções rececionadas	Literatura
Preventivas por realizar	Número	Gráfico de Barras	Nº intervenções preventivas não realizadas até à data de hoje	Especialista
Preventivas previstas	Número	Gráfico de Barras	Nº intervenções preventivas previstas	Especialista
Preventivas realizadas (falha)	Número	Gráfico de Barras	Nº intervenções preventivas realizadas depois da data prevista	Especialista
Preventivas realizadas (on-time)	Número	Gráfico de Barras	Nº intervenções preventivas realizadas antes da data prevista	Especialista
Tempo total manutenção corretiva	Horas	Gráfico em anel	Soma das horas de trabalho relativas à manutenção corretiva	Literatura
Tempo total manutenção preventiva	Horas	Gráfico em anel	Soma das horas de trabalho relativas à manutenção preventiva	Literatura
Média atraso (dias)	Dias	Matriz	Média dos dias de atraso de manutenção preventiva	Especialista

Após a definição dos indicadores e elementos visuais, o terceiro momento de interação passa pelo entendimento do layout pretendido. O profissional solicita que a visualização seja dividida em duas partes, uma parte relacionada com as manutenções corretivas e outra mais relacionada com as atividades preventivas. Assim, desenvolve-se o *dashboard* num único ecrã de visualização, recorrendo-se à ferramenta *Powerpoint* para construção do layout, com separação do ecrã a meio de forma a responder ao pedido do profissional.

Além do layout a terceira interação contribui para a seleção dos filtros e da paleta de cores. No que concerne aos filtros a apresentar no ecrã de visualização das atividades o profissional solicita a possibilidade de filtrar por zona da equipa e filtro temporal. Em relação à paleta de cores, escolhe como base as cores da empresa e a utilização do sistema semáforo para indicação dos indicadores que apresentam um bom ou mau desempenho. Este sistema de cores é baseado nas metas definidas pelo especialista em conjunto com o encontrado na literatura⁸.

⁸ Para um melhor entendimento do *dashboard* as metas dos indicadores são apresentadas no capítulo dos resultados.

A informação mais relevante é colocada no canto superior esquerdo do *dashboard*, zona de maior ênfase segundo Few (2006). Considera-se os indicadores de performance selecionados com a literatura os que tinham maior relevância para o estudo e, portanto, são colocados na zona superior esquerda.

Ao desenvolver-se o *dashboard*, realiza-se, em simultâneo, uma análise para compreender se as questões colocadas pelo profissional vão sendo respondidas pelos elementos visuais criados (Tabela 3.4), concluindo-se que todos eles permitem responder ao conjunto de questões:

Tabela 3.4 - Elementos visuais criados para respostas às questões

Elemento visual	Questão respondida
Tempo médio de reparação (horas)	• Qual o desempenho na execução das atividades de manutenção?
Tempo de resposta (horas)	• Qual o tempo de resposta a um pedido de manutenção corretiva por equipa? • Qual o desempenho na execução das atividades de manutenção?
Rotatividade Ordens Trabalho	• Qual o desempenho na execução das atividades de manutenção?
Cumprimentos do PMP	• Qual o desempenho na execução das atividades de manutenção?
Atraso nas manutenções	• Qual o desempenho na execução das atividades de manutenção?
Porcentagem Manutenção Planeada	• Qual o desempenho na execução das atividades de manutenção?
Evolução do nº manutenções corretivas por grau de urgência	• Quantas intervenções corretivas e preventivas são realizadas por ano? • Qual o grau de urgência mais predominante das intervenções corretivas?
Quantidade de intervenções corretivas por tipologia de equipamentos	• Qual a tipologia de equipamentos com mais intervenções corretivas realizadas?
Distribuição por tipos de manutenção	• Qual a distribuição por tipo de manutenção?
Distribuição horas de trabalho por tipos de manutenção	• Qual a distribuição por tipo de manutenção?
Evolução das atividades de manutenção preventiva	• Quantas intervenções corretivas e preventivas são realizadas por ano? • Quantas manutenções preventivas foram realizadas on-time e quantas com falha por ano? • Qual o cumprimento do plano de manutenção preventiva por ano?
Análise das atividades de manutenção preventivas por zona	• Qual o desempenho das preventivas por equipas?

A quarta e última interação com o profissional leva à confirmação de que o *dashboard* está de acordo com as necessidades e expectativas da empresa, e responde ao problema inicial encontrado – a falta de monitorização das atividades de manutenção. Assim, é possível avançar para a penúltima fase, a avaliação do *dashboard*.

3.5. Avaliação

Na fase de avaliação, os resultados, isto é, modelo criado na etapa anterior, são avaliados de acordo com o cumprimento dos objetivos definidos. É desenvolvido um questionário direcionado aos especialistas da empresa (e potenciais utilizadores do dashboard), que tem como objetivo avaliar o *dashboard* quanto a sua utilidade e usabilidade. As questões tiveram base os critérios de avaliação presentes na literatura (Eckerson, 2011; Almasi *et al.*, 2023).

O questionário é composto por sete questões com respostas em escala tipo *Likert*, de 0 a 10 pontos, e com uma questão com resposta do tipo Sim/ Não. Na Tabela 3.5 são apresentadas as perguntas inseridas no questionário. Solicita-se, igualmente, que em conjunto com a avaliação dada em cada ponto, se apresente uma pequena justificação para os pontos atribuídos.

Tal como definido anteriormente, o objetivo analítico é atingido quando os potenciais utilizadores avaliarem a sua satisfação global em relação ao *dashboard* com uma pontuação de 8 ou superior.

Tabela 3.5 - Questionário de avaliação do *dashboard*

Questão	
Q1	Como avalia a utilidade do <i>dashboard</i> para monitorização das atividades de manutenção, numa escala de 1 (nada útil) a 10 (extremamente útil)?
Q2	Como avalia a facilidade de utilização do <i>dashboard</i> , numa escala de 1 (nada fácil) a 10 (extremamente fácil)?
Q3	Considera os indicadores apresentados no <i>dashboard</i> adequados ao objetivo? (numa escala de 1 nada adequado a 10 extremamente adequado)
Q4	Considera que possui um melhor controlo das atividades de manutenção com a visualização do <i>dashboard</i> (Sim/Não)?
Q5	Considera o esquema de cores utilizado perceptível, numa escala de 1 (nada perceptível) a 10 (extremamente perceptível)?
Q6	Considera os elementos visuais utilizados adequados numa escala de 1 (nada adequado) a 10 (extremamente adequado)?
Q7	Qual é a sua satisfação global com o <i>dashboard</i> , numa escala de 1 (nada satisfeito) a 10 (extremamente satisfeito)?

3.6. Implementação

A última etapa do CRISP-DM, implementação, passa pela realização de um resumo das conclusões da investigação, dos contributos para os profissionais da área e para a literatura, das limitações encontradas e pela apresentação de recomendações e trabalhos futuros. Neste contexto, a etapa de implementação resulta no desenvolvimento e escrita do presente documento e sua apresentação, em que se detalham todas as tarefas realizadas, procurando sempre justificações na literatura e suporte por parte dos especialistas de negócio.

Igualmente, pertence a esta etapa a colocação do modelo final em produção, ou seja, a aplicação do *dashboard* final no software da upK para acesso dos diretores e gestores de contrato. No entanto, devido à duração do projeto, não é possível executar esta tarefa, sendo apenas concedido à empresa o protótipo desenvolvido em *Power BI*, experimentado/testado por alguns potenciais utilizadores aquando da avaliação da ferramenta de visualização.

4. Resultados e discussão

O presente capítulo apresenta o resultado da etapa modelação, um *dashboard* tático para monitorização das atividades de manutenção, após a compreensão, preparação e modelação realizada e exposta no Capítulo 3. O *dashboard* apresenta os indicadores mais relevantes para dar resposta ao problema identificado, selecionados com base na literatura e em reuniões com os especialistas da área. Para facilitar a compreensão e visualização, este contempla apenas um único ecrã, com possibilidade de aplicação de filtros temporais e de localização, com recurso à ferramenta *Power BI*.

Apresenta o *dashboard* construído, a explicação aprofundada do *dashboard*, evidencia a etapa de avaliação do CRISP-DM, mas também, a demonstração prática da ferramenta de visualização desenvolvida na empresa. A construção deste capítulo tem como objetivo a apresentação de uma solução para o problema inicialmente definido.

4.1. *Dashboard* de monitorização de atividade de manutenção

O *dashboard* de monitorização das atividades de manutenção (Figura 4.1) apresenta um conjunto de indicadores relevantes, exibido num único ecrã.

Em dois elementos gráficos “Evolução do nº manutenções corretivas por grau de urgência” e “Análise das atividades de manutenção preventiva” é possível realizar o *drill down* temporal de forma a obter informações mais detalhadas nestes gráficos, por ano, trimestre, mês e dia. Estão disponíveis, no topo do ecrã, dois filtros, um para selecionar a zona geográfica com o objetivo de monitorizar as atividades de manutenção das equipas da zona, e outro para filtrar o período de tempo que se pretende observar na análise.

De forma a facilitar a compreensão e análise do *dashboard* pelos seus utilizadores todos os elementos apresentam título e legendas. Os indicadores de performance, no canto superior esquerdo, apresentam o código de cores “semáforo”, onde o vermelho indica um mau desempenho, o amarelo um desempenho intermédio, e o verde um desempenho satisfatório.



Figura 4.1 - Dashboard para monitorização das atividades de manutenção

4.1.1. Descrição detalhada do *dashboard*

O *dashboard* desenvolvido é composto por diversos elementos visuais que no seu conjunto auxiliam na solução do problema inicial encontrado e respondem às questões colocadas pelo profissional. Assim, são apresentadas detalhadamente as características de cada elemento visual construído no *dashboard*, de modo a explicar o contributo de cada para a monitorização das atividades de manutenção.

No canto superior esquerdo são dispostos dois filtros, zona geográfica e período temporal (Figura 4.2), permitindo analisar e monitorizar as atividades de manutenção por delegação e filtrar o intervalo de tempo dessa análise, influenciam todos os elementos visuais aquando da sua seleção.

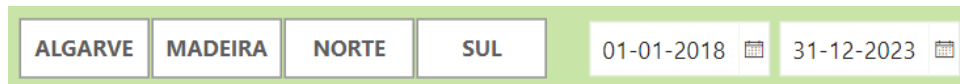


Figura 4.2 - Filtros disponíveis no *dashboard*

Na zona superior esquerda, zona de maior foco visual, são apresentados visualmente os indicadores, retirados da literatura e os principais para controlo e monitorização das atividades de manutenção (Figura 4.3). Estes indicadores apresentam os valores para o período de tempo selecionado no filtro temporal exibido no canto superior direito.

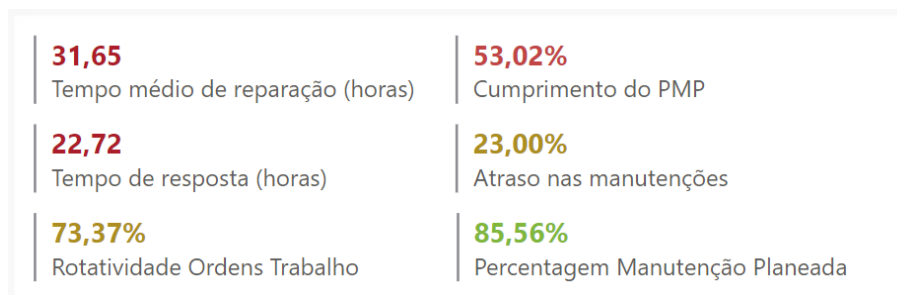


Figura 4.3 - KPI de monitorização das atividades

O primeiro indicador apresentado, “Tempo médio de reparação (horas)” evidencia o KPI encontrado na literatura – MTTR, e representa o tempo médio necessário em horas para reparar uma avaria, colocando o equipamento/sistema no seu estado funcional. O cartão pode assumir três cores diferentes, vermelho, amarelo e verde, dependendo do valor e de acordo com as metas estabelecidas pelo profissional. Quando o valor é superior a 20 horas, o cartão apresenta a cor vermelha. O amarelo corresponde a um MTTR entre 5 e 20 horas. Caso o tempo médio seja inferior ou igual a 5 horas, o cartão assume a cor verde.

O cartão “Tempo de resposta (horas)” apresenta a média em horas desde a criação da ordem de trabalho até o início dos trabalhos para resolução do problema. Este cartão assume, também, três cores diferentes, verde, amarelo e vermelho. O verde corresponde a um tempo de resposta inferior a 24 horas, o amarelo significa que o tempo de resposta se encontra entre 24 e 48 horas, e, portanto, o cartão assume o vermelho quando o tempo é superior a 48 horas.

O terceiro indicador “Rotatividade Ordens Trabalho”, na literatura mencionado como *work order turnover*, representa o número de intervenções executadas face ao número de intervenções rececionadas. O verde representa uma rotatividade de 85%, o amarelo entre 60% e 85% e o vermelho valores inferiores a 60%.

O cumprimento do PMP (“*Schedule Compliance*”) representa a percentagem de ordens de trabalho concluídas no prazo definido, ou seja, antes ou na data planeada para a manutenção. O cartão assume a cor verde quando apresenta um valor superior a 85%. O amarelo significa que o cumprimento do plano de manutenção preventiva se encontra entre 60% e 85% e o vermelho abaixo dos 60%.

O cartão com o título “Atraso nas manutenções” (“*Backlog size*”) apresenta o número de tarefas que ainda se encontram em atraso sobre o número de tarefas recebidas. O cartão apresenta o verde quando a percentagem é inferior a 15%, amarelo quando se encontra entre 15% e 25%, e vermelho superior a 25%.

O último indicador apresentado, “Percentagem manutenção planeada” mede o número de tarefas de manutenção planeadas em comparação com todas as tarefas de manutenção. Um PMP com valor superior a 85% é apresentado a verde, entre 60% e 85% a amarelo, e um valor inferior a 60% o cartão apresenta-se a vermelho.

Para o período em análise, de 2018 até à data atual, verifica-se que o desempenho da empresa é apenas satisfatório no indicador relativo à PMP. No entanto, não apresenta um bom desempenho no tempo médio de reparação, no tempo de resposta e cumprimento do plano de manutenção, indicando que a empresa precisa de melhorar o seu desempenho a nível da manutenção corretiva para conseguir dar uma resposta pronta e resolver o problema de uma forma mais rápida, e melhorar o seu planeamento preventivo para não apresentar um cumprimento deste baixo. Por efeito do aumento da percentagem de cumprimento do plano, a percentagem de atraso nas manutenções vai diminuir.

A evolução do número de manutenções corretivas por grau de urgência (Figura 4.4), representada por um gráfico de áreas empilhadas, apresenta a quantidade de intervenções corretivas executadas por ano, e através da utilização do *drill down*, é possível visualizar por trimestre, por mês e por dia, e por grau de urgência – emergente, urgente, normal e sem urgência.

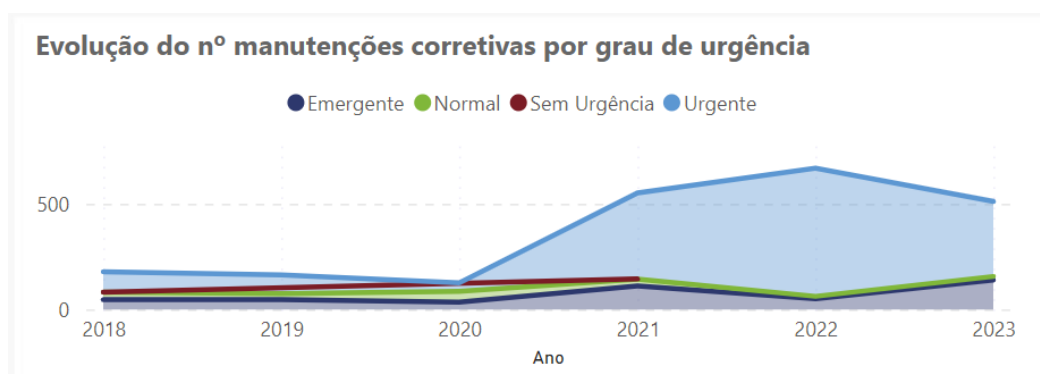


Figura 4.4 - Evolução do número de manutenções corretivas

O gráfico de barras “Quantidade de intervenções corretivas por tipologia de equipamento” mostra a número de ordens de trabalho executadas por família de ativos (Figura 4.5). Observa-se que os equipamentos de AVAC e hoteleiros são os que apresentam mais intervenções corretivas. A construção deste gráfico responde, assim, a uma das questões colocadas pelo profissional “Qual a tipologia de equipamentos com mais intervenções corretivas realizadas?”.

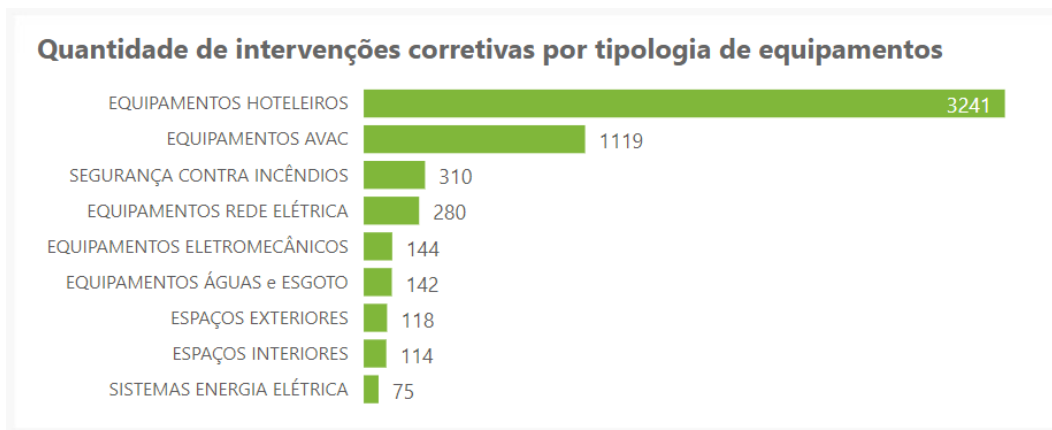


Figura 4.5 - Quantidade de manutenções corretivas por família de equipamentos

Os gráficos em anel “Distribuição por tipos de manutenção” e “Distribuição horas de trabalho por tipos de manutenção”, Figura 4.7 e Figura 4.6, respetivamente, apresentam a quantidade de intervenções corretivas e preventivas no período de tempo selecionado na linha cronológica. Estas distribuições devem seguir uma lógica 80-20, sendo que cerca de 80% das atividades de manutenção devem ser dedicadas à execução da preventiva e 20% às atividades corretivas, podendo verificar que na empresa esta lógica é seguida.

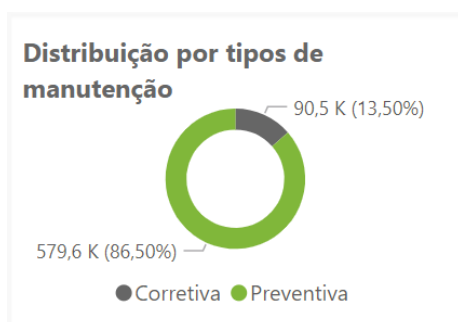


Figura 4.7 - Distribuição do número de manutenções

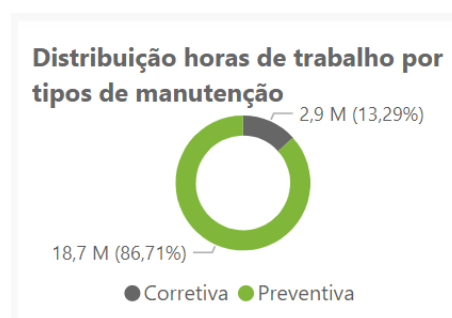


Figura 4.6 - Distribuição do número de horas por tipo de manutenção

O elemento gráfico “Evolução das atividades de manutenção preventiva” (Figura 4.8) apresenta a quantidade de manutenções preventivas previstas, manutenções preventivas realizadas, mas com data superior à data planeada, e, portanto, com atraso, as manutenções realizadas dentro do previsto, as manutenções ainda não realizadas até hoje e as preventivas que ainda vão ser realizadas. Estes valores são apresentados por ano, existindo a possibilidade de fazer *drill down* (Figura 4.9) para uma análise mais pormenorizada a nível trimestral, mensal e diário. O elemento apresentado em linha representa a evolução do cumprimento do PMP ao longo do período de tempo.

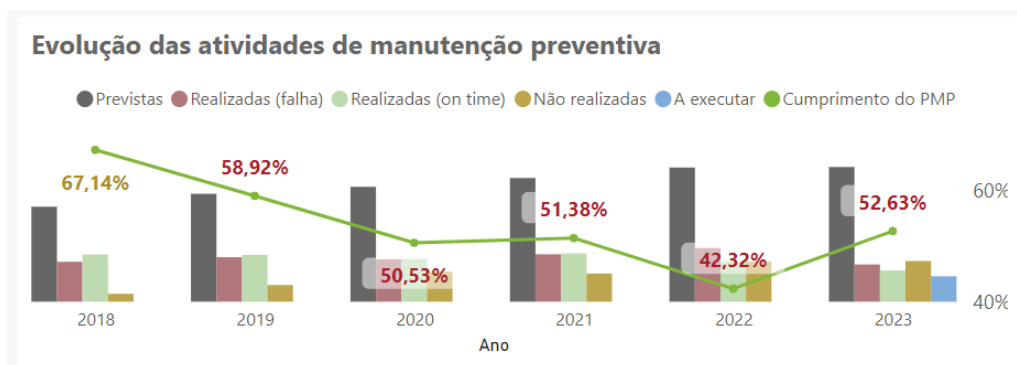


Figura 4.8 - Evolução das atividades preventivas sem *drill down*

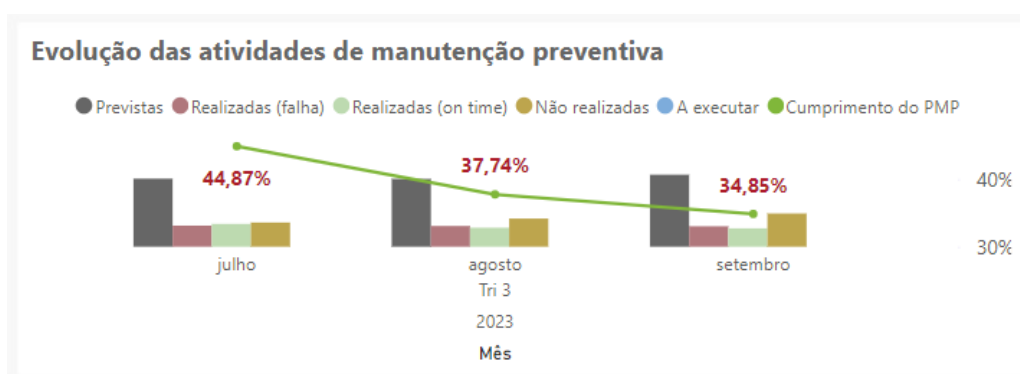


Figura 4.9 - Evolução das atividades preventivas com *drill down* num trimestre

O último elemento visual do *dashboard* (Figura 4.10) monitoriza as atividades preventivas quanto às manutenções em atraso, cumprimento do PMP e média de dias de atraso na realização das manutenções preventivas por zona geográfica das equipas. A paleta de cores segue a mesma regra dos indicadores apresentados nos cartões para cada indicador. O indicador Média atraso (dias) assume o ícone vermelho se a média passar dos 60 dias, amarelo entre 30 e 60 dias e verde se a média for abaixo de 1 mês, ou seja, 30 dias.

Zona Equipa	Atividades em atraso (%)	Cumprimento do PMP	Média atraso (dias)
AÇORES	95,71% ❌	4,29% ❌	554 ❌
ALGARVE	17,90% ⚠️	57,71% ❌	91 ❌
MADEIRA	22,19% ⚠️	61,31% ⚠️	138 ❌
NACIONAL	44,95% ❌	34,61% ❌	280 ❌
NORTE	24,46% ⚠️	52,55% ❌	200 ❌
SUL	20,93% ⚠️	52,68% ❌	180 ❌
Total	23,00%	53,02%	184

Figura 4.10 - Indicadores preventivos por zona das equipas

4.2. Avaliação do *dashboard*

Com o objetivo de avaliar o *dashboard* e, assim cumprir com o terceiro objetivo específico do estudo, aplicou-se o questionário apresentado no ponto 3.5. Avaliação. Na Tabela 4.1 são apresentadas as questões e as respostas de dois potenciais utilizadores.

Tabela 4.1 - Avaliação do *dashboard* por utilizadores

Q1	Como avalia a utilidade do <i>dashboard</i> para monitorização das atividades de manutenção, numa escala de 1 (nada útil) a 10 (extremamente útil)?
R1	10. “O <i>dashboard</i> permite de uma maneira simples e rápida monitorizar e perceber onde apresentamos um desempenho menos bom para podermos atuar.”
R2	9. “O <i>dashboard</i> é bastante útil, facilita o acompanhamento constante dos índices de atividades da manutenção.”
Q2	Como avalia a facilidade de utilização do <i>dashboard</i>, numa escala de 1 (nada útil) a 10 (extremamente útil)?
R1	10. “Layout muito intuitivo, com facilidade de utilização dos filtros.”
R2	10. “Mesmo não tendo conhecimentos profundos na utilização do <i>Power BI</i> , é um <i>dashboard</i> de muito fácil utilização.”
Q3	Considera os indicadores apresentados no <i>dashboard</i> adequados ao objetivo? (numa escala de 1 nada adequado a 10 extremamente adequado)
R1	10. “Os indicadores devem traduzir aquilo que afeta a qualidade do serviço ao nosso cliente e os tempos de improdutividade, devem permitir uma visão macro do negócio e transversal, sendo os indicadores escolhidos adequados para a análise deste negócio.”
R2	9. “Possibilita o acompanhamento do histórico das atividades de manutenção preventiva e corretiva.”
Q4	Considera que possuem um melhor controlo das atividades de manutenção com a visualização do <i>dashboard</i>?
R1	“Sim, a leitura destes objetivos permite-nos agir em tempo útil e melhorar a resposta ao cliente.”
R2	“Sim, Com este <i>dashboard</i> consigo com muita rapidez identificar quais são os pontos que necessitam de atenção e que podem se tornar falhas.”
Q5	Considera o esquema de cores utilizado perceptível, numa escala de 1 (nada perceptível) a 10 (extremamente perceptível)?
R1	8. “De uma forma geral sim.”
R2	9. “Sim, bastante perceptível permitindo identificar de forma rápida o estado atual das atividades.”
Q6	Considera os gráficos utilizados adequados numa escala de 1 (nada adequado) a 10 (extremamente adequado)?
R1	9. “os gráficos escolhidos estão adequados a análise que cada exhibe.”
R2	9. “Sim, de fácil visualização.”

Tabela 4.1 - Avaliação do dashboard por utilizadores (cont.)

Q7	Qual é a sua satisfação global, numa escala de 1 (nada satisfeito) a 10 (extremamente satisfeito)?
R1	10. “A monitorização da nossa atividade é fundamental para a tomada de decisões e para a medição da qualidade do nosso serviço perante os clientes. Com o <i>dashboard</i> desenvolvido, é possível em tempo útil, corrigir falhas e implementar melhorias de forma de serviço, atuando especificamente nas áreas necessárias, reduzindo o tempo de improdutividade.”
R2	9. “Com este <i>dashboard</i> o controle das atividades de manutenção fica mais facilitado, o que irá contribuir para gerar melhor produtividade.”

As respostas dadas pelos potenciais utilizadores concluem que o *dashboard* desenvolvido com o objetivo de monitorizar as atividades de manutenção é de fácil utilização e bastante intuitivo e útil para a empresa. A avaliação dada é um reflexo claro da sua eficácia e utilidade. Assim, cumpre-se o critério de sucesso definido para a avaliação do *dashboard*, a pontuação das questões ser superior ou igual a oito.

Através da abordagem intuitiva, informações visualmente cativantes e funcionalidades abrangentes, o *dashboard* foi de encontro às expectativas dos utilizadores. A capacidade de oferecer uma visão holística e acessível dos dados permitiu uma melhor tomada de decisões.

4.3. Discussão

Este subcapítulo, exploram-se as implicações práticas dos resultados obtidos ao longo deste estudo. A análise de dados desenvolvida ao longo do estudo permite traduzir os resultados obtidos em *insights* para a área da manutenção, destacando como podem influenciar não apenas o conhecimento científico, mas também o campo prático.

No seguimento das questões colocadas pelo especialista com a elaboração do *dashboard* observa-se que este consegue responder às mesmas:

- Qual o desempenho na execução das atividades de manutenção?

O desempenho da empresa está resumido no *dashboard* no canto superior esquerdo com a exibição dos indicadores em forma de cartão. Os cartões “Tempo médio de reparação (horas)” e “Tempo de resposta (horas)” mostra o desempenho da empresa na execução das atividades de manutenção corretivas. Observa-se, através da visualização da cor vermelha, que nestes indicadores e para o período de tempo selecionado o desempenho das equipas de manutenção não é satisfatório.

Os cartões situados no lado direito remetem para o desempenho da manutenção preventiva através do cumprimento do plano, o atraso das manutenções e da percentagem de manutenção planeada. Apenas a percentagem de manutenção planeada encontra-se com um bom desempenho, no entanto, o seu cumprimento já apresenta um mau resultado e, portanto, deve ser alvo de análise pelas chefias.

- Qual a distribuição por tipo de manutenção?

Esta questão é respondida simultaneamente com os gráficos em anel. Os gráficos “Distribuição por tipos de manutenção” e “Distribuição horas de trabalho por tipo de manutenção” apresentam, respetivamente, a percentagem do número de intervenções que a empresa dedica à manutenção preventiva e corretiva, bem com o número de horas para cada tipo de manutenção. Auxiliam na observação da lógica 80-20, como explicado anteriormente, permitindo atuar quando a manutenção corretiva apresenta um valor elevado para o expectável de atividades corretivas.

- Qual o tempo de resposta a um pedido de manutenção corretiva por equipa?

Para dar resposta a esta questão, desenvolve-se o cartão “Tempo de resposta (horas)”. Com a seleção da zona geográfica da equipa através do filtro no topo do *dashboard* obtém-se o tempo de resposta que cada zona das equipas possui.

- Quantas intervenções corretivas e preventivas são realizadas por ano?

Para esta questão, desenvolvem-se dois gráficos de evolução das manutenções corretivas e preventivas. Apresentam o número de intervenções realizadas por ano, sendo possível detalhar até ao número de intervenções por mês através da utilização do *drill down*.

- Qual a tipologia de equipamentos com mais intervenções corretivas realizadas?

O gráfico “Quantidade de intervenções corretivas por tipologia de equipamentos” consegue responder à questão colocada. Depreende-se que os equipamentos hoteleiros são os que apresentam um número mais elevado de intervenções corretivas e, por isso, deve ser analisado a possibilidade de, por exemplo, se aumentar a periodicidade de execução da atividade de manutenção preventiva de forma a poder prevenir uma falha no equipamento.

- Qual o cumprimento do plano de manutenção preventiva por ano?

Esta questão é respondida com o gráfico “Evolução das atividades de manutenção preventiva”, onde é possível observar-se através da linha a verde o cumprimento do plano por ano e se necessário por trimestre e por mês. Os valores apresentam também, a codificação de cores estilo semáforo. Observa-se que em relação ao ano de 2022, o presente ano aumentou a sua percentagem de cumprimento.

- Quantas manutenções preventivas foram realizadas *on-time* e quantas com falha por ano?

Tal como na questão anterior, é o gráfico “Evolução das atividades de manutenção preventiva” que responde a esta questões, apresentando a quantidade de intervenções preventivas por ano, trimestre ou mês, planeadas, realizadas com falha e *on-time*, não realizadas e ainda as que se encontram por realizar.

- Qual o grau de urgência mais predominante das intervenções corretivas?

Através do gráfico “Evolução do nº de manutenções corretivas por grau de urgência” é possível observar que o grau mais predominante é o “urgente”. Esta classificação das ordens de trabalho corretivas deve ser analisada de forma a perceber que a classificação está bem atribuída, uma vez que o numero de intervenções com classificação normal deveria ser superior ou se realmente os ativos mais críticos apresentam muitas intervenções corretivas devendo ser combatido com uma melhor e mais frequente manutenção preventiva ou troca do equipamento.

De seguida é apresentado como o *dashboard* obtido pode ser aplicado de maneira tangível, fornecendo orientações claras para a tomada de decisão dos profissionais e outros interessados.

A upK apresenta um PMP de cerca de 85%, no entanto, o seu cumprimento não apresenta um bom desempenho. Através do gráfico “Análise das atividades de manutenção preventiva por zona” pode perceber-se qual a zona onde possuem um baixo cumprimento do plano e, assim, conseguir atuar. Uma das formas possíveis para melhorar este indicador é compreender se a equipa de técnicos é suficiente para cumprir com o planeamento e preparar melhor a equipa de planeamento para conseguir ser mais flexível com o planeamento e acompanhar o desempenho ao dia.

Outro problema visível na empresa é o tempo médio de reparação. A comunidade profissional indica que a média do tempo de reparação deve ser até cinco horas. Um dos pontos que influencia o mau desempenho neste indicador é o facto, dos técnicos se esquecerem de fechar as ordens de trabalho impactando na duração do trabalho. De forma a mitigar este risco devem ser realizadas formações/ações de sensibilização direcionados aos técnicos acerca dos processos a executar o *NextBitt*.

O gráfico que retrata a evolução do número de intervenções corretivas por grau de urgência vai auxiliar numa melhor definição dos diferentes graus de urgência. É possível observar num grande número de intervenções corretivas com carater urgente e, portanto, os técnicos devem estar cientes da classificação que devem dar às corretivas para as ordens de trabalho não apresentarem todas uma classificação de urgência.

5. Conclusões

Apesar de existir muita informação acerca de *dashboards* e diversa literatura acerca da temática de ferramentas de visualização, estes temas aplicados à área de manutenção não é muito explorado.

Assim, o presente estudo consegue, assim, concretizar o principal objetivo, a construção de um *dashboard* para monitorização das atividades de manutenção com o objetivo de melhorar a eficiência da execução das atividades, validando esse *dashboard* no contexto de uma empresa específica, a upK. A upK é uma empresa prestadora de serviços de FM, com ênfase na manutenção, e que compreende a necessidade e a importância de monitorizar as suas atividades, motivando, também, a realização da presente investigação.

Recorrendo-se à metodologia CRISP-DM para desenvolvimento do *dashboard* obtém-se um projeto analítico de sucesso. Na primeira etapa, começou-se a compreensão do negócio com a definição do objetivo de negócio (aumentar a eficiência no controlo e monitorização das atividades de manutenção) e analítico (a criação do *dashboard*), passando-se para a compreensão dos dados, verificando-se a existência de erros e omissões. Com estas etapas realizadas, passou-se à preparação dos dados importados para o *Microsoft Power BI Desktop*, onde se procedeu à renomeação das colunas, eliminação de dados irrelevantes e o preenchimento de alguns dos registos que continham omissos, bem como a criação de uma tabela auxiliar à navegação do *dashboard*, tabela *Data*.

Com os dados preparados, foram selecionadas as métricas a inserir no *dashboard*, com base não só na literatura, mas também numa entrevista realizada aos especialistas da área, e escolheram-se os tipos de gráfico a utilizar em cada tipo de métrica. Deste modo, concretiza-se o primeiro objetivo específico da investigação, “Identificar indicadores de performance pertinentes para o controlo e monitorização de atividades na área da manutenção”.

Na fase seguinte da metodologia, modelação, desenvolveu-se um *dashboard* tático, com um único ecrã para monitorizar as atividades de manutenção para cumprir com o segundo objetivo específico “Construir um *dashboard* com indicadores e métricas para monitorização das atividades de manutenção”. Por fim, com uma avaliação positiva do *dashboard* quanto à utilidade e usabilidade compreende-se que o *dashboard* auxilia na monitorização das atividades de manutenção, de uma forma simples, rápida e personalizada para diferentes utilizadores, concretizando-se, assim, o terceiro objetivo específico.

Em suma, conclui-se que a elaboração desta ferramenta de visualização oferece, então, solução à questão de investigação inicialmente definida - como é que a construção de um *dashboard* auxilia a monitorização de atividades de manutenção?

De facto, com um *dashboard* tático, de um único ecrã, contemplando, por um lado, os filtros de data e zona e, por outro, doze elementos visuais, sendo seis cartões e seis gráficos, que representam os indicadores e métricas selecionadas, sendo que para alguns estão associadas metas, apresentando o grau de concretização dessas metas na forma de semáforo. Adicionalmente, o *dashboard* permite a atualização diária, ao estar ligado aos sistemas de informação da empresa através do *power query*, e, para algumas análises aumentar a granularidade com as opções de *drill-down*. Em suma, o *dashboard* permite responder, em tempo útil, às oito questões colocadas aos dados, que empresas ligadas à manutenção precisam responder no dia a dia da sua atividade e, assim, poderem tomar decisões devidamente suportadas em factos.

Por fim, depreende-se, com esta investigação, que não existe apenas um modelo de *dashboard* pertinente, uma vez que cada modelo deve ter em consideração o objetivo pelo e para qual está a ser contruído e as necessidades específicas de cada área e organização. No entanto, sendo o *dashboard* desenvolvido com base nas recomendações da literatura científica sobre os indicadores mais utilizados, também, em entrevistas a profissionais, acredita-se que este possa ser utilizado por outras empresas de prestação de serviços de manutenção, eventualmente, obrigando a pequenos ajustes, mas que uma plataforma analítica, como o Power BI desktop, torna muito fácil a sua concretização.

5.1. Contributos

A presente investigação, ao responder com sucesso à questão de investigação colocada, tem contributos a dois níveis, ao nível do conhecimento científico e ao nível profissional. Na perspetiva da literatura, esta contribuiu com:

- O enriquecimento da literatura sobre manutenção e, também, de visualização de dados através de *dashboards*. Deste modo, a aplicação de *dashboards* à monitorização de atividades de manutenção enriquece, igualmente, a literatura sobre *business intelligence & analytics*;

- A identificação e validação de indicadores/métricas relevantes para a monitorização e controlo das atividades de manutenção, através, primeiro, de uma sistematização do conhecimento com base numa revisão sistemática da literatura, e, segundo, complementando esse conhecimento com o conhecimento de especialistas na área da manutenção;
- O evidenciar mais um caso de sucesso da utilização da metodologia CRISP-DM, desenvolvida para projetos de *data mining*, mas aplicada na análise de dados na área da manutenção com recurso a técnicas de visualização de dados;
- A demonstração das potencialidades do Power BI (e do Power Query) no desenvolvimento de *dashboards* úteis e com bastante usabilidade para os utilizadores, e na definição de indicadores e métricas, recorrendo à linguagem DAX.

A nível profissional, no setor da manutenção, esta investigação contribuiu com:

- A disponibilização de uma ferramenta de monitorização do desempenho às prestadoras de serviços de manutenção, contemplando a análise de indicadores de performance relevantes na área, devidamente sistematizados e justificados com base na literatura e em profissionais da área;
- Um documento que pode auxiliar no desenvolvimento de outros *dashboards* na área da manutenção;
- Um *dashboard* criado e validado no contexto de uma empresa específica, a upK, para ser aplicado na monitorização das atividades de manutenção e, assim, auxiliar nas tomadas de decisão;

Para os profissionais da educação, nomeadamente, professores, com destaque para as áreas de operações ou de *analytics*, esta investigação contribuiu também em diferentes níveis:

- Proporciona um exemplo prático da aplicação de *dashboards* a uma área funcional de uma organização;
- Descreve com detalhe como, seguindo a metodologia CRISP-DM, se pode obter um *dashboard* com recurso ao Power BI e validá-lo com base em algumas perguntas colocadas a potenciais utilizadores;
- Apresenta uma RSL, com as suas duas componentes, protocolo e análise crítica dos artigos alvo, que pode servir de exemplo para guiar outras investigações académicas;
- Evidencia que a qualidade dos dados deve ser uma preocupação de todas as organizações, já que a falta de qualidade vai comprometer o sucesso das iniciativas de *business analytics* que as empresas pretendem abraçar.

5.2. Limitações

Apesar de apresentar contributos relevantes, a investigação apresenta, também algumas limitações.

A primeira limitação da presente investigação está relacionada com a aplicação do *dashboard* à empresa do caso de estudo, o que possibilita a que os resultados possam não ser totalmente replicáveis a outro tipo de organizações do mesmo setor. No seguimento desta limitação surge outra limitação, na medida em que, sendo um modelo aplicado a uma empresa, a seleção dos indicadores e a avaliação do *dashboard* é subjetiva, ou seja, diferentes *stakeholders* vão diferir na opinião de quais os indicadores e métricas mais importantes. No entanto, parte dos indicadores são já identificados na literatura, significando que, de certa forma, há um maior suporte para a seleção dos indicadores.

A terceira limitação passa pelo facto de não existirem dados específicos com os equipamentos, não sendo possível a aplicação dos indicadores/métricas relacionados com a performance dos mesmos, em grande quantidade mencionados na literatura, compreendendo-se a sua importância para o tema da monitorização da manutenção.

Por último, a qualidade dos dados apresenta-se como uma limitação, com a existência de muito registos com dados em branco, difíceis de serem preenchidos por não ser possível compreender a que se refere. Outra limitação relacionada com a qualidade é o facto de alguns técnicos não fecharem as ordens de trabalho quando terminam de efetuar a manutenção, enviando a análise, por exemplo do indicador *Schedule Compliance*. Estes pontos mencionados não permitem uma visualização da informação mais fidedigna e a apresentação de outro tipo de indicadores e métricas e, de certa forma, podem comprometer a generalização do modelo ao limitar a utilidade do *dashboard* a apenas algumas dimensões dos serviços de manutenção.

5.3. Recomendações e trabalho futuro

Com a realização da presente investigação, foram identificadas algumas recomendações que permitem à upK melhorar os seus dados:

- Tornar mais campos de preenchimento obrigatório no *NextBitt* para diminuir a quantidade de valores omissos;
- Definir melhor e tornar mais claro e comum a todos os clientes a designação dos ativos, ou seja, não apresentar na mesma coluna nomes de equipamentos e, ao mesmo tempo

apenas a designação do cliente, sendo necessário uma hierarquia definida na tabela *Ativos*;

- Integrar a variável custos na plataforma para ser possível a análise e monitorização desta componente no *dashboard*;
- Utilizar a componente dos SLA, disponível na ferramenta *NextBitt*, mas não implementada, para que seja possível um controlo mais rigoroso por exemplo do tempo de resposta em concordância com os SLA definidos inicialmente;
- Definir regras de classificação do grau de urgência das ordens de trabalho.

Já a um nível mais geral, como trabalho futuro de investigação surgem tópicos diferentes. Primeiramente, uma vez que a disponibilidade de métricas e indicadores de desempenho da manutenção num *dashboard* pode não garantir necessariamente, a melhoria do desempenho, uma investigação futura deve investigar como é que as medidas de desempenho são efetivamente utilizadas para impulsionar a melhoria do desempenho da eficiência na prática.

Outra investigação possível passa por encontrar um conjunto de indicadores para monitorização não só das atividades de manutenção, como também, de outras atividades do FM, tendo por base um maior conjunto de especialista entrevistados de todas as áreas.

Um último tópico possível para trabalho futuro é a criação de um novo ecrã que incorpore as informações relativas aos equipamentos para realizar uma análise mais aprofundada com aplicação de outros indicadores encontrados na literatura, como o MTBF e OEE, e que complemente a análise das atividades de manutenção preventiva e corretiva.

Referências Bibliográficas

- Almasi, S., Bahaadinbeigy, K., Ahmadi, H., Sohrabei, S., & Rabiei, R. (2023). Usability Evaluation of Dashboards: A Systematic Literature Review of Tools. *BioMed Research International*, 1–11. <https://doi.org/10.1155/2023/9990933>
- Bengtsson, M., Olsson, E., Funk, P., & Jackson, M. (2004). Technical Design of Condition Based Maintenance Systems: A Case Study using Sound Analysis and Case-Based Reasoning. *MARCON (Maintenance and Reliability Conference)*, Knoxville, TN, USA, May 2004. <http://mdh.diva-portal.org/smash/record.jsf?pid=diva2:120804>
- Chadegani, A. A., Salehi, H., Yunus, M. M., Farhadi, H., Fooladi, M., Farhadi, M., & Ebrahim, N. A. (2013). A Comparison between Two Main Academic Literature Collections: Web of Science and Scopus Databases. *Asian Social Science*, 9(5). <https://doi.org/10.5539/ass.v9n5p18>
- Chapman, P., Clinton, J., Kerber, R., Khabaza, T., Reinartz, T., Shearer, C., & Wirth, R. (2000). *CRISP-DM 1.0: Step-by-step data mining guide*. SPSS Inc.
- Cronin, P., Ryan, F., & Coughlan, M. P. (2008). Undertaking a literature review: a step-by-step approach. *British Journal of Nursing*, 17(1), 38–43. <https://doi.org/10.12968/bjon.2008.17.1.28059>
- Dasandara, M., Dissanayake, P., & Fernando, D. J. (2022). Key performance indicators for measuring performance of facilities management services in hotel buildings: a study from Sri Lanka. *Facilities*, 40(5/6), 316–332. <https://doi.org/10.1108/f-02-2021-0009>
- Demirdöğen, G., Işık, Z., & Arayıcı, Y. (2022). Determination of business intelligence and Analytics-Based healthcare facility Management key performance indicators. *Applied Sciences*, 12(2), 651. <https://doi.org/10.3390/app12020651>
- Djurovic, D., Bulatović, M., Soković, M., & Stoić, A. (2015). *Measurement of maintenance excellence*. *Tehnicki Vjesnik-technical Gazette*, 22(5). <https://doi.org/10.17559/tv-20140922094945>
- Doyen, L., & Gaudoin, O. (2011b). Modeling and assessment of aging and efficiency of corrective and planned preventive maintenance. *IEEE Transactions on Reliability*, 60(4), 759–769. <https://doi.org/10.1109/tr.2011.2171115>
- Dzulkipli, N., Sarbini, N. N., Ibrahim, I. S., Abidin, N. I., Yahaya, F. M., & Azizan, N. Z. N. (2021). Review on maintenance issues toward building maintenance management best practices. *Journal of Building Engineering*, 44, 102985. <https://doi.org/10.1016/j.jobee.2021.102985>
- Eckerson, W. (2011). *Performance Dashboards: Measuring, Monitoring, and Managing Your Business* (2nd Edition). <http://download.101com.com/pub/TDWI/Files/PerformanceDashboards.pdf>
- Few, S. (2006). *Information Dashboard Design: The Effective Visual Communication of Data* (1st edition). O'Reilly.
- Franciosi, C., Di Pasquale, V., Iannone, R., & Miranda, S. (2020). Multi-stakeholder perspectives on indicators for sustainable maintenance performance in production contexts: an exploratory study. *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, 27(2), 308–330. <https://doi.org/10.1108/jqme-03-2019-0033>
- Gonzalez, E., Nanos, E. M., Seyr, H., Valldecabres, L., Yürüşen, N. Y., Smolka, U., Muskulus, M., & Melero, J. J. (2017). Key performance Indicators for wind farm operation and maintenance. *Energy Procedia*, 137, 559–570. <https://doi.org/10.1016/j.egypro.2017.10.385>

- Green, D., Lindahl, P., Leeb, S. B., Kane, L. T., Kidwell, L. S., & Donnal, J. (2019). Dashboard: Nonintrusive Electromechanical Fault Detection and Diagnostics. IEEE. <https://doi.org/10.1109/autotestcon43700.2019.8961062>
- Guide to Preventive Maintenance*. (2023, 23 de outubro). Infraspeak. <https://blog.infraspeak.com/preventive-maintenance/>
- Han, J., Pei, J., & Kamber, M. (2012). *Data Mining: Concepts and Techniques*. (3rd ed.). Elsevier.
- Hao, Q., Xue, Y., Shen, W., Jones, B. L., & Zhu, J. (2010). A Decision Support System for Integrating Corrective Maintenance, Preventive Maintenance, and Condition-Based Maintenance. *Journal of the Electrochemical Society*. [https://doi.org/10.1061/41109\(373\)47](https://doi.org/10.1061/41109(373)47)
- Immawan, T., Pratiwi, A. I., & Cahyo, W. N. (2019). The proposed dashboard model for Measuring Performance of Small-Medium Enterprises (SME). *International Journal of Integrated Engineering*, 11(5). <https://doi.org/10.30880/ijie.2019.11.05.021>
- Instituto Português da Qualidade. (2007). *Norma Portuguesa NP EN 13306 2007: Terminologia da manutenção* (NP EN 13306 2007). IPQ.
- Instituto Português da Qualidade. (2017). *Facility Management - Parte 3: Linhas de orientação para a Qualidade no Facility Management* (NP EN 15221-3:2017).
- International Facility Management Association. (2023). *What is Facility Management?* <https://www.ifma.org/about/what-is-fm/>
- ISO. (2011). *Buildings and constructed assets — Service life planning — Part 1: General principles and framework* (ISO 15686-1:2011).
- Kitchenham, B. (2004). Procedures for Performing Systematic Reviews. In *Keele University Technical Report TR/SE-0401*. <https://doi.org/10.1145/3328905.3332505>
- Kitchenham, B., & Brereton, P. (2013). A systematic review of systematic review process research in software engineering. *Information and Software Technology*, 55(12), 2049–2075. <https://doi.org/10.1016/j.infsof.2013.07.010>
- Kumar, U., Galar, D., Parida, A., Stenström, C., & Berges, L. (2013). Maintenance performance metrics: a state-of-the-art review. *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, 19(3), 233–277. <https://doi.org/10.1108/jqme-05-2013-0029>
- Laubach, S. (2020, 12 de junho). *7 Benefits of Preventive Maintenance*. FMX. <https://gofmx.com/blog/benefits-of-preventive-maintenance/>
- London Premier Centre. (2022, abril). *Soft vs Hard Facilities Management: Learn Key Differences?* <https://www.lpcentre.com/articles/soft-vs-hard-facilities-management-learn-key-differences>
- Lundgren, C., Bokrantz, J., & Skoogh, A. (2020). Performance indicators for measuring the effects of Smart Maintenance. *International Journal of Productivity and Performance Management*, 70(6), 1291–1316. <https://doi.org/10.1108/ijppm-03-2019-0129>
- Maurício, F. M. M. P. (2011). *Aplicação de Ferramentas de Facility Management à Manutenção Técnica de Edifícios de Serviços* [Dissertação de mestrado, Instituto Superior Técnico]. https://scholar.tecnico.ulisboa.pt/api/records/4lbJVWU7LmnAZMLGC179uos9liYUxEf_1ctL/file/9ea4aa0f5d3ec8438a6997d4545a082db219f2ca152c48a00386fbd3c81d099c.pdf
- McDonald, C. (2023, 28 de abril). *Visualize Your Assets and Work Orders Like Never Before*. FSI. <https://www.fsiservices.com/blog/visualize-your-assets-and-work-orders-like-never-before>
- Medeiros, F. A., Laureano, R. M., & Laureano, L. M. (2023, June). Dashboard to monitor the Restaurant and Hospitality Financial Support Program. In *2023 18th Iberian Conference on Information Systems and Technologies (CISTI)* (pp. 1-6). IEEE.

- Mendes, D. F. O. (2022). *A importância das imagens de alojamentos turísticos nas plataformas de reservas online: Uma análise com dados reais da Feels Like Home* [Dissertação de mestrado, Iscte – Instituto Universitário de Lisboa]
- Mongeon, P., & Paul-Hus, A. (2015). The journal coverage of Web of Science and Scopus: a comparative analysis. *Scientometrics*, 106(1), 213–228. <https://doi.org/10.1007/s11192-015-1765-5>
- Moyne, J., Iskandar, J., Hawkins, P., Furest, A., Pollard, B., Walker, T., & Stark, D. (2013). Deploying an Equipment Health monitoring dashboard and assessing predictive maintenance. *IEEE. ASMC 2013 SEMI Advanced Semiconductor Manufacturing Conference*. <https://doi.org/10.1109/asmc.2013.6552784>
- Muchiri, P., Pintelon, L., Gelders, L., & Martin, H. (2011). Development of maintenance function performance measurement framework and indicators. *International Journal of Production Economics*, 131(1), 295–302. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2010.04.039>
- Muchiri, P., Pintelon, L., Martin, H., & De Meyer, A. (2010). Empirical analysis of maintenance performance measurement in Belgian industries. *International Journal of Production Research*, 48(20), 5905–5924. <https://doi.org/10.1080/00207540903160766>
- Nadali, A., Kakhky, E. N., & Nosratabadi, H. E. (2011). Evaluating the success level of data mining projects based on CRISP-DM methodology by a Fuzzy expert system. *IEEE*. <https://doi.org/10.1109/icectech.2011.5942073>
- Nica, I. C., Craciunescu, S. L., Alexandru, D., & Ionescu, S. (2021). Using of KPIs and Dashboard in the Analysis of Carrefour Company's Performance Management, *The Journal of Organizational Management Studies*. <https://ibimapublishing.com/articles/JOMS/2021/852077/852077.pdf>
- Page, M. J., Moher, D., Bossuyt, P. M., Boutron, I., Hoffmann, T., Mulrow, C. D., Shamseer, L., Tetzlaff, J., Akl, E. A., Brennan, S., Chou, R., Glanville, J., Grimshaw, J., Hróbjartsson, A., Lalu, M. M., Li, T., Loder, E., Mayo-Wilson, E., McDonald, S., . . . McKenzie, J. E. (2021). PRISMA 2020 explanation and elaboration: updated guidance and exemplars for reporting systematic reviews. *BMJ*, n160. <https://doi.org/10.1136/bmj.n160>
- Peach, R., Ellis, H., & Visser, J. (2016). A maintenance performance measurement framework that includes maintenance human factors: a case study from the electricity transmission INDUSTRY. *South African Journal of Industrial Engineering*, 27(2). <https://doi.org/10.7166/27-2-1492>
- Revista Manutenção. (2022, dezembro). *Instalações e a sua manutenção*. <https://www.revistamanutencao.pt/dossier/instalacoes-e-a-sua-manutencao/>
- Sá, J. P. (2016). *Facility Management a componente da Manutenção de Edifícios* [Dissertação de mestrado, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto]. https://sigarra.up.pt/fep/pt/pub_geral.pub_view?pi_pub_base_id=138959
- Sadiku, M., Shadare, A. E., Musa, S. M., Akujuobi, C. M., & Perry, R. (2016). Data visualization. *International Journal of Engineering Research and Advanced Technology (IJERAT)*, 2(12), 11-16.
- Schröer, C., Kruse, F., & Gómez, J. M. (2021). A Systematic Literature Review on Applying CRISP-DM Process model. *Procedia Computer Science*, 181, 526–534. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2021.01.199>
- Simões, J. M., Gomes, C. F., & Yasin, M. M. (2011). A literature review of maintenance performance measurement. *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, 17(2), 116–137. <https://doi.org/10.1108/13552511111134565>
- Smith, R. (2021, 10 de fevereiro). *Maintenance KPI Dashboards | What Are They & How to Create?* Upkeep. <https://upkeep.com/blog/creating-kpi-dashboard/#what's-included-in-a-maintenance-kpi-dashboard>

- Snyder, H. (2019). Literature review as a research methodology: An overview and guidelines. *Journal of Business Research*, 104, 333–339. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2019.07.039>
- Souza, A. (2023, July 5). Metodologia Crisp-DM: Uma Abordagem Abrangente Para projetos de Dados. Medium. <https://medium.com/blog-do-zouza/metodologia-crisp-dm-uma-abordagem-abrangente-para-projetos-de-dados-d7e7135b907e>
- Srivastava, D. (2023). An introduction to data visualization tools and techniques in various domains. *International Journal of Computer Trends and Technology*, 71(4), 125–130. <https://doi.org/10.14445/22312803/ijctt-v71i4p116>
- Stenström, C., Parida, A., Kumar, U., & Galar, D. (2013). Performance indicators and terminology for value driven maintenance. *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, 19(3), 222–232. <https://doi.org/10.1108/jqme-05-2013-0024>
- The importance of a dashboard for asset monitoring and management.* (2023, 8 de março). manuis4. <https://manuis4.com/dashboard/>
- The University of Melbourne. (2023, setembro). *Inclusion and Exclusion Criteria* <http://unimelb.libguides.com/c.php?g=492361&p=3368110>
- Trojan, F., & Marçal, R.F. (2017). Proposal of Maintenance-types Classification to Clarify Maintenance Concepts in Production and Operations Management. *Journal of Business Economics*. 8 (7), 560-572. <http://www.academicstar.us/UploadFile/Picture/2018-1/20181922515875.pdf>
- Vilarinho, S., Lopes, I., & Sousa, S. (2018). Developing dashboards for SMEs to improve performance of productive equipment and processes. *Journal of Industrial Information Integration*, 12, 13-22. <https://doi.org/10.1016/j.jii.2018.02.003>
- Yigitbasioglu, O.M., Velcu O. (2012). A Review of Dashboards in Performance Management: Implications for Design and Research, *International Journal of Accounting Information Systems*, 13(1), 41-59. <https://doi.org/10.1016/j.accinf.2011.08.002>

Apêndice

Apêndice A – Descrição dos campos das tabelas

Tabela 15 - Campos da *Ativo*

Campos	Tipo	Descrição	Ação Tomada
Centro custo	QtD	Centro de custo associado ao ativo	Excluir
Código ativo	QtD	Código do ativo	Preparação dos dados
Código ativo principal	QtD	Código do ativo principal	Preparação dos dados
Código classe	QtD	Código da classe do ativo	Preparação dos dados
Código Criticidade	QtD	Código da criticidade	Preparação dos dados
Código família	QtD	Código da família	Preparação dos dados
Código localização	QtD	Código da localização do ativo	Preparação dos dados
Código setor	QtD	Código do setor	Preparação dos dados
Código-postal	QtD	Código-postal	Preparação dos dados
Data instalação	Data	Data da instalação do ativo	Excluir
Hastag	QIN	Ativo tem <i>tag</i> se sim (TRUE) se não (FALSE)	Excluir
ID	QtD	ID do ativo	Excluir
Inativo	QIN	Ativo está inativo se sim (TRUE) se não (FALSE)	Preparação dos dados
Marca	QIN	Marca do ativo	Excluir
Modelo	QIN	Modelo do ativo	Excluir
Morada	QIN	Morada do ativo	Preparação dos dados
Nome ativo	QIN	Designação do ativo	Preparação dos dados
Nome ativo principal	QIN	Designação do ativo principal	Preparação dos dados
Nome classe	QIN	Designação da classe do ativo	Preparação dos dados
Nome Criticidade	QIN	Designação da criticidade	Preparação dos dados
Nome família	QIN	Designação da família	Preparação dos dados
Nome Localização	QIN	Designação da localização do ativo	Preparação dos dados
Nome setor	QIN	Designação do setor onde o ativo se insere	Preparação dos dados
Número de serie	QtD	Número de serie do ativo	Excluir
<i>Row version</i>	QtD	Versão da linha automática	Excluir

Nota: QtC – Quantitativa Contínua; QtD - Quantitativa Discreta; QIN - Qualitativa Nominal

Tabela 16 - Campos *Classe_Ativos*

Campos	Tipo	Descrição	Ação Tomada
Código classe ativos	QtD	Código do cliente	Preparação dos dados
Designação classe ativos	QIN	Designação da classe dos ativos	Preparação dos dados
ID	QtD	ID da classe dos ativos	Excluir
<i>Row version</i>	QtD	Versão da linha automática	Excluir

Nota: QtD - Quantitativa Discreta; QIN - Qualitativa Nominal

Tabela 17 - Campos *Cliente*

Campos	Tipo	Descrição	Ação Tomada
Código cliente	QtD	Código do cliente	Preparação dos dados
Designação cliente	QIN	Designação do cliente	Preparação dos dados
ID	QtD	ID automático do cliente	Excluir
Morada	QIN	Morado do cliente	Preparação dos dados
Row version	QtD	Versão da linha automática	Excluir

Nota: QtD - Quantitativa Discreta; QIN - Qualitativa Nominal

Tabela 18 - Campos *Criticidade_ativos*

Campos	Tipo	Descrição	Ação Tomada
Código criticidade	QtD	Código da criticidade do ativo	Preparação dos dados
Designação criticidade	QIN	Designação da criticidade do ativo	Preparação dos dados
ID	QtD	ID automático da criticidade	Excluir
Row version	QtD	Versão da linha automática	Excluir

Nota: QtD - Quantitativa Discreta; QIN - Qualitativa Nominal

Tabela 19 - Campos *Equipas*

Campos	Tipo	Descrição	Ação Tomada
Anulado	QIN	Equipa anulada se sim (TRUE) se não (FALSE)	Preparação dos dados
Código equipa	QtD	Código equipa	Preparação dos dados
Designação equipa	QIN	Designação da equipa	Preparação dos dados
ID	QtD	ID automático da equipa	Excluir
Row version	QtD	Versão da linha automática	Excluir

Nota: QtD - Quantitativa Discreta; QIN - Qualitativa Nominal

Tabela 20 - Campos *Grau_Urgência*

Campos	Tipo	Descrição	Ação Tomada
Código grau urgência	QtD	Código grau de urgência	Preparação dos dados
Designação grau urgência	QIN	Designação do grau de urgência da ordem de trabalho	Preparação dos dados
ID	QtD	ID automático do grau de urgência	Excluir
Row version	QtD	Versão da linha automática	Excluir

Nota: QtD - Quantitativa Discreta; QIN - Qualitativa Nominal

Tabela 21 - Campos *Localização*

Campos	Tipo	Descrição	Ação Tomada
Código classe ativo	QtD	Código classe ativo	Preparação dos dados
Código cliente	QtD	Código cliente	Preparação dos dados
Código família ativo	QtD	Código família ativo	Preparação dos dados
Código localização	QtD	Código localização	Preparação dos dados

Código setor	QtD	Código setor	Preparação dos dados
Código-postal	QtD	Código-postal	Preparação dos dados
Geo coord X	QtN	Coordenadas X da localização dos ativos	Excluir
Geo coord Y	QtN	Coordenadas X da localização dos ativos	Excluir
ID	QtD	ID automático da manutenção preventiva	Preparação dos dados
Inativo	QIN	Localização anulada se sim (TRUE) se não (FALSE)	Preparação dos dados
Morada	QIN	Morada da localização do ativo	Preparação dos dados
Designação Classe Ativo	QIN	Designação classe ativo	Preparação dos dados
Designação cliente	QIN	Designação cliente	Preparação dos dados
Designação família ativo	QIN	Designação família ativo	Preparação dos dados
Designação localização	QIN	Designação localização	Preparação dos dados
Designação setor	QIN	Designação setor	Preparação dos dados
País	QIN	País da localização do ativo	Excluir
Row version	QtD	Versão da linha automática	Excluir
Supervisor	QIN	Designação do supervisor do ativo	Excluir
Zona	QIN	País da localização do ativo	Preparação dos dados

Nota: QtD - Quantitativa Discreta; QIN - Qualitativa Nominal

Tabela 22 - Campos *Manutenção_Preventiva*

Campos	Tipo	Descrição	Ação Tomada
Anulado	QIN	Intervenção planeada anulada se sim (TRUE) se não (FALSE)	Preparação dos dados
Código ativo	QtD	Código ativo	Preparação dos dados
Código equipa	QtD	Código equipa	Preparação dos dados
Código tipo trabalho	QtD	Código tipo trabalho	Preparação dos dados
Data realização	Data	Data de realização da manutenção preventiva	Preparação dos dados
Data planeada	Data	Data de planeamento da manutenção preventiva	Preparação dos dados
ID	QtD	ID automático da manutenção preventiva	Preparação dos dados
Row version	QtD	Versão da linha automática	Excluir

Nota: QtD - Quantitativa Discreta; QIN - Qualitativa Nominal

Tabela 23 - Campos *Ordens_Trabalho*

Campos	Tipo	Descrição	Ação Tomada
Anulado	QIN	Ordem de trabalho anulado se sim (TRUE) se não (FALSE)	Preparação dos dados
Centro custo	QtD	Centro Custo associado à ordem de trabalho	Excluir
Código	QtD	Código da ordem de trabalho	Preparação dos dados
Código ativo	QtD	Código do ativo	Preparação dos dados
Código equipa	QtD	Código equipa	Preparação dos dados
Código localização	QtD	Código localização ativo	Preparação dos dados
Código prioridade	QtD	Código da prioridade do ativo	Preparação dos dados
Código setor	QtD	Código setor	Preparação dos dados

Código tipo serviço	QtD	Código do tipo de serviço	Preparação dos dados
Código tipo trabalho	QtD	Código tipo de trabalho	Preparação dos dados
Data fim	Data	Data de fim de realização da ordem de trabalho	Preparação dos dados
Data fim prevista	Data	Data de fim prevista de realização da ordem de trabalho	Preparação dos dados
Data início	Data	Data de início de realização da ordem de trabalho	Preparação dos dados
Data início prevista	Data	Data de início prevista de realização da ordem de trabalho	Preparação dos dados
Data ordem trabalho	Data	Data abertura da ordem de trabalho	Preparação dos dados
Descrição do trabalho OT	QIN	Designação do trabalho realizado	Preparação dos dados
Descrição ordem trabalho	QIN	Designação da ordem de trabalho	Preparação dos dados
Designação equipa	QIN	Designação equipa	Excluir
Designação localização	QIN	Designação localização ativo	Excluir
Designação setor	QIN	Designação setor	Excluir
Designação tipo serviço	QIN	Designação do tipo de serviço	Preparação dos dados
Duração ordem trabalho	QtC	Duração da ordem de trabalho	Preparação dos dados
ID	QtD	ID automático Ordem trabalho	Excluir
Row version	QtD	Versão da linha automática	Excluir

Nota: QtC – Quantitativa Contínua; QtD - Quantitativa Discreta; QIN - Qualitativa Nominal

Tabela 24 - Campos *Setor*

Campos	Tipo	Descrição	Ação Tomada
Anulada	QIN	Setor anulado se sim (TRUE) se não (FALSE)	Preparação dos dados
Código setor	QtD	Código setor	Preparação dos dados
Código setor principal	QtD	Código setor principal	Preparação dos dados
Designação setor	QIN	Designação serviço	Preparação dos dados
Designação setor principal	QIN	Designação serviço principal	Preparação dos dados
ID	QtD	ID automático SLA	Excluir
Row version	QtD	Versão da linha automática	Excluir

Nota: QtD - Quantitativa Discreta; QIN - Qualitativa Nominal

Tabela 25 - Campos *SLA*

Campos	Tipo	Descrição	Ação Tomada
Código ativo	QtD	Código do tipo de serviço da intervenção	Preparação dos dados
Código prioridade	QtD	Código do tipo de serviço da intervenção	Preparação dos dados
Código SLA	QtD	Código do tipo de serviço da intervenção	Preparação dos dados
Código tipo serviço	QtD	Código do tipo de serviço da intervenção	Preparação dos dados
Fim horas	Hora	Fim horas limite para iniciar a intervenção	Preparação dos dados
Início horas	Hora	Início horas para iniciar a intervenção	Preparação dos dados
ID	QtD	ID automático SLA	Excluir

Row version	QtD	Versão da linha automática	Excluir
--------------------	-----	----------------------------	---------

Nota: QtD - Quantitativa Discreta; QIN - Qualitativa Nominal

Tabela 26 - Campos *Tipo_Serviço*

Campos	Tipo	Descrição	Ação Tomada
Código tipo serviço	QtD	Código do tipo de serviço da intervenção	Preparação dos dados
Código tipo serviço principal	QtD	Código do tipo de serviço da intervenção	Preparação dos dados
Designação tipo serviço	QIN	Designação do tipo de serviço principal da intervenção	Preparação dos dados
Designação tipo serviço principal	QIN	Designação do tipo de serviço principal da intervenção	Preparação dos dados
ID	QtD	ID automático do tipo de serviço	Excluir
Row version	QtD	Versão da linha automática	Excluir

Nota: QtD - Quantitativa Discreta; QIN - Qualitativa Nominal

Tabela 27 - Campos *Tipo_Trabalho*

Campos	Tipo	Descrição	Ação Tomada
Anulado	QIN	Tipo de trabalho anulado se sim (TRUE) se não (FALSE)	Preparação dos dados
Código tipo trabalho	QtD	Código do tipo de trabalho da intervenção	Preparação dos dados
Designação tipo trabalho	QIN	Designação do tipo de trabalho da intervenção	Preparação dos dados
ID	QtD	ID automático do tipo de trabalho	Excluir
Row version	QtD	Versão da linha automática	Excluir

Nota: QtD - Quantitativa Discreta; QIN - Qualitativa Nominal

Apêndice B – Fórmulas

Fórmula DAX

Tempo Médio para Reparação (MTTR)

MTTR = DIVIDE(CALCULATE(SUM(Ordens_Trabalho[Duração_OT]),
FILTER(Ordens_Trabalho,
Ordens_Trabalho[Cód_Tipo_Trabalho]="MC"||Ordens_Trabalho[Cód_Tipo_Trabalho]=
"PQ"||Ordens_Trabalho[Cód_Tipo_Trabalho]="AC"||Ordens_Trabalho[Cód_Tipo_Trab
alho]="CA")),CALCULATE(count (Ordens_Trabalho[Id]),
FILTER(Ordens_Trabalho,Ordens_Trabalho[Cód_Tipo_Trabalho]="MC"||Ordens_Trab
alho[Cód_Tipo_Trabalho]="PQ"||Ordens_Trabalho[Cód_Tipo_Trabalho]="AC"||Ordens
_Trabalho[Cód_Tipo_Trabalho]="CA")))

Atraso nas manutenções (*Backlog size*)

Atraso nas manutenções =
DIVIDE(CALCULATE(COUNT('Manutenção_Preventiva'[Id]),AND('Manutenção_Pre
ventiva'[Data_Realização]=0,'Manutenção_Preventiva'[dias em
atraso]>0)),DISTINCTCOUNT('Manutenção_Preventiva'[Id]))

Ordens trabalho por tipologia

Corretiva = CALCULATE(DISTINCTCOUNT(Ordens_Trabalho[Id]),
Ordens_Trabalho[Cód_Tipo_Trabalho]="MC"||Ordens_Trabalho[Cód_Tipo_Trabalho]=
"PQ"||Ordens_Trabalho[Cód_Tipo_Trabalho]="AC"||Ordens_Trabalho[Cód_Tipo_Trab
alho]="CA")

Preventiva = CALCULATE (Count(Ordens_Trabalho[Id]),
Ordens_Trabalho[Cód_Tipo_Trabalho]="AE"||Ordens_Trabalho[Cód_Tipo_Trabalho]=
"P"||Ordens_Trabalho[Cód_Tipo_Trabalho]="PA"||Ordens_Trabalho[Cód_Tipo_Trabalh
o]="RT"||Ordens_Trabalho[Cód_Tipo_Trabalho]="RA")

Porcentagem de Manutenção Planeada (PMP)

PMP = DIVIDE(CALCULATE(SUM(Ordens_Trabalho[Duração_OT]),
Ordens_Trabalho,Ordens_Trabalho[Cód_Tipo_Trabalho]="AE"||Ordens_Trabalho[Cód_
Tipo_Trabalho]="P"||Ordens_Trabalho[Cód_Tipo_Trabalho]="PA"||Ordens_Trabalho[C
ód_Tipo_Trabalho]="RT"||Ordens_Trabalho[Cód_Tipo_Trabalho]="RA"),SUM(Ordens
_Trabalho[Duração_OT]))

Schedule compliance

Schedule Compliance =
DIVIDE(CALCULATE(COUNT('Manutenção_Preventiva'[Id]),
'Manutenção_Preventiva'[dias em atraso]<=0),
CALCULATE(COUNT('Manutenção_Preventiva'[Id]),
Manutenção_Preventiva'[Data_Prevista]<>0))

Tempo de resposta

Tempo resposta (horas) =
DATEDIFF(Ordens_Trabalho[Data_Inicio],Ordens_Trabalho[Data_OT],MINUTE)/60

Work-order turnover

Work order turnover =
DIVIDE(CALCULATE(DISTINCTCOUNT('Manutenção_Preventiva'[Cód_Ordem_Tra
balho]), 'Manutenção_Preventiva'[Data_Realização]<>0),
DISTINCTCOUNT('Manutenção_Preventiva'[Id]))

Preventivas por realizar

Preventivas por realizar = CALCULATE(COUNT('Manutenção_Preventiva'[Id]),
'Manutenção_Preventiva'[Data_Prevista]>TODAY())

Preventivas previstas

Preventivas previstas = DISTINCTCOUNT('Manutenção_Preventiva'[Id])

Preventivas realizadas (falha)

Preventivas realizadas (falha) = CALCULATE (COUNT ('Manutenção_Preventiva'[Id]
) , 'Manutenção_Preventiva'[Cump_Planeamento] > 0)

Preventivas realizadas (on-time)

Preventivas realizadas (on time) = CALCULATE (COUNT ('Manutenção_Preventiva'[Id]
) ,AND('Manutenção_Preventiva'[Cump_Planeamento] =0,'Manutenção_Preventiva'[Data_Realização]<>0))

Tempo total manutenção corretiva

Tempo Corretivo = CALCULATE(SUM(Ordens_Trabalho [Duração_OT]),Ordens_Trabalho,Ordens_Trabalho[Cód_Tipo_Trabalho]="MC"||Ordens_Trabalho[Cód_Tipo_Trabalho]="PQ"||Ordens_Trabalho[Cód_Tipo_Trabalho]="AC"||Ordens_Trabalho[Cód_Tipo_Trabalho]="CA")

Tempo total manutenção preventiva

Tempo Preventiva = CALCULATE(SUM(Ordens_Trabalho[Duração_OT]),Ordens_Trabalho,Ordens_Trabalho[Cód_Tipo_Trabalho]="AE"||Ordens_Trabalho[Cód_Tipo_Trabalho]="RA"||Ordens_Trabalho[Cód_Tipo_Trabalho]="PA"||Ordens_Trabalho[Cód_Tipo_Trabalho]="P"||Ordens_Trabalho[Cód_Tipo_Trabalho]="RT")

Média atraso (dias)

dias em atraso = IF(AND('Manutenção_Preventiva'[Data_Realização]=0,'Manutenção_Preventiva'[Data_Prevista]<TODAY()),TODAY()-'Manutenção_Preventiva'[Data_Prevista],0)

Anexos

Anexo A – Competências e níveis de atuação dos facilities managers

Tabela 28 – Competências dos *facility managers* por níveis

Nível Estratégico	Nível Tático	Nível Operacional
Definir a estratégia de FM em conformidade com a estratégia da organização;	Execução e acompanhamento das orientações estratégicas;	Prestação de serviços em conformidade com o SLA estabelecido;
Definir as políticas e elaborar diretrizes para o espaço, bens, processos e serviços;	Desenvolver planos de negócios e orçamentos;	Monitorização e controlo dos processos de prestação de serviços;
Elaborar análises de risco e fornecer orientação para se adaptar as mudanças na organização;	Traduzir os objetivos em requisitos operacionais;	Acompanhamento dos prestadores de serviços;
Iniciar e estudar os possíveis acordos por níveis de serviço (SLA) e monitorização de indicadores de desempenho (KPI);	Definir SLA e <i>key performance indicator's</i> ;	Receção dos pedidos de serviços, por exemplo, através de um <i>help desk</i> ou linha de serviço;
Gerir o impacto dos meios nas atividades primárias, ambiente externo e da comunidade;	Controlo e cumprimento de leis e regulamentos;	Recolha de dados para avaliações de desempenho, feedback por parte dos utilizadores finais;
Manter relações com as autoridades, locatários e arrendatários, parceiros estratégicos, associações, entre outros;	Gestão de projetos, processos e convénios;	Elaboração de relatórios para os níveis táticos;
Supervisionar a organização ao nível do FM.	Otimização da utilização de recursos;	Comunicação com os prestadores de serviços, internos e externos, a nível operacional.
	Adaptação e elaboração de relatórios sobre as mudanças registadas;	
	Comunicar com os prestadores de serviços, a nível tático, interna e externamente.	

Fonte: adaptado de Maurício (2011, pp 31-32) (RICS, 2009)

Anexo B – Tipos de *dashboard*

Tabela 29 – Tipos de *dashboards*

	Operacional	Tático	Estratégico
Objetivo	Monitorizar as operações	Medir o progresso Otimizar processos	Executar a estratégia
Utilizadores	Supervisores, especialistas	Gestores, analistas	Executivos, gestores
Âmbito	Operações	Departamental	Organização
Informação	Detalhada	Detalhada/Resumida	Resumida
Atualizações	Diárias	Diária/Semanal	Mensal/Trimestral
Enfase	Monitorização	Análise	Gestão
“Parece um...”	<i>Dashboard</i>	Portal de métricas	<i>Scorecard</i>

Fonte: Elaboração própria adaptado de Eckerson (2010, p. 105) e Kerzner (2011, p. 265)

Anexo C – Avaliação de um *dashboard*

Tabela 30 – Avaliação dos *dashboards* quanto à personalização dos utilizadores

Critérios	
Personalização das definições	Objetivos
	Métricas
	Targets finais
	Cálculos
	Correlação entre métricas
Categorização	Acesso restrito a métricas específicas por diferentes utilizadores
	Atribuição de um grupo de utilizadores a um grupo de painéis de controlo
Feedback	Anexar comentários às métricas
	Fórum de discussão entre utilizadores

Fonte: Elaboração própria adaptado de Karami et al. (2017, p. 53)

Tabela 31 – Avaliação dos *dashboards* quanto à descoberta e pesquisa

Critérios
Características de <i>drill-down</i>
Modelação dimensional com hierarquias e níveis
Análise de dependência
Análise de variações hipotéticas
Passar do nível de monitorização para o nível de análise

Fonte: Elaboração própria adaptado de Karami et al. (2017, p. 53)

Tabela 32 – Avaliação dos *dashboards* quanto à segurança

Critérios
Métodos adequados de autenticação e autorização
Procedimentos de cópia de segurança e restauro painéis de controlo de versões
Pistas de auditoria
Proteção dos dados contra alterações
Definição de segurança baseada em funções
Alteração automática da acessibilidade por alteração das funções ou grupos de utilizadores

Fonte: Elaboração própria adaptado de Karami et al. (2017, p. 54)

Tabela 33 – Avaliação dos *dashboards* quanto à entrega de informação

Critérios
Tempo de resposta e latência razoáveis
Layout personalizado de métricas para impressão
Exportação de informações para folhas de cálculo, diapositivos de apresentação, Word, PDF
Filtragem de dados para relatórios selecionados
Ordenar o relatório
Inserir/eliminar colunas
Agendamento de relatórios automáticos
Atualizar os relatórios

Fonte: Elaboração própria adaptado de Karami et al. (2017, p. 54)

Tabela 34 – Avaliação dos *dashboards* quanto ao design visual

Critérios
Inteligência visual para destacar áreas e valores
Tabela e gráfico no mesmo ecrã
Alternar entre vistas de tabela e de gráfico
Redimensionamento, maximização/minimização, reordenação de zonas
Permitir diferentes layouts
Inclusão da definição e do cálculo da métrica
Ligação dos objetivos às métricas
Ligação das métricas entre si
Ter meta dados e ajuda
Ecrã único sem deslocação

Fonte: Elaboração própria adaptado de Karami et al. (2017, p. 54)

Tabela 35 – Avaliação dos *dashboards* quanto ao alerta

Critérios	
Personalizar e gerir alertas	Definição dos alertas
	Realce por código de cores para valores inesperados
	Determinação do momento dos alertas
	Contextualização dos alertas
Transmissão de alertas através de	Website <i>Dashboard</i>
	Email
	Pager
	Telemóvel
	Explicar o problema através de texto
	Mostrar o passo seguinte a fazer

Fonte: Elaboração própria adaptado de Karami et al. (2017, p. 53)

Tabela 36 – Avaliação dos *dashboards* quanto ao sistema de conectividade e integração


Cr�terios
Conectividade a uma variedade de fontes de dados, como cubos OLAP, bases de dados, listas e folhas de c�culo
Suporte de diferentes sistemas operativos
Integra�o com portais
Integra�o com outras aplica�es
Recupera�o de falhas de software ou hardware
Integra�o com APIs program�ticas para dados e metadados


Fonte: Elabora o própria adaptado de Karami et al. (2017, p. 54)


Anexo D – Homepage da plataforma *NextBitt*

Nextbitt PROCESSOS: Processos Recentes ▾ 🔍 🔔 🔗 🏠 ⋮

Gestor.Sul
GESTOR SUL

489 Pedidos 

99 20% Pendentes 

11 11% Urgentes 

OT's Pendentes Novo Pedido

Arraste a coluna para agrupá-la

Simbolos	Nº Pedido	Nº OT	Data	Cód. Localização	Localização	Cód. Ativo	Ativo	Descrição	SLA li
			De:						
Em Curso		799546-1	25/08/2023 08:00	71400496	ED. AMOREIRAS GARDEN - WLX	71400496	ED. AMOREIRAS GARDEN - WLX	Porta de acesso à piscina	0 %
Em Curso		799517-1	25/08/2023 08:00	71400243-05	PISO 5	71400243-05	PISO 5	substituição de motor VC hall ent	0 %
Em Curso		799508-1	25/08/2023 07:53	71400481	JANZ - LX	71400481	JANZ - LX	Vários trabalhos	0 %
Pendente		799490-1	24/08/2023 16:00	71400173	APTIV BRAGA - PRT	71400173	APTIV BRAGA - PRT	Reparação de estore de rolo - Edf	0 %
Aguarda Mi		798687-1	24/08/2023 09:55	71400526	SOGENAVE TOJAL - LX	71400526	SOGENAVE TOJAL - LX	B2B - Reparação de fuga da unida	0 %
Em Curso		798892-1	24/08/2023 08:00	71400244	ED. PÁTIO BAGATELA 81 - WLX	71400244	ED. PÁTIO BAGATELA 81 - WLX	Quadros Eléctricos	0 %
Em Curso		798948-1	23/08/2023 12:37	71400134-01-100-98	DIVERSOS	71400134-01-100-98	DIVERSOS	APOIO A SAFIRA	0 %
Pendente		798491-1	23/08/2023 08:15	71400173	APTIV BRAGA - PRT	71400173	APTIV BRAGA - PRT	Manutenção AC	0 %
Em Curso		798888-1	22/08/2023 16:00	71400173	APTIV BRAGA - PRT	71400173	APTIV BRAGA - PRT	Reparação Relógio Parede - Edf 2	0 %
Em Curso		798887-1	22/08/2023 12:15	71400173	APTIV BRAGA - PRT	71400173	APTIV BRAGA - PRT	Fornecimento de Suportes Fixaçã	0 %
Em Curso		798884-1	21/08/2023 16:30	71400173	APTIV BRAGA - PRT	71400173	APTIV BRAGA - PRT	Manutenção Torniquete de Saída	0 %
Em Curso		798253-1	21/08/2023 11:10	71400134-12	PISO 2	71400134-MOB	Pergola	Lona 4 INOP	0 %
Em Curso		798882-1	18/08/2023 15:00	71400173	APTIV BRAGA - PRT	71400173	APTIV BRAGA - PRT	Reparação de divisória - Edf 2	0 %
Pendente		798575-1	16/08/2023 23:00	71400173	APTIV BRAGA - PRT	71400173	APTIV BRAGA - PRT	Manutenção Persiana R.H. - Edf 1	0 %
Pendente		795872-1	14/08/2023 17:12	71200170-02	HC SOLINCA LIGTH AMADORA	71200170-02-SF	Split - UI 2 - Estúdio 1	INSPEÇÃO BIMESTRAL UNIDADE	0 %
Pendente		795871-1	14/08/2023 17:12	71200170-02	HC SOLINCA LIGTH AMADORA	71200170-02-SF	Split - UI 1 - Estúdio 1	INSPEÇÃO BIMESTRAL UNIDADE	0 %

Anexo E – Relatório-tipo *NextBitt*

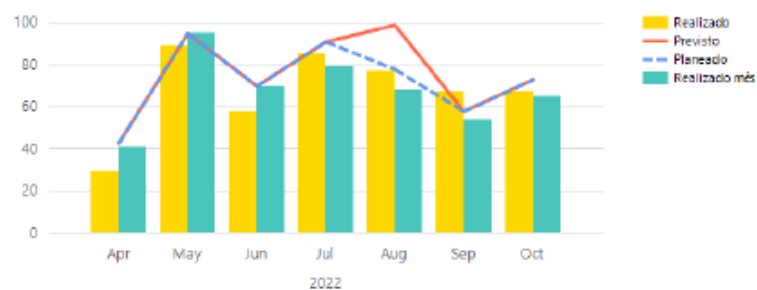


Análise Corretiva

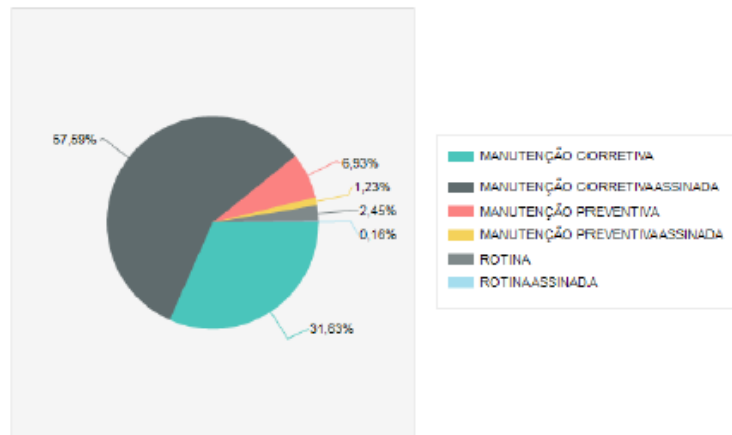
Cumprimento Corretiva	Previsto	Realizado	%Cumprimento	Acumulad o	%Acumulad o
Abril	72	26	36,11%	26	0
Mai	53	37	69,81%	59	111,32%
Junho	49	22	44,90%	30	61,22%
Julho	54	21	38,89%	55	101,85%
Agosto	37	30	81,08%	75	202,70%
Setembro	51	31	60,78%	47	92,16%
Outubro	33	25	75,76%	43	130,30%
Novembro	22	11	50,00%	21	95,45%
Total	371	203	55,39%	356	101,85%

Análise Preventiva

Análise de Preventiva



	2022							Total
	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	
Plano	43	95	70	91	78	58	73	508
Previsto	43	95	70	91	99	58	73	529
Realizado	29	89	58	85	77	67	67	472
Realizado Mês	41	95	70	79	68	54	65	472
% Cumprimento mensal	95.3%	100%	100%	86.8%	68.7%	93.1%	89%	
% Execução	67.4%	93.7%	82.9%	93.4%	77.8%	115.5%	91.8%	
% Cumprimento acumulado	67.4%	85.5%	84.6%	87.3%	84.9%	88.8%	89.2%	89.2%



Tipos de Trabalho	Total OT's	Total HH	% (HH/Total)
MANUTENÇÃO CORRETIVA	77	12259:48	31,63%
MANUTENÇÃO CORRETIVA ASSINADA	252	22319:43	57,59%
MANUTENÇÃO PREVENTIVA	249	2685:41	6,93%
MANUTENÇÃO PREVENTIVA ASSINADA	101	476:47	1,23%
ROTINA	15	949:54	2,45%
ROTINA ASSINADA	8	62:38	0,16%
Total	702	38754:31	