



Implementação de um sistema computadorizado de gestão da manutenção em ambiente industrial

Nuno Viriato Reiner Sobral

UMinho | 2020

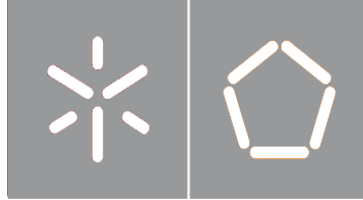


Universidade do Minho
Escola de Engenharia

Nuno Viriato Reiner Sobral

Implementação de um sistema computadorizado de gestão da manutenção em ambiente industrial

Dezembro de 2020



Universidade do Minho

Escola de Engenharia

Nuno Viriato Reiner Sobral

**Implementação de um sistema
computadorizado de gestão da manutenção
em ambiente industrial**

Dissertação de Mestrado

Mestrado Integrado em Engenharia e Gestão Industrial

Trabalho efetuado sob a orientação do
Professor Doutor Eusébio Manuel Pinto Nunes

Dezembro de 2020

DIREITOS DE AUTOR E CONDIÇÕES DE UTILIZAÇÃO DO TRABALHO POR TERCEIROS

Este é um trabalho académico que pode ser utilizado por terceiros desde que respeitadas as regras e boas práticas internacionalmente aceites, no que concerne aos direitos de autor e direitos conexos.

Assim, o presente trabalho pode ser utilizado nos termos previstos na licença abaixo indicada.

Caso o utilizador necessite de permissão para poder fazer um uso do trabalho em condições não previstas no licenciamento indicado, deverá contactar o autor, através do RepositóriUM da Universidade do Minho.

Licença concedida aos utilizadores deste trabalho



Atribuição

CC BY

<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

*'Tis pleasant, sure, to see one's name in print;
A Book's a Book, altho' there's nothing in't.*

– BYRON, *English Bards and Scotch Reviewers* (1809)

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar cabe-me agradecer ao meu orientador, o Professor Eusébio Nunes pela abertura com que aceitou este projeto e pelo apoio, incentivo, conhecimento e crítica construtiva que me ofereceu durante a sua realização.

Agradeço também toda a equipa da Valuekeep e do Grupo Primavera pela forma calorosa com que me acolheram e pela confiança que em mim depositaram, em particular ao Antonio Robles, Gonçalo Lopes, Luís Cadillon e Rui Nogueira.

Finalmente não posso deixar de exprimir um especial bem-haja aos meus pais e às minhas irmãs, bem como aos meus queridos colegas de curso pela paciência e pelo ânimo com que me têm acompanhado.

DECLARAÇÃO DE INTEGRIDADE

Declaro ter atuado com integridade na elaboração do presente trabalho académico e confirmo que não recorri à prática de plágio nem a qualquer forma de utilização indevida ou falsificação de informações ou resultados em nenhuma das etapas conducentes à sua elaboração.

Mais declaro que conheço e que respeitei o Código de Conduta Ética da Universidade do Minho.

Implementação de um sistema computadorizado de gestão da manutenção em ambiente industrial

RESUMO

A crescente complexidade dos sistemas de produção faz com que gerir a manutenção de equipamentos e instalações seja cada vez mais desafiante. As empresas estão a reconhecer que a manutenção não é só uma necessidade, mas também uma oportunidade estratégica de diferenciação. Um primeiro passo neste processo de modernização é a adoção de sistemas computadorizados de gestão da manutenção (CMMS).

A presente dissertação de mestrado foi realizada no âmbito do Mestrado Integrado em Engenharia e Gestão Industrial da Universidade do Minho e descreve um projeto realizado na Valuekeep, empresa do grupo Primavera BSS localizada em Braga. A componente principal deste projeto foi a implementação de um CMMS para três clientes de indústrias diferentes (uma fábrica, uma barragem hidroelétrica e uma cadeia de supermercados). Para tal foram analisados os requisitos e fluxo de trabalho de cada um de modo a fornecer uma solução adaptada às suas necessidades, o que permitiu a estes clientes passar de uma gestão puramente manual da manutenção para uma gestão com um suporte informático especializado. Adicionalmente foi desenvolvida e lançada uma nova funcionalidade para a aplicação móvel associada ao CMMS, os campos de utilizador. Esta funcionalidade permite aos utilizadores criar campos de entrada personalizados para ocorrências e ordens de trabalho e já está a ser utilizada por clientes da Valuekeep.

PALAVRAS-CHAVE

CMMS, Fluxo de trabalho, Gestão da manutenção, Indústria 4.0, KPI

Implementing a computerized maintenance management system in industry

ABSTRACT

The growing complexity of production system makes managing machines and facilities increasingly challenging. Companies are starting to recognise that maintenance is not only a necessity, but also an opportunity for strategic differentiation. A first step in this process of modernization is adopting a computerized maintenance management system (CMMS).

This master's dissertation was undertaken as part of the Integrated Master's in Industrial Engineering and Management and describes a project carried out at Valuekeep, a Primavera BSS company located in Braga, Portugal. The focus of this project was the implementation of a CMMS for three clients from different industries (a manufacturing company, a hydroelectric dam, and a supermarket chain). As such, the specific requirements as well as maintenance workflows of each client were analysed in order to provide a customized solution. This has allowed all three clients to switch from a manual maintenance management process to a software-aided one. Furthermore, a new feature, user fields, was developed and launched for the companion mobile app. This feature allows users to create arbitrary customized fields for issues and work orders and is already being used by the company's clients.

KEYWORDS

CMMS, Workflow, Maintenance management, Industry 4.0, KPI

ÍNDICE

Agradecimentos.....	iv
Resumo.....	vi
Abstract.....	vii
Índice.....	viii
Índice de Figuras.....	xi
Índice de Tabelas.....	xii
Lista de Abreviaturas, Siglas e Acrónimos.....	xiii
1. Introdução.....	1
1.1 Enquadramento.....	1
1.2 Objetivos.....	3
1.3 Metodologia de investigação.....	3
1.4 Estrutura da dissertação.....	4
2. Revisão bibliográfica.....	5
2.1 Uma breve história da função manutenção.....	5
2.2 Tipos de manutenção.....	8
2.2.1 Manutenção preventiva.....	9
2.2.2 Manutenção corretiva.....	10
2.2.3 Melhoria.....	10
2.3 Controlo de condição.....	10
2.4 Ocorrências e Ordens de Trabalho.....	11
2.5 Fatores que influenciam a evolução da manutenção.....	11
2.5.1 Sustentabilidade.....	11
2.5.2 Servitização.....	12
2.5.3 <i>Big data, machine learning</i> , manutenção preditiva e prescritiva,.....	13
2.5.4 Indústria 4.0.....	15
2.6 Manutenção 4.0.....	17
2.6.1 Sensores inteligentes e sistemas de monitorização de condição.....	17

2.6.2	Fabrico aditivo	17
2.6.3	Diagnóstico e manutenção remotos	17
2.6.4	Realidade aumentada e BIM	18
2.6.5	Gémeo digital	18
2.7	Os CMMS	19
2.7.1	Fatores de sucesso na implementação de um CMMS.....	21
2.7.2	Vantagens da utilização de dispositivos móveis.....	21
2.7.3	Aplicações comerciais de CMMS.....	22
2.8	Indicadores de desempenho.....	23
3.	Breve apresentação das empresas envolvidas neste estudo	24
3.1	O Grupo Primavera.....	24
3.2	Valuekeep	25
3.3	Empresa A	25
3.4	Empresa B.....	26
3.5	Empresa C.....	27
4.	Implementação do CMMS.....	28
4.1	Empresa A	28
4.1.1	Comunicação com o cliente.....	28
4.1.2	Objetivos	28
4.1.3	Carregamento de dados.....	29
4.1.4	KPI.....	29
4.1.5	Tipos de manutenção	31
4.1.6	Fluxo de trabalho.....	32
4.2	Empresa B.....	33
4.2.1	Comunicação com o cliente.....	33
4.2.2	Objetivos	33
4.2.3	Fluxo de trabalho.....	34
4.3	Empresa C.....	35

4.3.1	Comunicação com o cliente	35
4.3.2	Objetivos	35
4.3.3	Fluxo de trabalho.....	36
5.	Desenvolvimento da funcionalidade campos de utilizador	38
6.	Conclusões e limitações encontradas	41
	Referências Bibliográficas	42
	Apêndice 1 – Comparação entre aplicações comerciais de CMMS.....	46
	Anexo 1 – Declaração sobre a utilização de dados da empresa	47

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 - Evolução das estratégias de manutenção.....	8
Figura 2 - Tipos de manutenção segundo a EN 13306 (2017).....	8
Figura 3 - As quatro revoluções industriais	16
Figura 4 - Barragem de Penide vista de jusante.....	26
Figura 5 - Fluxo de trabalho pretendido pela Empresa A	32
Figura 6 - Fluxo de trabalho pretendido pela empresa B	34
Figura 7 - Fluxo de trabalho pretendido pela Empresa C	36
Figura 8 - Exemplo de uma OT com dois campos de utilizador	39
Figura 9 - Opções de sincronização manual para campos de utilizador	40

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 - KPI a calcular para a Empresa A.....	30
Tabela 2 - Tipos de manutenção criados em sistema para a Empresa A	31
Tabela 3 - Estados de entidade de uma OT (Empresa A)	33
Tabela 4 - Estados de entidade de uma OT (Empresa B)	35
Tabela 5 - Estados de entidade de uma OT (Empresa C)	37

LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E ACRÓNIMOS

CAD – *Computer-aided design*, desenho assistido por computador

CMMS – *Computerized maintenance management system*, sistema computadorizado de gestão da manutenção

CPS – *Cyber-physical system*, sistema ciberfísico

EN – *European Norm*, Norma Europeia

ERP – *Enterprise resource planning*, (Software para) gestão de recursos empresariais

EUA – Estados Unidos da América

IIoT – *Industrial Internet of Things*, Internet das Coisas Industrial

IoT – *Internet of Things*, Internet das Coisas

IPv6 – *Internet Protocol version 6*, 6^a versão do Protocolo de Internet

JIPE – *Japan Institute of Plant Engineers*, Instituto Japonês de Engenheiros de Fábrica

KPI – *Key performance indicators*, indicadores-chave de desempenho

MDO – Mão de obra

MPS – Manutenção preventiva sistemática

MTBF – *Mean time between failures*, tempo médio entre falhas

MTTR – *Mean time to repair*, tempo médio de reparação

MTTW – *Mean time to wait*, tempo médio de espera

NFC – *Near-field communication*, comunicação por campo de proximidade

NP – Norma Portuguesa

OT – Ordem de trabalho

POS – *Point of sale*, ponto de venda

QR – *Quick response (code)*, (Código de) resposta rápida

RUL – *Remaining useful life*, tempo de vida útil remanescente

SQL – *Structured Query Language*, Linguagem de consulta estruturada (utilizada para aceder bases de dados)

TPM – *Total Productive Maintenance*, Manutenção Produtiva Total

1. INTRODUÇÃO

A presente dissertação descreve o projeto de investigação desenvolvido na empresa Valuekeep, *spin-off* da Primavera BSS, no âmbito do Mestrado Integrado em Engenharia e Gestão Industrial. Neste capítulo é apresentado o tema, explicando o enquadramento e objetivos do projeto. Segue-se uma explicação da metodologia de investigação utilizada e, por fim, da estrutura da dissertação.

1.1 Enquadramento

A realidade cada vez mais globalizada e competitiva com que as empresas se deparam tem-nas obrigado a reestruturar todos os aspetos do seu funcionamento. Áreas mais visíveis como a produção e a logística foram os primeiros alvos para a implementação de melhorias (Lopes et al., 2016), mas cada vez mais se torna evidente a premência de reexaminar a forma como é gerida a manutenção.

Entre os fatores que fundamentam a crescente importância da manutenção, uma publicação da Associação Empresarial Portuguesa (Brito, 2003) destaca os seguintes:

- Esgotamento de matérias primas e proteção ambiental;
- Deterioração da resistência ao desgaste dos equipamentos;
- Exigências crescentes quanto à qualidade;
- Automação e desenvolvimento tecnológico dos equipamentos;
- Segurança das pessoas, dos equipamentos e do património.

Tradicionalmente a manutenção era vista como um mal necessário, a realizar apenas quando indispensável (Tsang, 1995) e, geralmente, quando a falha já tivesse ocorrido, numa lógica de «apagar incêndios» (Gola, 2019). A manutenção representa uma parte considerável do custo de produção em muitas indústrias. No entanto, o seu impacto real é muitas vezes subestimado (Wienker et al., 2016).

Bokrantz et al. (2019) consideram que esta negligência quanto à questão da manutenção se prende muito com o facto de o seu valor ser «invisível» na contabilidade. A manutenção preventiva é por definição um investimento de longo prazo e muitos dos benefícios consistem em evitar potenciais avarias e os custos que daí adviriam. É difícil quantificar este impacto que se baseia numa lógica contrafactual. Para além disso existem outros benefícios ainda mais subtis de uma boa gestão da manutenção tais como

evitar perdas de velocidade ou defeitos no produto. (cf. o modelo «iceberg» proposto por Wienker et al., 2016).

Hoje em dia a manutenção já é vista como um fator estratégico para a competitividade das organizações (Antosz et al., 2019) e a sua gestão requer uma combinação de conhecimento técnico e económico (Wienker et al., 2016).

A filosofia *Lean* desempenhou um papel importante nesta mudança de perceção em relação ao valor da manutenção (Antosz et al., 2019). Ao mesmo tempo, a diminuição dos custos associados à tecnologia também criou novas possibilidades.

Nas última décadas, houve uma evolução dos conceitos de manutenção, desde a manutenção corretiva, à preventiva e por fim à chamada manutenção preditiva (Passath & Mertens, 2019). Esta última consiste em prever a falha do equipamento com antecedência suficiente para permitir aos agentes de decisão tomar as ações indicadas, como operações de manutenção substituição do equipamento ou paragens planeadas.

Esta dissertação foi redigida em paralelo com a realização de um estágio curricular na Valuekeep, uma *spin-off* da Primavera Business Software Solutions que se especializa no desenvolvimento e comercialização de *software* de gestão da manutenção. Com este projeto pretende-se implementar um sistema computadorizado de gestão da manutenção (CMMS na sigla inglesa) em três novos clientes da Valuekeep.

Em primeiro lugar, pretende-se apresentar um caso de estudo aprofundado sobre a implementação de um CMMS em ambiente industrial que possa auxiliar outros profissionais e investigadores.

Neste sentido pretende-se descobrir quais as razões que levaram os clientes a decidir implementar um CMMS, que resistências e obstáculos existem em relação a esta implementação e quais os benefícios que da mesma se poderão obter. Espera-se que este estudo não só descreva em detalhe a realidade atual, como também identifique as oportunidades de melhoria tanto nos processos de manutenção e implementação de CMMS como no *software* em si.

Adicionalmente, a Valuekeep reconhece a necessidade de oferecer no futuro um produto mais completo, tirando partido de tendências como o *big data*, a internet das coisas a realidade aumentada. Espera-se que a presente dissertação possa igualmente servir de ponto de partida para a concretização deste

objetivo estratégico. Mais concretamente, pretende-se explorar de que forma estas tecnologias podem ser utilizadas no auxílio da manutenção.

1.2 Objetivos

O trabalho desenvolvido na Valuekeep tem como objetivo principal implementar o CMMS em três empresas clientes de tal forma que este passe a ser uma componente integral dos fluxos de trabalho destas empresas. Neste sentido é necessário:

- Determinar as necessidades específicas de cada cliente;
- Adaptar as configurações do CMMS a essas necessidades;
- Fazer o levantamento dos dados necessários e carregá-los na base de dados do cliente;
- Assegurar a formação necessária para uma utilização bem-sucedida do produto.

Para além disso pretende-se desenvolver uma nova funcionalidade na aplicação móvel Valuekeep — os campos personalizáveis ou de utilizador.

1.3 Metodologia de investigação

Para dar início ao desenvolvimento da dissertação, efetuou-se uma pesquisa bibliográfica sobre temas como CMMS, manutenção condicionada, manutenção preditiva, indústria 4.0, *big data* e a internet das coisas. Nesta pesquisa estão incluídas fontes primárias como (relatórios e teses), secundárias (como artigos científicos e livros) e terciárias (como as bases de dados Scopus e o ISI Web of Knowledge).

O projeto de investigação foi desenvolvido de acordo com a metodologia investigação-ação, uma vez que se pretendia implementar melhorias concretas num contexto específico.

O termo investigação-ação (*action-research* em inglês) surge inicialmente no contexto da psicologia e sociologia e remonta aos trabalhos de autores como Kurt Lewin (e.g. 1946) e J. L. Moreno (Altrichter & Gstettner, 1993; Gunz, 1996). Atualmente trata-se de uma abordagem com provas dadas em diversas áreas, incluindo na engenharia (Herr & Anderson, 2014). Longe de ser um observador passivo e desinteressado, o investigador intervém ativamente no objeto de estudo identificando problemas e implementando soluções (O'Brien, 1998).

Susman (1983; cit. por O'Brien, 1998) propõe um modelo cíclico de cinco fases: (i) Diagnóstico, (ii) Planeamento de ações, (iii) Implementação de ações, (iv) Avaliação de resultados e (v) Especificação da aprendizagem

1.4 Estrutura da dissertação

A presente dissertação está organizada em seis capítulos. O presente e primeiro capítulo é dedicado à introdução do projeto, nomeadamente o enquadramento do tema, os objetivos a alcançar, a metodologia de investigação utilizada e a estrutura do documento. O segundo capítulo estabelece o fundamento teórico para o projeto, através de uma revisão bibliográfica sobre a manutenção em geral e os CMMS em particular, com destaque para as tendências atuais. O terceiro capítulo consiste numa breve introdução às empresas envolvidas, incluindo a Valuekeep e seus clientes. O capítulo quatro descreve o processo de implementação do CMMS em três empresas diferentes, fornecendo assim casos de estudo em indústrias distintas. No capítulo cinco é apresentada a forma como foi desenvolvida uma nova funcionalidade na aplicação móvel da Valuekeep. Por fim, no sexto e último capítulo são descritas as limitações encontradas na realização do projeto de dissertação e as principais elações que do mesmo se podem tirar.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Este capítulo fornece uma visão geral dos conceitos ligados a manutenção industrial e à sua gestão com auxílio de ferramentas informáticas.

2.1 Uma breve história da função manutenção

A manutenção enquanto função independente dentro das organizações só começa a solidificar-se em meados do século XX. Inicialmente não designava mais do que a reparação de equipamentos avariados e é feita pelos próprios operadores. Equipamentos estes que eram normalmente robustos, pouco complexos e feitos para durar (Borris, 2005).

Amaral (2016) atribui às seguradoras um papel decisivo para a autonomia da função manutenção dentro da indústria. O elevado número de avarias conduziu-as a exercer uma pressão cada vez maior sobre as empresas seguradas para que estas fossem mais proativas na manutenção dos equipamentos fabris e estabelecessem departamentos dedicados a esta função.

A investigação sistemática das causas de avarias bem como o recurso ao tratamento estatístico começam a ser explorados nos Estados Unidos da América (EUA) durante a Segunda Guerra Mundial, culminando na introdução do conceito de manutenção preventiva sistemática (MPS). Trata-se de um método baseado no tempo de serviço que preconiza a substituição periódica de peças de desgaste.

A MPS chega à Europa no pós-guerra através de planos de manutenção preventiva incluídos nos equipamentos vindos dos EUA ao abrigo do Plano Marshall. As empresas mais avançadas em Portugal começam a aplicá-la a partir da década de 1960 (Amaral, 2016).

Infelizmente este método acabou por revelar-se perdulário já que conduzia frequentemente à substituição de peças muito antes do seu fim de vida, ou até à introdução de defeitos através de intervenções desnecessárias. Isto levou ao aparecimento da manutenção preventiva condicionada (MPC), baseada na avaliação do estado de condição operacional do equipamento.

Em paralelo desenvolveu-se no Japão o conceito de Manutenção Produtiva Total (TPM na sigla inglesa) que merece uma atenção particular. Na década de 1950, a indústria japonesa reconheceu as vantagens dos métodos de melhoria da qualidade desenvolvidos por William Edwards Deming, utilizando-os como base para desenvolvimentos subsequentes. Até à década de 1950, o Japão praticava essencialmente a

manutenção corretiva, isto é a correção de avarias existentes. Os japoneses adotaram os métodos de Deming e iniciaram a manutenção preventiva em 1951.

A Nippondenso (um fornecedor da Toyota) foi a primeira empresa japonesa a implementar a manutenção preventiva em toda a fábrica. Inicialmente a responsabilidade pela manutenção recaía apenas sobre o departamento de manutenção. Contudo, este começou a chegar ao limite das suas capacidades à medida que a produção se tornava mais automatizada e os equipamentos cresciam em número e complexidade. A partir de 1969 decidiu-se então atribuir a responsabilidade pelas tarefas de manutenção mais simples ou rotineiras aos próprios operadores de fábrica. Deste modo estavam lançadas as bases para a manutenção produtiva total (Kiran, 2017).

Podemos entender o termo da seguinte forma:

- Manutenção, no sentido de manter o equipamento fabril a funcionar corretamente todo o tempo;
- Produtiva, no sentido de assegurar uma produção capaz de satisfazer as expectativas dos clientes;
- Total, no sentido de implicar o envolvimento total de todos os trabalhadores, dando ênfase à coordenação entre coordenação entre colaboradores da manutenção e da produção.

(Nakajima, 1988)

Em 1971 a Nippondenso recebeu o *Distinguished Plant Prize* do *Japan Institute of Plant Engineers* (JIPE) pela sua implementação da TPM, tornando-a conhecida em todo o país (Ginder & Robinson, 1995). O conceito TPM continuou a ser desenvolvido e começou a ganhar novos adeptos dentro e fora do Japão.

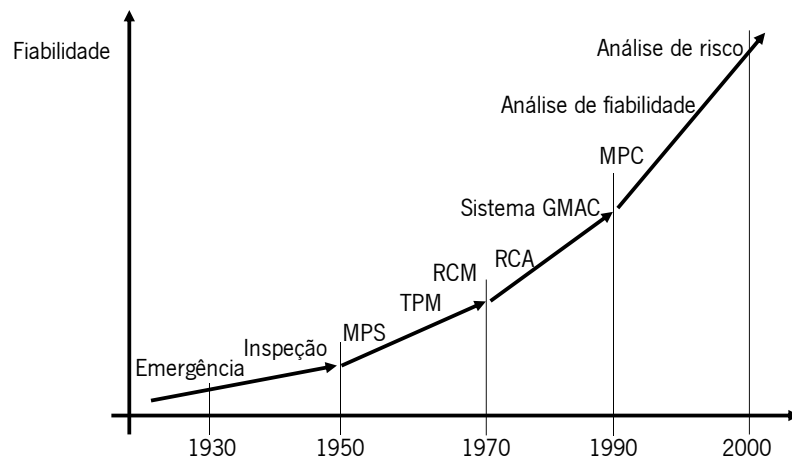
Em 1991 a Volvo na Bélgica e a Nachi Industries na Singapura foram as primeiras empresas não japonesas a receber o prémio *PM Excellent Plant Award* pela sua implantação da TPM (Ginder & Robinson, 1995).

Atualmente é frequente considerar que a TPM é suportada por oito pilares (JMAC, sem data; Kiran, 2017):

1. Melhoria específica ou *kobetsu kaizen* — melhoria contínua através de pequenos passos (por oposição a *kaikaku*, mudança radical);
2. Manutenção planeada ou *keikaku hozen* — aumentar a disponibilidade dos equipamentos e reduzir a ocorrência de avarias;

3. Controlo inicial — estar preparado, isto é, ter procedimentos definidos, para iniciar a produção de um novo produto ou a utilização de novos equipamentos com o menor tempo de arranque;
4. Formação — dar aos operadores as ferramentas necessárias para conseguir fazer manutenção autónoma;
5. Manutenção autónoma ou *jishu hozen* — o operador assume responsabilidade pelos seus equipamentos e não precisa de esperar pelo departamento de manutenção para executar muitas das operações de manutenção;
6. Manutenção da qualidade — não se tolera que os equipamentos condicionem a qualidade do produto final. O objetivo é estabelecer e manter as condições de funcionamento necessárias para ter zero defeitos;
7. *Office TPM* ou a TPM na administração — aplicar o mesmo princípio de eliminação de desperdícios, para além da produção, nas funções administrativas. Aqui inserem-se desperdícios como esperar por informação ou trabalho duplicado (Willmott & McCarthy, 2001);
8. Segurança, higiene e ambiente — prevenir a ocorrência de acidentes e criar um ambiente de trabalho saudável e seguro. Dar a mesma importância à redução do impacto ambiental que à redução dos custos.

A Figura 1 ilustra a evolução das estratégias de manutenção adotadas, as quais permitiram atingir uma fiabilidade cada vez maior. Além disso, a partir dos anos 70, começam a ganhar popularidade os sistemas computadorizados de gestão da manutenção ou CMMS, que serão apresentados em maior detalhe na secção 2.7.



MPC – Manutenção preventiva condicionada; GMAC – Gestão da manutenção assistida por computador; RCA – *Root cause analysis* (análise da causa raiz); RCM – *Reliability-centered maintenance* (manutenção centrada na fiabilidade); TPM – *Total productive maintenance* (manutenção produtiva total); MPS – manutenção preventiva sistemática

Figura 1 - Evolução das estratégias de manutenção (adaptado de Amaral, 2016)

2.2 Tipos de manutenção

A NP EN 13306 (2007), versão nacional da norma europeia EN 13306 de 2001, definia dois principais tipos de manutenção, manutenção preventiva e manutenção corretiva. A nova versão da norma europeia, EN 13306 (2017) (apud BSI, 2018), vem acrescentar a categoria melhoria. Nesta secção, serão apresentadas as definições e características destes tipos de manutenção.

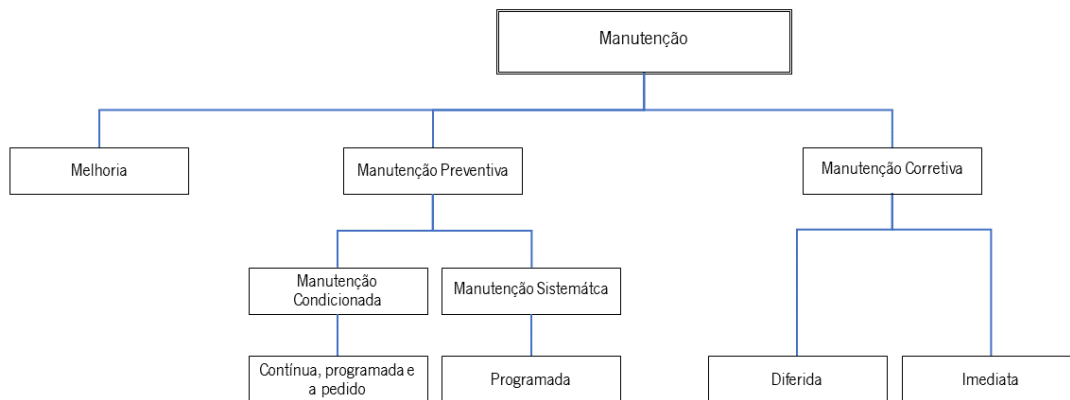


Figura 2 - Tipos de manutenção segundo a EN 13306 (2017) (adaptado de BSI, 2018)

2.2.1 Manutenção preventiva

A NP EN 13306 (2007), define a manutenção preventiva como «manutenção efetuada a intervalos de tempo pré-determinados, ou de acordo com critérios prescritos, com a finalidade de reduzir a probabilidade de avaria ou de degradação do funcionamento de um bem».

A manutenção preventiva pode se limitar a uma simples operação de lubrificação, mas também pode englobar a troca de componentes antes do seu fim de vida.

Considera-se o período de degradação ou de envelhecimento o período a partir do qual se verifica uma queda acentuada do desempenho do componente. Nestas circunstâncias, terá de se assumir que o componente pode falhar a qualquer momento. Para além disso, uma vez atingido um estado adiantado de degradação, é possível que o componente arraste consigo a falha de outros componentes com os quais interage. Se as consequências de uma falha forem gravosas, especialmente se colocarem em causa a segurança de pessoas, torna-se imperativa a sua substituição, ou uma reparação preventiva que o traga de volta a um estado tão bom com novo (*as good as new*).

A manutenção preventiva pode ser sistemática ou condicionada. No caso da **manutenção preventiva sistemática**, trata-se de uma «manutenção preventiva efetuada a intervalos de tempo preestabelecidos ou segundo um número definido de unidades de utilização, mas sem controlo prévio do estado do bem» (NP EN 13306, 2007). Muitas vezes é mais vantajoso utilizar outra unidade do que o tempo que melhor reflita o real desgaste do equipamento, por exemplo quilómetros percorridos por um veículo ou metros de tecido produzidos por um tear. A manutenção não contempla um diagnóstico anterior e é, portanto, executada cegamente segundo a periodicidade estabelecida (Cabral, 2013)

Já a **manutenção preventiva condicionada** é definida pela mesma norma como «manutenção preventiva baseada na vigilância do funcionamento do bem e/ou dos parâmetros significativos desse funcionamento, integrando as ações daí decorrentes. A vigilância do funcionamento e dos parâmetros pode ser executada segundo um calendário, a pedido ou de modo contínuo». A substituição de uma ventoinha num equipamento que esta a aquecer mais do que o normal ou a substituição de um rolamento que está a causar um ruído anormal são exemplos de manutenção condicionada. O controlo de condição é descrito em maior detalhe na secção 2.3.

2.2.2 Manutenção corretiva

A NP EN 13306 (2007) define manutenção corretiva como «manutenção efetuada depois da deteção de uma avaria e destinada a repor um bem num estado em que pode realizar uma função requerida».

Se as consequências de uma falha forem de natureza puramente económica, poderá ser, em algumas circunstâncias, mais vantajoso adotar uma política de manutenção corretiva, isto é, aguardar a falha do componente para o substituir e, assim, aproveitar toda a vida útil do componente (Assis, 2014).

2.2.3 Melhoria

Mesmo que um equipamento não apresente nenhuma avaria, é quase certo que existam oportunidades de melhoria. Estas melhorias poderão refletir-se tanto no desempenho do equipamento como na sua própria manutibilidade. Assim poderão encontrar-se alterações que permitam incrementar a produção, reduzir emissões ou ruído, ou ainda facilitem o acesso para manutenção (Cabral, 2013).

2.3 Controlo de condição

O princípio base do controlo de condição (também monitorização de condição ou *condition monitoring*) consiste em escolher uma grandeza física (ou sinal) que pode indicar a ocorrência de degradação e monitorizar essa mesma grandeza regularmente (Neale, 1995).

A forma de controlo de condição mais simples é o controlo acústico por parte de uma pessoa (Barszcz, 2019). A capacidade humana de reconhecer padrões de ruído e de isolar fontes sonoras, permite a um técnico experiente detetar anomalias, até mesmo em situações com vários ruídos de fundo (Matyas, 2019). Embora bastante subjetivo, este método tem a vantagem de permitir, com relativa rapidez e sem recurso a aparelhos de medição complexos, avaliar a condição de um equipamento ou peça.

Com o apoio de sensores podem também ser medidas outras grandezas, por exemplo mecânicas térmicas ou elétricas (Moubray, 1997). Se um processo de fabrico produz som ou vibrações, pode-se recorrer à medição da intensidade ou da frequência para avaliar o funcionamento do processo (Correa & Guzman, 2020).

Especialmente em unidades de produção altamente automatizadas ou interligadas, é possível aumentar a fiabilidade e a disponibilidade por meio de sistemas de controlo de condição. Para tal estes sistemas deverão monitorizar constantemente a condição dos componentes e do sistema inteiro, a fim de detetar desvios em relação aos valores normais.

Para efetuar a recolha e análise das medidas ou dos sinais sonoros / de vibração, encontra-se hoje em dia disponível uma variedade de soluções informáticas, cujos princípios de funcionamento são, em geral, semelhantes. Os sinais são captados por um sensor, ampliados e transmitidos a um transformador analógico-digital, e daí ao computador (Matyas, 2019). Uma vez recolhidos, estes dados poderão ser analisados, tanto para monitorizar como para dirigir processos.

A monitorização de condição com recurso a aparelhos de medida pode fundamentalmente ser implementada de duas formas (Matyas, 2019):

- Offline com um aparelho móvel: Os dados de diagnóstico são recolhidos com o auxílio de um aparelho de medida portátil, e posteriormente analisados. O tempo entre medidas ronda geralmente quatro a seis semanas;
- Online com um sistema fixo: Neste caso os sensores são instalados junto a um equipamento e podem fazer medições automáticas e constantes. É uma solução especialmente útil para componentes em que se pode esperar uma degradação relativamente veloz.

2.4 Ocorrências e Ordens de Trabalho

Segundo a norma europeia EN 13460 (cit. por Cabral, 2013) relativa à documentação de manutenção, a ordem de trabalho (OT) «é o documento que contém toda a informação relacionada com uma operação de manutenção e a referência a outros documentos necessários para realizar o trabalho de manutenção. No *software* Valuekeep, representa um registo detalhado de uma operação de manutenção, com dados como a pessoa que o realiza, o código do ativo, o local e a hora, podendo ainda incluir anexos como fotografias.

Quanto ao uso, no programa e neste texto, do termo «ocorrência» (*issue* na interface inglesa), pretende-se apenas que seja um termo, mais neutro e abrangente do que avaria ou falha, para qualquer questão que os responsáveis de manutenção considerem merecedora de atenção.

2.5 Fatores que influenciam a evolução da manutenção

2.5.1 Sustentabilidade

Um sistema de produção só pode ser considerado realmente sustentável se o for a todos os níveis — social, ambiental e económico.

A sustentabilidade social incide sobre a relação ente a função manutenção e as pessoas que ela afeta dentro e fora da empresa (*stakeholders*), com particular destaque para a saúde e segurança dos trabalhadores da manutenção. Engloba a segurança e saúde dos colaboradores, minimizando a probabilidade de ocorrência de falhas e a severidade das suas consequências. (Franciosi et al., 2018)

Já sustentabilidade ambiental abrange por exemplo a redução de emissões e do consumo energético. Para além disso é crucial considerar todo o ciclo de vida dos ativos, para utilizar os recursos de forma responsável. Uma boa estratégia de manutenção preventiva pode não só prolongar a vida útil do equipamento, como também aumentar o seu valor residual (Seliger et al., 2008).

O nível económico é porventura o mais óbvio, mas não menos importante. Apenas uma empresa competitiva e financeiramente saudável poderá permanecer em atividade e assim dar o seu contributo para noutras áreas. Os fatores económicos influenciados pela manutenção incluem a qualidade, a produtividade, a entrega atempada, a inovação e o custo (Jasiulewicz-Kaczmarek & Gola, 2019).

2.5.2 Servitização

Tradicionalmente as empresas industriais têm se focado na produção e venda de produtos físicos. Porém estão a começar a procurar vantagens competitivas e diferenciação num paradigma diferente: a servitização (tradução direta do inglês *servitization*). Em poucas palavras, servitização é quando um cliente paga por um serviço em vez de comprar, como seria convencional, ele próprio o equipamento.

O cliente paga uma taxa fixa por unidade de serviço consumida, enquanto o equipamento ou sistema continua a ser propriedade do fornecedor, sendo este último responsável por todos os custos de manutenção. Desta forma o proprietário, isto é o fornecedor do serviço, terá um incentivo muito forte para pensar a longo prazo quando desenvolve ou adquire o equipamento.

Neste modelo o fornecedor ver-se-á obrigado a reduzir o consumo energético (normalmente a principal fonte de custo se considerarmos todo o ciclo de vida), tornar o sistema mais modular (um fator-chave para a economia circular) e, sobretudo, proporcionar uma manutenção de ponta (Karamitsos et al., 2020). Assim espera-se que o cliente receba um serviço melhor com uma carga de trabalho reduzida e sem um investimento inicial pesado. Por outro lado, a vantagem para o fornecedor também é óbvia – uma fonte de receitas muito mais estável e previsível, porventura também maior.

Franco (2015) apresenta um exemplo simples: Um fabricante de impressoras decide, em vez de apenas vender os seus equipamentos, oferecer «soluções de impressão» aos clientes empresariais. Os clientes

passam a pagar por cópia efetuada e não precisam de adquirir o equipamento. O fabricante assegura a monitorização das impressoras, substituindo os tinteiros sempre que necessário. Em caso de avaria a própria impressora envia um sinal ao fabricante e um técnico será enviado, sem qualquer custo adicional, às instalações do cliente. Em vez de fazer um investimento inicial e ainda ter de gerir a manutenção dos equipamentos, o cliente paga ao fabricante um valor mensal composto por uma parte fixa e por uma parte variável, em função das cópias impressas.

Planos similares têm vindo a ser introduzidos para frotas de veículos («mobilidade como serviço»), sistemas de ar condicionado («arrefecimento como serviço») e até iluminação («luz como serviço») (Karamitsos et al., 2020; Pulkkinen et al., 2019). Um pioneiro marcante deste modelo de negócio foi a Rolls-Royce com a sua introdução do modelo *power-by-the-hour* para motores de aviões (Smith, 2013).

O Fórum Económico Mundial aponta a servitização como uma tendência *macro* para as próximas décadas, bem como um dos principais fatores de criação de emprego (WEF, 2018). Segundo um inquérito internacional, 82% dos fabricantes europeus planeiam um maior foco no fornecimento de serviços (Oxford Economics, 2013). Sobretudo neste continente, a servitização é vista como uma solução para estabelecer relações duradouras com os clientes e assim conseguir continuar a competir com os países emergentes. Franco (2015) realça a sua importância para a reindustrialização portuguesa.

2.5.3 *Big data, machine learning*, manutenção preditiva e prescritiva,

Embora as suas bases matemáticas tenham começado a ser criadas muito antes, a análise de dados (*analytics*) como a conhecemos hoje em dia surgiu nos anos 50 e 60 do século passado quando os primeiros computadores foram utilizados para apoio à decisão (Lueth et al., 2017). Pequenas equipas de peritos eram responsáveis por fazer relatórios e análises descritivas. No que toca à manutenção procediam, por exemplo, à análise das taxas de falha para determinar quando realizar testes aos equipamentos. As primeiras ferramentas requeriam conhecimentos informáticos consideráveis, mas a partir dos anos 70 começam a ser comercializadas algumas soluções mais fáceis de utilizar, permitindo a não-programadores entrar no mundo da análise de dados. Fala-se então cada vez mais de *business intelligence* (BI); no campo da manutenção surge a manutenção preventiva com base no cálculo de probabilidades de falha. Mais tarde o controlo de condição passou a ser a norma e, atualmente, a quantidade de dados captada é cada vez maior e os processos de decisão tornam-se cada vez mais automatizados. As medições dos sensores são analisadas em tempo real e algoritmos conseguem fazer previsões e até recomendações autonomamente.

Ansari et al. (2017) distinguem quatro tipos de manutenção baseada na análise de dados, por ordem crescente de sofisticação – manutenção descritiva, diagnóstica, preditiva e prescritiva.

Manutenção descritiva: Responde à questão «O que aconteceu?», colocando à disposição informação sobre as operações de manutenção que ocorreram no passado. O foco está na recolha de dados e processamento de dados.

Manutenção diagnóstica: Responde à questão «Porque aconteceu?» Pretende aumentar o grau de conhecimento, identificando relações causa-efeito dentro dos dados sobre o passado.

Manutenção preditiva: Responde à questão «O que vai acontecer e quando?» Aqui o objetivo é aprender a partir de dados históricos e, se possível, a partir de dados obtidos em tempo real de forma a conseguir prever eventos futuros. Assim se consegue uma capacidade de prognóstico semi-supervisionada (com alguma intervenção humana) ou não supervisionada (completamente automática).

Manutenção prescritiva: Responde à questão «Como deve acontecer?», fornecendo recomendações específicas para otimizar o processo de manutenção. Baseia-se nos mais recentes desenvolvimentos de sistemas de produção ciberfísicos para atingir um planeamento autónomo da manutenção.

Inquéritos indicam que os gestores já reconhecem a manutenção preditiva como uma importante ferramenta para evitar tanto avarias e paragens não planeadas como operações de manutenção desnecessárias, o que tem um impacto direto nos lucros das empresas (Lueth et al., 2017). No entanto, a utilização de manutenção preditiva ainda está longe de ser generalizada, pelo menos na indústria (Rivera et al., 2019)— exceção feita às centrais elétricas, onde a deteção e previsão automática de erros já é mais comum (Hashemian, 2011; Lu et al., 2009)

Fazer este tipo de previsões com exatidão requer, no entanto, a recolha e tratamento de grandes quantidades de dados (Sahal et al., 2020), ou seja, lidar com o *big data*.

Embora haja muitas maneiras de definir o conceito de *big data*, este tem vindo a ser descrito por um conjunto de características com a inicial V. Inicialmente Volume, Velocidade e Variedade (McAfee & Brynjolfsson, 2012), mais complementados por Veracidade e Valor (Gandomi & Haider, 2015).

A previsão do tempo de vida útil remanescente (*remaining useful life*, RUL) tornou-se nos últimos anos uma tarefa central da análise de dados, servindo como parâmetro para a otimização dos intervalos de manutenção e minimização dos custos (Si et al., 2017).

As técnicas utilizadas têm vindo a evoluir de simples regras a aplicar para uma análise com recurso ao *machine learning*. Maimon & Rokach (2009) distinguem entre dois tipos fundamentais de *machine learning*:

- Métodos orientados à verificação, os quais visam confirmar ou refutar hipóteses do utilizador;
- Métodos orientados à descoberta, os quais permitem identificar padrões e tendências nos dados.

Na manutenção são essencialmente os métodos orientados à descoberta, os quais podem por sua vez ser divididos em métodos descritivos e métodos preditivos (Choudhary et al., 2009). Os métodos descritivos visam facilitar a interpretação dos dados atuais, enquanto que os métodos preditivos se focam na previsão do comportamento futuro do sistema, criando e validando um modelo de prognóstico com base em dados históricos.

2.5.4 Indústria 4.0

O mundo está a entrar na era da Indústria 4.0, na qual a «Fábrica Inteligente» (*Smart Factory*) representa o papel principal. Para esse fim, também a manutenção tem de se tornar mais «inteligente» e tirar partido das novas possibilidades, como sensores inteligentes, fabrico aditivo ou realidade aumentada.

A evolução dos computadores pessoais para dispositivos inteligentes (*smart devices*), a interligação de infraestruturas e serviços pela *cloud* e, finalmente, os avanços na miniaturização, impelem uma tendência para omnipresença do tratamento informático de dados (*ubiquitous computing*).

Microcomputadores autónomos (os chamados sistemas embutidos) conseguem cada vez mais comunicar sem fios entre si e com a internet. O mundo físico e o mundo virtual (ciberespaço) fundem nos sistemas ciberfísicos (CPS na sigla inglesa). Desde a introdução do Protocolo de Internet IPv6 em 2012, encontram-se disponíveis endereços suficientes para ligar todos os dispositivos inteligentes à internet (Acatech, 2015). Quando aplicada à produção, a interligação de recursos, informações, objetos e pessoas assim possibilitada é considerada a quarta revolução industrial ou Indústria 4.0 (Figura 3).

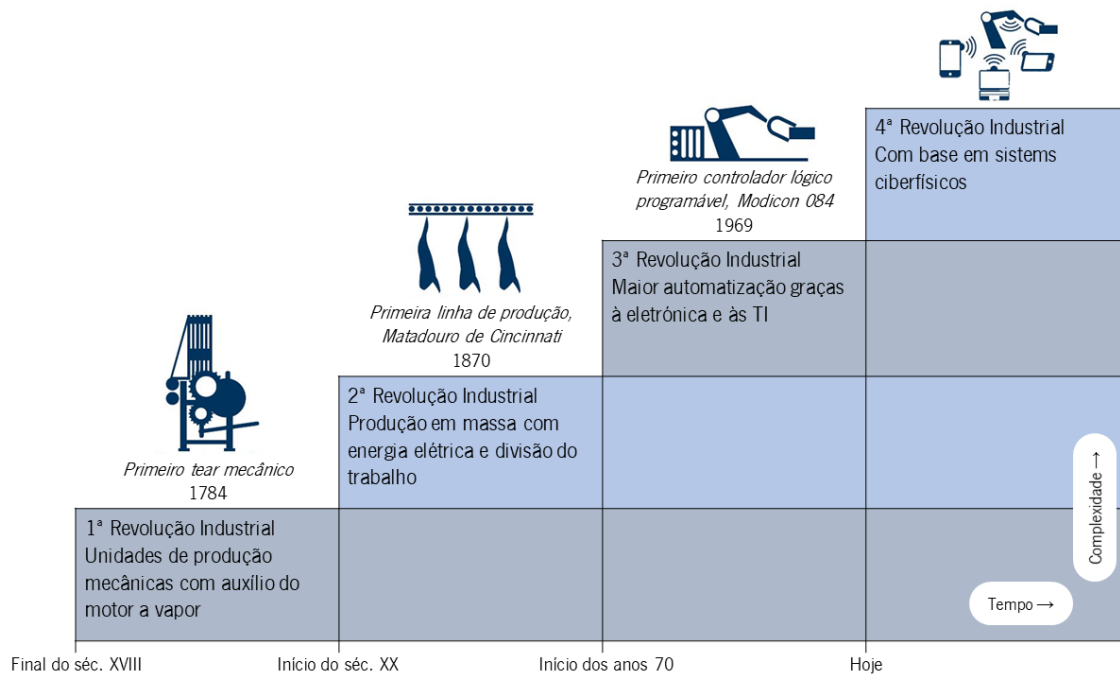


Figura 3 - As quatro revoluções industriais (adaptado de Kagermann et al., 2013)

O processo de industrialização iniciou-se no final do século XVIII, em particular no Reino Unido, com o motor a vapor e equipamentos mecanizados (1ª Revolução Industrial). Posteriormente, no início do século XX, assistimos à 2ª Revolução Industrial, marcada pela produção em massa, pela divisão do trabalho e pelo uso da energia elétrica. É também nesta altura que os navios de aço e os aviões substituem as embarcações de madeira. Já no início da década de 1970 surge a 3ª Revolução Industrial, tirando partido dos desenvolvimentos na eletrônica e informática para conseguir uma produção cada vez mais automatizada. Finalmente estamos hoje a transitar para a 4ª Revolução Industrial, em que os processos de produção, manutenção, logística e gestão, bem como materiais, produtos, ferramentas, equipamentos e edifícios serão todos dotados de «inteligência» e estarão interligados pela Internet, constituindo um sistema de produção ciberfísico. O termo IoT descreve a ligação em rede de objetos físicos através das tecnologias da informação e comunicação (Wollschlaeger et al., 2017). Quando aplicada ao contexto industrial, esta fusão entre o físico e o digital designa-se por *Industrial Internet of Things* (IIoT). No que toca à manutenção, a aplicação dos conceitos de Indústria 4.0 é denominada *Smart Maintenance* ou também Manutenção 4.0.

2.6 Manutenção 4.0

A disponibilidade permanente de informação atualizada, graças a sensores inteligentes e à internet das coisas, torna mais fácil o planeamento da manutenção. No entanto, a complexidade de um sistema de produção ciberfísico resulta num aumento significativo dos componentes que requerem manutenção (Acatech, 2015).

2.6.1 Sensores inteligentes e sistemas de monitorização de condição

Os chamados sensores inteligentes são capazes de processar eles mesmos os dados que captam, bem como transmiti-los diretamente a outros componentes. A comunicação pode ter lugar tanto dentro de um único equipamento como entre vários equipamentos ao longo de uma linha de produção. O facto de esta comunicação ser tão direta aumenta a exatidão dos dados medidos, pois evitam-se os desvios causados por uma leitura cíclica. Os dados assim obtidos podem ainda ser enviados para um sistema de monitorização de condição, o que permitirá saber a cada instante qual o desgaste real da máquina e, assim, otimizar o escalonamento das próximas ações de manutenção (Zhang & Tao, 2017).

2.6.2 Fabrico aditivo

Na produção, técnicas de fabrico aditivo, como a impressão 3D, já são utilizadas, particularmente para prototipagem ou séries muito limitadas. A sua versatilidade tem tornado este método cada vez mais popular e ele poderá trazer vantagens na manutenção. Os fabricantes de equipamento industrial poderão «imprimir» uma peça sobresselente diretamente na fábrica do cliente ou num parceiro próximo e, assim, torná-la disponível em tempo recorde, bastando para isso fornecer um ficheiro CAD (*computer-aided design* ou desenho assistido por computador) (Khajavi et al., 2020).

2.6.3 Diagnóstico e manutenção remotos

Uma solução para, em caso de avaria, conseguir efetuar mais rapidamente o diagnóstico e a manutenção é a transmissão em tempo real de dados relativos ao equipamento através da internet. O fabricante ou um outro fornecedor de serviços apoiam, então, o diagnóstico e a manutenção à distância. Isto reduz custos e permite atuar mais rapidamente (Fang, 2020).

Em combinação com um telemóvel capaz de transmitir vídeo ou, ainda melhor, um par de óculos de realidade aumentada, o agente de diagnóstico pode agir quase como se estivesse no local.

Mesmo que uma manutenção *in situ* venha a ser necessária, o técnico de apoio chegará ao cliente mais bem informado sobre o problema exato, o que mais uma vez permite encurtar o tempo gasto até à resolução. Em casos particularmente complicados, o próprio técnico poderá também solicitar o auxílio online de peritos do fabricante.

2.6.4 Realidade aumentada e BIM

As aplicações industriais, incluindo na manutenção, foram sempre realçadas pelos investigadores da realidade aumentada (Azuma, 1997, 2016; Masoni et al., 2017). A crescente complexidade dos sistemas de produção coloca os profissionais da manutenção cada vez mais perante o desafio de executar uma variedade de tarefas de manutenção em equipamentos e instalações díspares, ao que se junta uma crescente exigência de eficiência (Glawar et al., 2018). Neste contexto, soluções de realidade aumentada podem ajudar na execução de tarefas altamente cognitivas. Estas soluções poderão apresentar informação relevante sobreposta ao objeto para o qual o trabalhador olha.

Embora já haja óculos disponíveis no mercado a um preço acessível, estes ainda padecem de inconvenientes como curta duração de uma carga da bateria, má ergonomia ou algoritmos de *tracking* deficientes. Ainda assim, verifica-se um forte interesse por parte de investigadores e grandes empresas em relação a esta tecnologia (Masoni et al., 2017).

BIM (*Building Information Modeling* ou Modelação da Informação da Construção) é uma tecnologia que permite criar modelos virtuais tridimensionais de edifícios que incluem não só o seu aspeto visual, mas também características de materiais e outras informações (Gao & Pishdad-Bozorgi, 2019). Estes modelos são pensados para servirem durante todo o ciclo de vida do edifício em vez de apenas para planear a sua construção. Podemos imaginar o registo dos ativos no CMMS não só sob a forma de uma lista, mas com cada ativo apresentado visualmente na sua localização real dentro do edifício. Esta tecnologia poderá funcionar em conjunto com realidade aumentada para ajudar o operador de manutenção a encontrar o equipamento correto e proceder à sua manutenção.

2.6.5 Gémeo digital

O termo gémeo digital (*digital twin*) é apontado como uma peça importante na transformação digital da manutenção (Kritzinger et al., 2018). Em geral entende-se por gémeo digital uma representação informatizada de um sistema físico emparelhada com o sistema de produção através da sincronização de dados em tempo real (Grieves, 2014; Uhlemann et al., 2017). A manutenção tem sido apontada

como uma das áreas em que o impacto dos gémeos digitais é mais significativo (Errandonea et al., 2020).

Um gémeo digital permite aos profissionais de manutenção simular várias alternativas de decisão possíveis e determinar qual seria o impacto no sistema de cada uma. Este conceito pode ser implementado à escala de um componente/peça, de um produto (como por exemplo uma máquina) ou de todo um sistema de produção, falando-se então, respetivamente, de um *part twin*, *product twin* ou *system twin*.

Kritzinger et al. (2018) distinguem três categorias de representações digitais de objetos físicos pelo seu grau de integração:

- Modelo digital — uma representação digital do objeto físico, sem troca de dados automática. Pode tratar-se de um modelo de simulação, um modelo matemático ou um modelo CAD;
- Sombra digital — fluxo unidirecional de dados do objeto físico para a representação. Uma alteração no objeto é refletida automaticamente na representação;
- Gémeo digital — integração bidirecional entre o objeto físico e a sua representação digital, ou seja, uma mudança do estado no objeto leva diretamente à mesma mudança na representação digital e vice-versa. Neste caso a representação pode funcionar como instância de controlo do objeto.

2.7 Os CMMS

Todos os aspetos da atividade industrial têm sido transformados pelas tecnologias da informação, facilitando a recolha de dados. Ao mesmo tempo toleram-se cada vez menos as falhas de equipamentos, especialmente quando afetam a segurança. Neste contexto há uma exigência de que as decisões de manutenção sejam baseadas em informação concreta.

Esta secção proporciona uma introdução às características dos sistemas computadorizados de gestão da manutenção usados para planear e registar ações de manutenção e como apoio à decisão em todas as questões de manutenção.

Ao longo dos anos os CMMS evoluíram de modo a acompanhar as exigências dinâmicas dos negócios e fazendo uso de progressos tecnológicos. Durante este processo sofreram várias alterações funcionais e paradigmáticas.

Os primeiros sistemas eram feitos à medida para clientes individuais. Eram sistemas por vezes sofisticados, mas caros e, sobretudo, dificilmente transpostos para outros clientes. Mesmo assim conseguiram-se obter reduções nos custos de produção de 10 a 15% e aumentos nos níveis de utilização da capacidade instalada de 15 a 30% (Krouzek, 1987). À medida que foram adotadas normas internacionais de manutenção e que surgiram normas, de facto, na informática (Windows, bases de dados relacionais, SQL, entre outras), também os CMMS se tornaram cada vez mais estandardizados e similares entre si. Atualmente, quase todos os sistemas permitem a ligação com outras aplicações de negócio, como os ERP.

Um CMMS pode ser disponibilizado inteiramente através de um navegador desde que o acesso à internet seja robusto. Assim, garante-se que tanto os dados de manutenção como a aplicação são sempre os mais recentes.

As funcionalidades mais básicas que qualquer CMMS deverá incluir são o registo de ativos e de materiais, a gestão de trabalhos e computação de KPI (Cabral, 2013; Cohen et al., 2014). No registo de ativos constam os equipamentos ou instalações, incluindo as suas características, planos de manutenção preventiva, sobressalentes utilizáveis e localização. Nos materiais deverão constar ferramentas de manutenção (como chaves de fendas) ou consumíveis (como lubrificantes), não só os que atualmente se encontram em armazém, mas também todos aqueles que plausivelmente serão necessários em operações de manutenção futuras.

Adicionalmente, o *software* deverá permitir o planeamento e gestão de todas as ordens de trabalho, planeadas ou não. Tipicamente, as informações apontadas numa nova OT incluem o nome do colaborador que fez o pedido de manutenção, a identificação do equipamento, a natureza da falha ou do serviço solicitado e a urgência da ordem de trabalho, ou seja, o quão cedo ela terá de ser concluída. A estas acrescem, quando for executada a OT, o esforço em horas-homem, o tempo de indisponibilidade, os materiais utilizados e os custos. Tudo isto deverá ficar sistematizado no histórico de manutenção.

Por fim, o CMMS deverá também facilitar e agilizar o cálculo e consulta de indicadores de desempenho, tais como taxas de avarias ou cumprimento dos planos de manutenção, entre muitos outros, que permitem avaliar o estado corrente da gestão da manutenção.

Se quisermos implementar um CMMS à escala de uma empresa multinacional, torna-se ainda inevitável lidar com várias localizações, moedas, fusos horários e idiomas.

2.7.1 Fatores de sucesso na implementação de um CMMS

A instalação do *software* é apenas uma pequena parte do processo de implementação de um CMMS. Uma implementação bem-sucedida não depende apenas da componente tecnológica, mas sobretudo de uma coordenação das pessoas e processos. De nada serve o melhor *software* se não for utilizado pelas equipas de trabalho ou se da sua utilização não advierem benefícios tangíveis para a empresa.

É fundamental que o CMMS se adeque às necessidades da organização e que ocorra a formação necessária para que os utilizadores saibam tirar partido dele. Cabral (2013) destaca a importância da interface amigável para com o utilizador já que este «tem que dedicar ao *software* o que lhe sobra de tempo e talento das suas atividade principais, e não o contrário». Utilizadores frustrados rapidamente voltarão para o Excel (Wienker et al., 2016).

Bloch & Geitner (2019) destacam a importância de envolver os profissionais de manutenção dentro da empresa. Infelizmente não é uma ocorrência rara estes sistemas serem impostos à manutenção por departamentos de informática, na ausência de qualquer interesse por parte dos putativos utilizadores. O resultado é uma rejeição imediata. Estes autores estimam até que mais de 70% das implementações possam ser malsucedidas.

A formação não se pode focar apenas nas funcionalidades do sistema, mas tem de abranger o conteúdo (Amadi-Echendu & de Wit, 2015). Campbell et al. (2010) distinguem quatro fases a seguir na implementação de um CMMS — Envolvimento da gestão, desenho da solução, implementação propriamente dita e pós-implementação.

2.7.2 Vantagens da utilização de dispositivos móveis

Campbell et al. (2010) destacam três vantagens principais associadas à integração de dispositivos móveis com os CMMS.

Em primeiro lugar promove-se a introdução mais atempada dos dados. Deixa de ser necessário regressar à secretária para conseguir atualizar a informação no sistema. Desta forma a informação no CMMS reflete mais depressa o que acontece no terreno. Problemas podem ser reportados mais rapidamente e, por conseguinte, serem resolvidos mais rapidamente.

Adicionalmente, isso contribui para uma maior correção dos dados, permitindo aos profissionais de manutenção fazer o relatório logo no momento. Deste modo, o processo torna-se mais direto e menos suscetível a erros de introdução de dados.

Por fim, torna-se mais fácil aceder à informação presente no CMMS, precisamente onde ela pode ser mais útil – no terreno. Desta forma os técnicos de manutenção podem tomar decisões informadas.

2.7.3 Aplicações comerciais de CMMS

Desenvolver o próprio CMMS dentro de portas é quase sempre desaconselhável (Cabral, 2013). Assim sendo, opta-se geralmente por uma aplicação comercial.

O Apêndice 1 contém uma comparação entre várias aplicações de CMMS disponíveis no mercado. Para tal escolheram-se, para além do Valuekeep, três aplicações com forte presença em Portugal (Infraspeak, ManWinWin e Glose), três com forte presença em Espanha (Fractal, Dimomaint e GMAOLinx) e, por fim, três com forte presença a nível internacional (Emaint, UpKeep e Fiix).

A maioria destas aplicações já funcionam na *cloud* em vez de necessitarem uma instalação local e também oferecem aplicações móveis para Android e iOS. Uma funcionalidade interessante presente em algumas das aplicações móveis é a leitura de etiquetas NFC ou códigos impressos (de barras ou QR).

O NFC (*near-field communication*, comunicação por campo de proximidade) é uma tecnologia que permite a troca de informações sem fios entre dispositivos compatíveis em tempo real, desde que estejam próximos um do outro. Ao aproximar um *smartphone* ou *tablet* compatível de uma etiqueta NFC, a comunicação é automaticamente estabelecida sem qualquer configuração.

Afixando etiquetas NFC aos equipamentos é possível aceder à informação sobre um determinado equipamento no terreno, com apenas uma aproximação entre o equipamento e o dispositivo móvel do técnico e, por exemplo, reportar uma avaria ou registar medidas.

Uma alternativa ligeiramente menos conveniente, mas tecnologicamente mais simples, é imprimir etiquetas com códigos de barras ou QR (*quick response*, resposta rápida) e afixar estas aos equipamentos. Neste caso o técnico terá de apontar a câmara do seu dispositivo móvel para o código para aceder às informações do equipamento.

Verifica-se que o Valuekeep no conjunto das suas funcionalidades é relativamente competitivo, mas, se quiser continuar a sê-lo, a integração IoT (já anunciada no *roadmap* do produto) deverá ser uma prioridade.

2.8 Indicadores de desempenho

Os indicadores de desempenho fornecem informações sobre o desempenho técnico e financeiro da organização, normalmente condensadas sob a forma de números. Assim, retratam a situação da empresa de forma resumida e objetiva.

Estes indicadores dão provas da sua utilidade quando permitem extrair inferências sobre o futuro através de dados históricos. Oferecem ainda a possibilidade de identificar geradores de custos e relações de causa-efeito. Os indicadores de desempenho são a base sobre a qual assentam comparações (*benchmarking*) internas e externas e são o ponto de partida para definir objetivos de melhoria quantificáveis (Campbell et al., 2010).

Devem-se escolher indicadores de desempenho simples, transparentes e compreensíveis para o utilizador. Para além disso, é importante que sejam atualizados com frequência, idealmente até que estejam disponíveis em tempo real. Quando isto não é possível, a frequência da recolha de dados deve ser adaptada à reatividade do sistema em relação a ações corretivas e a fatores como sazonalidade ou o grau de desgaste do equipamento. Deve ainda ser privilegiada uma apresentação visual dos indicadores.

A NP EN 15341 de 2009 define três grupos de indicadores de desempenho da manutenção: indicadores económicos (como o custo total da manutenção), técnicos (como a disponibilidade operacional) e organizacionais (como a taxa de frequência de acidentes com pessoal da manutenção). A mesma norma propõe ainda a utilização de um quadro de bordo, composto por vários indicadores complementares, para apresentar uma síntese do desempenho da organização.

3. BREVE APRESENTAÇÃO DAS EMPRESAS ENVOLVIDAS NESTE ESTUDO

3.1 O Grupo Primavera

A Primavera BSS, S.A. foi fundada em Braga em 1993 pelos atuais CEO Jorge Batista e José Dionísio. É uma empresa especializada no desenvolvimento de soluções de gestão empresarial. Foi a primeira empresa em Portugal a desenvolver *software* de gestão para o sistema operativo Windows. Para além de Portugal, a Primavera tem uma forte presença em Espanha, Brasil, Angola, Moçambique, Cabo Verde e Guiné-Bissau. Quanto às instalações em Portugal, encontram-se em Braga, Lisboa e, mais recentemente, em Leiria.

Ao longo dos anos a Primavera acompanhou várias transformações profundas no mercado. Na altura da sua criação a internet ainda estava longe de ser amplamente utilizada e a empresa distribuía o seu *software* em suporte físico a pequenas empresas. José Dionísio recorda a renitência dos departamentos de contabilidade, habituados ao uso exclusivo do teclado, em utilizar o rato como ferramenta de input (ITChannel, 2016).

Atualmente a Primavera tem como clientes pequenas, médias e grandes empresas, para além de uma forte aposta no setor público (incluindo universidades, administração central e local e empresas públicas) através da unidade de negócios independente Primavera Public Services. Cada vez mais estes clientes confiam nas soluções *cloud* da Primavera e a empresa estima que os lucros gerados por este segmento irão em breve superar aqueles que advêm das soluções *on-premises*.

Mais de 500 mil pessoas em Portugal recebem o seu salário com recurso a processamento com soluções Primavera (Human, 2018) e a empresa detém uma quota de mercado de 20% neste país. O grupo atribui este sucesso em grande medida à sua considerável rede de parceiros (cerca de 600).

O portfólio de soluções da Primavera conta com *software* POS (*point of sale*, ponto de venda) como o Pssst! (focado no setor da restauração) ou o TLIM (dirigido ao setor do retalho), bem como um *software* de faturação para pequenas empresas, o Starter. Para empresas com necessidades de gestão mais desenvolvidas, a Primavera disponibiliza a aplicações de ERP Primavera Professional e Primavera Executive. Espera-se que uma boa parte destes produtos venha a ser gradualmente substituída pelas aplicações *cloud* Rose e Jasmin, que estão a ser desenvolvidas atualmente.

Já para necessidades mais específicas, a Primavera disponibiliza soluções especializadas como o Omnia Employee (*software* para gestão de Recursos Humanos), Eye Peak (*software* de distribuição e logística) e Mobile Sales (*software* para vendas no terreno).

Atualmente a Primavera já é um grupo de empresas. Entre as suas aquisições e *spin-offs*, contam-se a a Valuekeep (gestão da manutenção), a YET (transações eletrónicas) e a Nutrium (*software* para profissionais da nutrição).

3.2 Valuekeep

A Valuekeep é uma *spin-off* da Primavera que produz um *software* de gestão da manutenção (de mesmo nome). Ao contrário do *software* de faturação que requer uma adaptação minuciosa ao enquadramento legal de cada país, os requisitos para um CMMS são semelhantes em todo o mundo. Desta forma a Valuekeep decidiu implementar uma estratégia de internacionalização independente e mais acelerada do que a casa-mãe. A maior parte do lucro já advém de vendas fora de Portugal, com uma grande proporção de Espanha. Estima-se que o mercado latino-americano também venha a representar uma fração significativa a médio prazo, por exemplo através da parceria com a consultora equatoriana Cognitiva.

A Valuekeep conta com uma equipa de 15 colaboradores, incluindo o diretor geral. As equipas de desenvolvimento, suporte e marketing encontram-se em Braga. Para além disso há um escritório em Madrid, para o mercado espanhol, e outro em Lisboa, para Portugal e restantes mercados. Cada um destes escritórios conta com um responsável de vendas e um consultor técnico, responsável pela implementação do *software* em novos clientes.

No decorrer do estágio curricular, em colaboração com a equipa de consultoria da Valuekeep, participei na implementação de CMMS em três empresas clientes da Valuekeep de diferentes áreas de negócio, abaixo referidas como Empresa A, B e C.

3.3 Empresa A

A Empresa A é uma empresa famalicense de descartáveis para a área da saúde incluindo máscaras, luvas e batas. Inicialmente uma empresa exclusivamente importadora, a Empresa A decidiu expandir para um modelo de produção nacional. A crise de saúde pública provocada pela COVID-19 obrigou a empresa a acelerar este processo, um esforço que foi batizado como Projeto Nitro. Durante o decorrer

deste estágio curricular, a empresa iniciou produção numa fábrica de luvas e recorreu aos serviços da Valuekeep para implementar um CMMS para auxiliar a gestão dos equipamentos fabris. Com cerca de 500 equipamentos, sobretudo máquinas industriais, e planos para adquirir mais a necessidade de uma solução de *software* que permitisse fazer a gestão destes ativos era premente.

3.4 Empresa B

A Empresa B é um grupo de investimento com sede na Alemanha e especializado na gestão de ativos de produção de energia renovável como barragens, eólicas e parques fotovoltaicos. No final de 2018 adquiriu um conjunto de pequenas barragens em Portugal. Decidiu que a gestão da manutenção nestas instalações devia recorrer a um CMMS e não apenas a folhas de cálculo como fora até aí o caso. A barragem de Penide (Figura 4), no rio Cávado em Barcelos, foi escolhida para servir de terreno de ensaio na utilização do *software* Valuekeep. Entre os cerca de 200 equipamentos a gerir incluem-se turbinas, comportas, escadas de peixes. Tendo este projeto piloto sido bem-sucedido, antevê-se a expansão para as restantes barragens geridas pelo grupo.



Figura 4 - Barragem de Penide vista de jusante

3.5 Empresa C

A Empresa C é uma cadeia de supermercados especializada em produtos polacos. Abriram a primeira loja em 2003 na cidade irlandesa de Naas. Contam atualmente com 29 lojas na República da Irlanda mais uma na Irlanda do Norte. O número de equipamentos a catalogar era relativamente pequeno (cerca de 50), mas a introdução de um CMMS era ainda assim considerada urgente, pois existia a necessidade de gerir vários fornecedores externos de serviços de manutenção.

4. IMPLEMENTAÇÃO DO CMMS

4.1 Empresa A

4.1.1 Comunicação com o cliente

Este foi o projeto de implementação que se revelou mais delicado. Embora apenas houvesse uma pessoa de contacto dentro da Empresa A, o gestor fabril, surgiram alguns mal-entendidos e preocupações. O gestor fabril receava que não fossem implementadas todas as funcionalidades às quais a Valuekeep se tinha comprometido.

Adotaram-se duas medidas para colmatar esta situação. Por um lado, procedeu-se à redação de atas detalhadas para cada reunião, as quais tinham de ser aprovadas pelo cliente, o que permitiu minimizar a ocorrência de ambiguidades ou interpretações divergentes sobre o conteúdo abordado. Por outro lado, fez-se um esforço acrescido para melhorar a comunicação entre departamentos da Valuekeep, nomeadamente, entre a função de vendas e a função de implementação, com um colaborador responsável pela venda presente nas reuniões de implementação.

Estas medidas foram bem-sucedidas – o projeto de implementação foi levado a termo e a Empresa A continua a utilizar ativamente o CMMS Valuekeep.

4.1.2 Objetivos

O diálogo inicial com a gestão da Empresa A revelou os seguintes objetivos ao optar pela implementação da solução Valuekeep:

- Controlo de todas as ações de manutenção;
- Controlo de pedidos de manutenção;
- Gestão da equipa de manutenção;
- Obtenção de dados para análise da operação da manutenção;
- Cadastro de todo o parque de máquinas das unidades da Empresa A;
- Interligação com a Ficha de Imobilizado (ERP);
- Planeamento e gestão das ações de manutenção programadas;
- Planeamento de ações de manutenção não programadas, em função da prioridade das mesmas;
- Controlo de custos de manutenção;

- Histórico de intervenções de manutenção;
- Análise de KPI operacionais de equipamentos, de forma a permitir a correta gestão de ativo;
- KPI por colaboradores de manutenção, com o fim de melhoria de performance.

4.1.3 Carregamento de dados

Existem duas opções para registar os ativos no Valuekeep: a introdução manual dos dados, ativo a ativo, ou carregamento em lote através de um ficheiro Excel em que cada linha representa um ativo e cada coluna uma característica como o nome, a data de aquisição ou a localização. Quando elaborado corretamente, este ficheiro é automaticamente convertido para o formato da base de dados do *software* Valuekeep. O carregamento de planos de manutenção, artigos consumíveis ou localizações processa-se de forma análoga.

Na Empresa A (tal como nos outros dois clientes) escolheu-se a opção do carregamento em lote. Esta empresa já tinha todos os equipamentos catalogados em documentos Excel internos, o que facilitou o seu carregamento na base de dados. No entanto alguns registos eram de difícil interpretação para alguém exterior à empresa, o que obrigou por vezes a pedir esclarecimentos adicionais.

4.1.4 KPI

O gestor fabril estava desejoso de fazer bom uso das funcionalidades de KPI incluídas no CMMS, e pediu à Valuekeep a inclusão dos indicadores apresentados na Tabela 1. Cada um destes indicadores (à exceção do último) foi aplicado a três unidades de análise: equipamentos, localizações e centros de produção.

Como já foi referido, não existe uma abordagem única aos indicadores de desempenho e é sensato adaptar a escolha à realidade da organização. Neste caso alguns dos indicadores escolhidos seguem a EN 15341. Outros ou não constam da mesma ou, se constam, são definidos de outra forma.

Tabela 1 - KPI a calcular para a Empresa A

KPI	Unidade de medida	Definição
Tempo de indisponibilidade médio (1)	Horas	Intervalo de tempo durante o qual um equipamento está em estado de indisponibilidade
Tempo de indisponibilidade médio (1)	Percentagem	Percentagem do tempo durante o qual um equipamento está em estado de indisponibilidade
MTBF (1)	Horas	$\frac{\text{tempo total de funcionamento}}{\text{n}^\circ \text{ total de avarias}}$
MTTR (1)	Horas	$\frac{\text{tempo total das reparações}}{\text{n}^\circ \text{ total de avarias}}$
MTTW (3)	Horas	(Instante da primeira imputação) - (Instante da abertura da OT)
Rácio de manutenção preventiva (2)	Percentagem	$\frac{\text{n}^\circ \text{ de ações de manutenção preventiva}}{\text{n}^\circ \text{ total de ações de manutenção}}$
Custo de manutenção (2)	Euros	Total dos gastos em mão de obra + Total dos gastos em peças sobressalentes
Top 5 das Avarias (3)	N/A	Lista das cinco categorias de avaria mais frequentes
Número de OT concluídas por técnico (3)	Unidades	Para cada utilizador, o número de OT que lhe foram atribuídas e se encontram em estado concluído

(1) KPI definido conforme a norma NP EN 15341 (2009);

(2) KPI definido de forma distinta em relação à mesma norma;

(3) KPI não presente na norma.

Como já foi referido, não existe uma abordagem única aos indicadores de desempenho e é sensato adaptar a escolha à realidade da organização. Neste alguns dos indicadores escolhidos seguem a EN 15341. Outros ou não constam da mesma ou, se constam, são definidos de outra forma.

O custo de manutenção é neste caso calculado apenas como a soma do custo da mão de obra e das peças sobressalentes. Já na norma o indicador «Custo total da manutenção» (E1) inclui também custos de energia, a amortização de equipamentos de manutenção, o *software* de gestão da manutenção, formação e treino, entre outros.

Embora seja definido um rácio de manutenção preventiva pela norma (O18), este é calculado segundo as horas de mão de obra associadas a cada ação de manutenção e não, como na Empresa A, segundo o número absoluto de ações de manutenção. A empresa optou por esta simplificação pois nem sempre conseguia saber o registar o número de horas de forma exata.

Depois de definir o cálculo de cada KPI dentro do CMMS, configurou-se um painel de bordo para permitir uma fácil visualização destes indicadores.

Definir os KPI individualmente para cada cliente permite uma grande flexibilidade, o que é interessante já que empresas diferentes usam KPI diferentes, ou divergem na forma como calculam o mesmo KPI. No entanto é de questionar se esta abordagem será sustentável à medida que a Valuekeep cresce em número de clientes ou se será preferível incluir alguns KPI predefinidos, possivelmente ainda alteráveis, para todos os clientes.

4.1.5 Tipos de manutenção

A fim de facilitar a entrada de dados e o tratamento estatístico foram definidos oito tipos de manutenção enumerados na Tabela 2. A Empresa A optou por uma classificação bastante diversificada, incluindo melhorias e projetos de investimento.

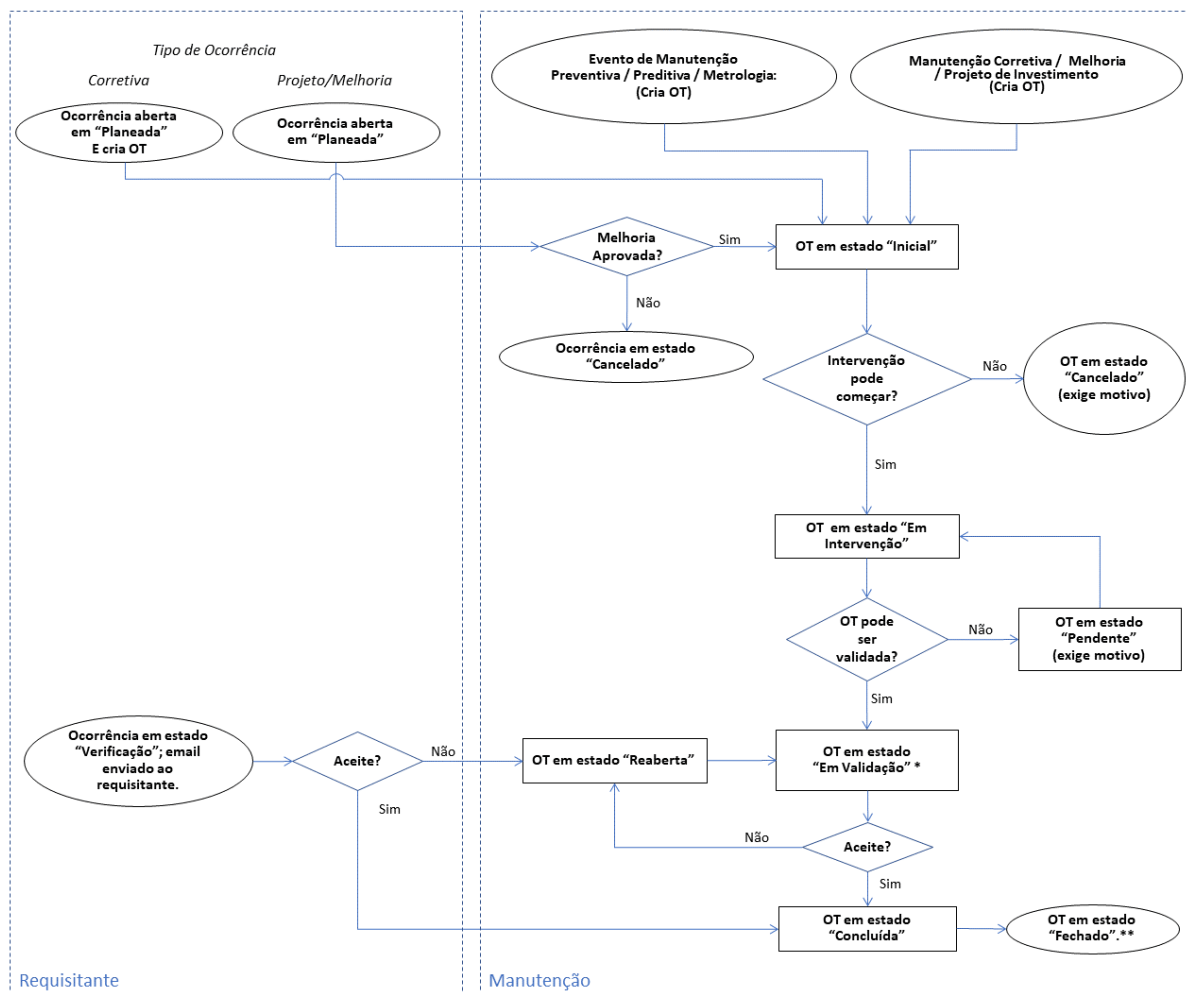
Tabela 2 - Tipos de manutenção criados em sistema para a Empresa A

Tipo	Descrição
CORR	Manutenção Corretiva
PRED	Manutenção Preditiva
LUBR	Lubrificação
INSP	Inspeção Técnica
LIMP	Limpeza Técnica
PRCO	Preventiva-Corretiva
MELH	Manutenção Melhoria
PROJ	Projetos de Investimento

4.1.6 Fluxo de trabalho

Em reunião com o gestor fabril da Empresa A esboçou-se o esquema da Figura 5 que representa o fluxo de trabalho que Empresa A pretende adotar para os vários tipos de ocorrências e ordens de trabalho.

Com base neste esquema foram definidos em sistema dez estados de entidade, bem como as relações de transição entre eles (Tabela 3), sendo que a edição de dados apenas é possível nos estados «Planeada», «Verificação» ou «Inicial».



* Se a ordem de trabalho for resultado de uma ocorrência, esta passa ao estado de "Verificação" para o requisitante realizar a verificação do trabalho.
 ** A ordem de trabalho passa a "Fechada" automaticamente ao fim de estar 3 meses em estado "Concluída".

Figura 5 - Fluxo de trabalho pretendido pela Empresa A

Tabela 3 - Estados de entidade de uma OT (Empresa A)

	Nome do estado	Pode passar a	Permite edição	Inicial/ Final
1	Planeada	3	Sim	Inicial
2	Verificação	7	Sim	Inicial
3	Inicial	4	Sim	Inicial
4	Em intervenção	5	Não	
5	Pendente	4	Não	
6	Cancelado	4	Não	
7	Reaberta	8	Não	
8	Em validação	7	Não	
9	Concluída	10	Não	
10	Fechado	N/A	Não	Final

4.2 Empresa B

4.2.1 Comunicação com o cliente

Neste caso a proximidade da empresa bem como as medidas de segurança adotadas pela mesma permitiram, com as devidas precauções, efetuar um dia de formação presencial sobre a utilização do *software*. Isto permitiu não só levantar dúvidas técnicas e facilitar a transição para a gestão da manutenção através do CMMS, como fortaleceu a relação com o cliente.

Também neste caso a catalogação dos equipamentos foi facilitada pela existência de documentos Excel internos, mas mais uma vez a sua interpretação requereu algum auxílio e correções por parte do cliente. Ao carregar os ativos para a base de dados optou-se por preencher também os campos para geração de códigos de barras. Embora o cliente ainda não tencione utilizar esta funcionalidade imediatamente, este preenchimento facilitará a implementação, caso ele opte por fazê-lo no futuro.

4.2.2 Objetivos

Os objetivos apresentados à Valuekeep pela Empresa B podem ser resumidos da seguinte forma:

- Registrar e gerir a manutenção preventiva e condicionada
- Registrar as ocorrências da Barragem de Penide: avarias e sua resolução (manutenção corretiva)

- Implementar um sistema de gestão da Manutenção global, incluindo gestão de stocks, peças e consumíveis.

4.2.3 Fluxo de trabalho

Em reunião com a gestão da Empresa B esboçou-se o esquema da Figura 6 que ilustra o fluxo de trabalho que esta pretende seguir na gestão manutenção, sempre que é registada uma ocorrência ou que é despoletado um evento de manutenção preventiva.

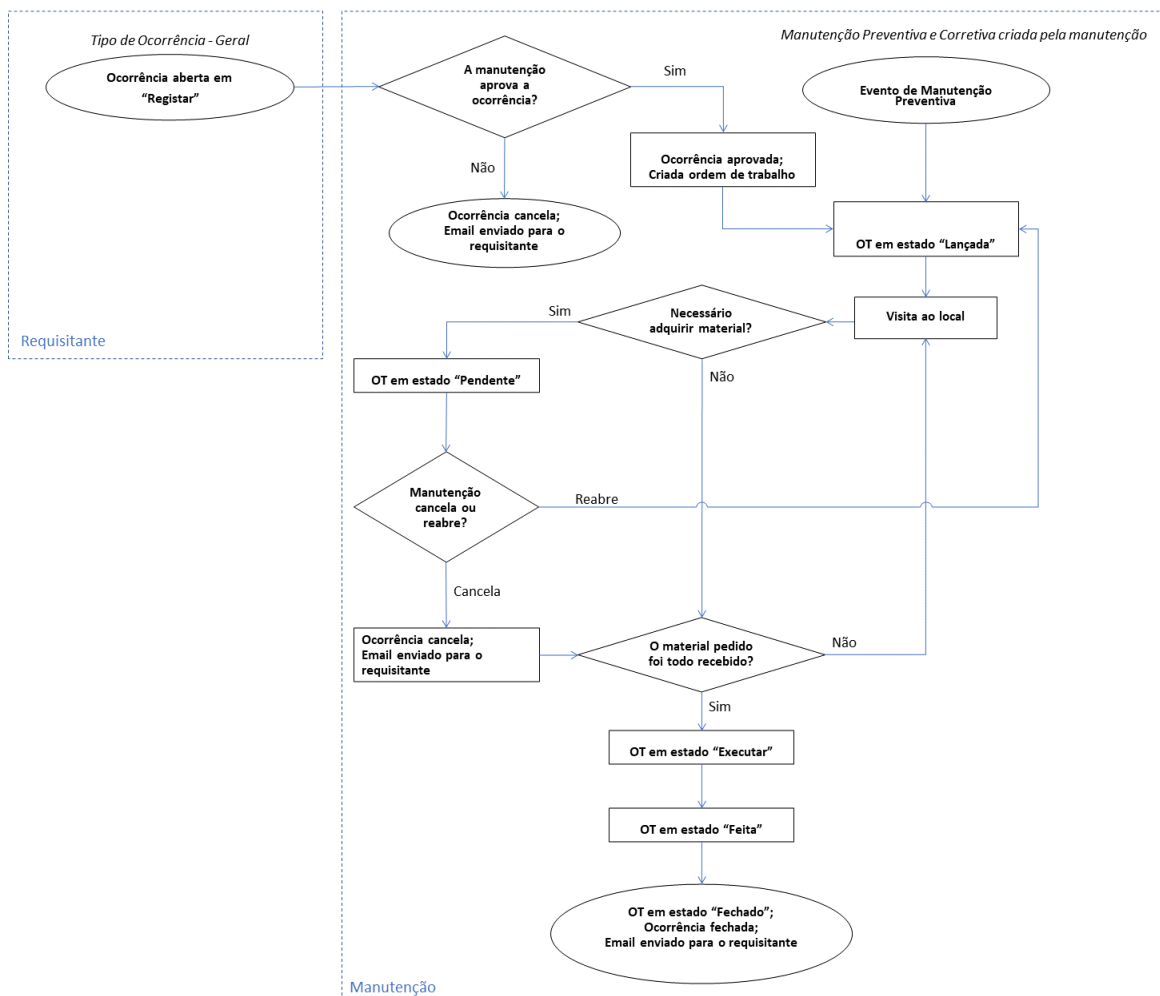


Figura 6 - Fluxo de trabalho pretendido pela empresa B

Este fluxo serviu de suporte para a definição dos estados de entidade que as ocorrências e ordens de trabalho podem assumir e para as transições possíveis entre eles (Tabela 4). A edição de dados apenas é permitida nos estados «Registar» e «Lançada» e as ordens de trabalho canceladas não podem ser reabertas.

Tabela 4 - Estados de entidade de uma OT (Empresa B)

	Nome do estado	Pode passar a	Permite edição	Inicial/ Final
1	Registar	2, 5	Sim	Inicial
2	Lançada	6, 3	Sim	
3	Executar	4, 5	Não	
4	Feita	7	Não	
5	Cancelada	N/A	Não	
6	Pendente	3, 5	Não	
7	Fechada	N/A	Não	Final

4.3 Empresa C

4.3.1 Comunicação com o cliente

Nas reuniões com a Empresa C estiveram sempre presentes a diretora da empresa e a gestora da manutenção. Isto permitiu um bom alinhamento estratégico e tornou a comunicação bastante simples. No entanto a situação pandémica que teve um grande impacto no retalho alimentar levou a alguns atrasos na entrega de dados do cliente. Os registos de equipamentos preexistentes (tal como nos outros dois clientes, em formato Excel) eram pouco detalhados, mas de fácil interpretação o que permitiu carregá-los para a base de dados do CMMS de forma quase direta.

4.3.2 Objetivos

No diálogo com a Valuekeep a gestão da Empresa C frisou os seguintes objetivos:

- Controlar a manutenção corretiva e preventiva;
- Controlar os pedidos de manutenção;
- Controlar o trabalho de técnicos de manutenção externos;
- Melhorar a razão entre manutenção preventiva e corretiva;
- Melhorar o tempo de resposta para pedidos de manutenção;
- Associar os ativos às ocorrências.

Neste caso foi importante possibilitar a atribuição de tarefas a parceiros externos, já que a reparação de sistemas de ar condicionado não era feita por colaboradores da empresa.

4.3.3 Fluxo de trabalho

Em reunião com a gestão da Empresa C esboçou-se o esquema da Figura 7, o qual serviu de suporte para a definição da relação entre estados de entidade. Este fluxo de trabalho foi traduzido para o modo de funcionamento do Valuekeep através da criação de oito estados de entidade distintos para ocorrências e ordens de trabalho (Tabela 5). A edição de dados só é possível nos estados «Waiting for approval» e «Pending». Ordens de trabalho canceladas podem ser reabertas voltando então ao estado «Waiting for approval» ou «In progress»

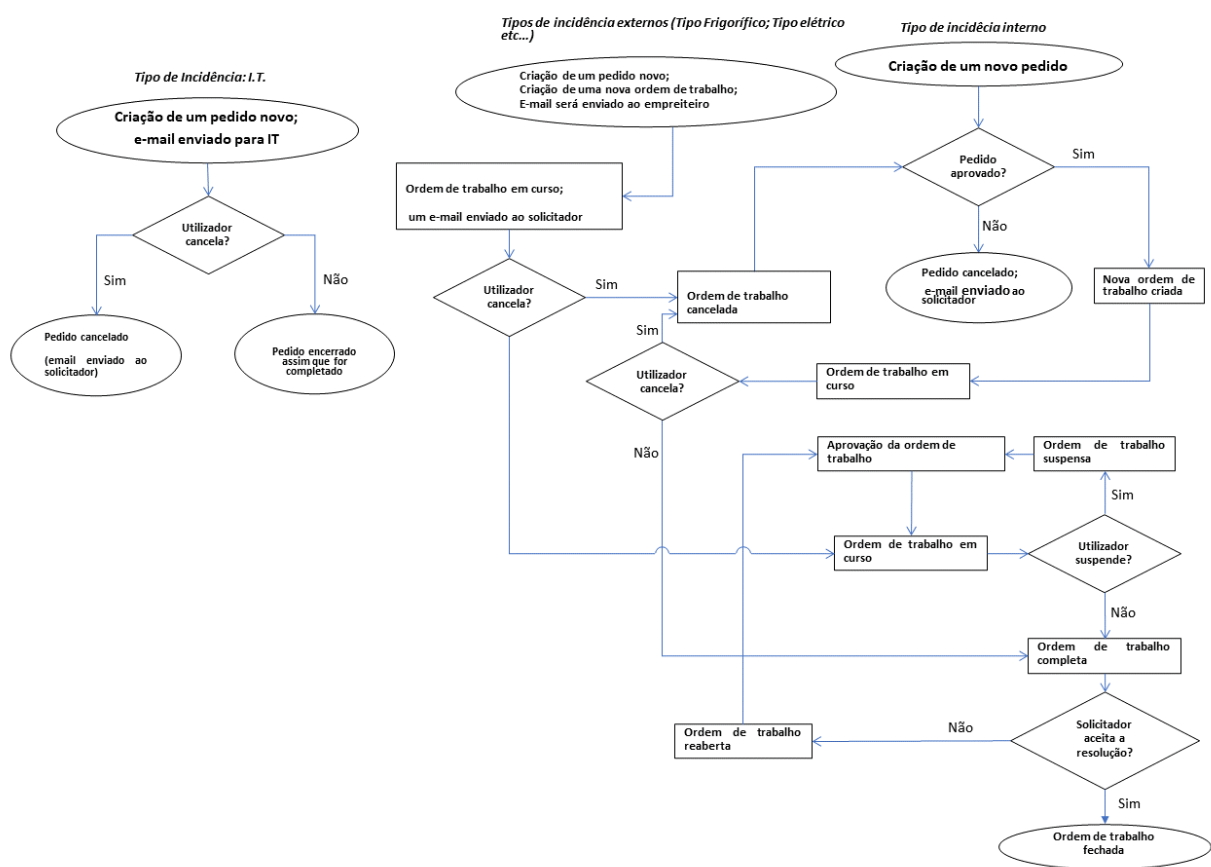


Figura 7 - Fluxo de trabalho pretendido pela Empresa C

Este fluxo de trabalho foi traduzido para o modo de funcionamento do Valuekeep através da criação de oito estados de entidade distintos para ocorrências e ordens de trabalho. A edição de dados só é possível nos estados «Waiting for approval» e «Pending». Ordens de trabalho canceladas podem ser reabertas voltando então ao estado «Waiting for approval» ou «In progress» (Tabela 5).

Tabela 5 - Estados de entidade de uma OT (Empresa C)

	Nome do estado	Pode passar a	Permite edição	Inicial/ Final
1	Waiting for approval	3, 5	Sim	Inicial
2	Pending	1	Sim	
3	Approved	4, 5	Não	
4	In progress	8,5,7	Não	
5	Cancelled	4, 1	Não	
6	Closed	N/A	Não	Final
7	Excuted	6, 4	Não	
8	Suspended	4, 5	Não	

5. DESENVOLVIMENTO DA FUNCIONALIDADE CAMPOS DE UTILIZADOR

À medida que a Valuekeep cresceu conseguiu conquistar clientes maiores com necessidades mais sofisticadas. Os campos de preenchimento disponíveis aquando do início deste projeto eram limitados e não personalizáveis. No caso de uma ordem de trabalho limitavam-se à localização, ativo, custo estimado e poucos mais. Uma solução possível seria adicionar outros campos de utilizador conforme as necessidades de cada cliente numa ótica de desenvolvimento específico. No entanto esta abordagem acarretaria um tempo de resposta prolongado e, sobretudo, tornar-se-ia rapidamente insustentável considerando a crescente carga de trabalho que iria ser gerada tanto por clientes novos como por clientes existentes cujas necessidades se alterassem.

Para evitar estes problemas decidiu-se criar a funcionalidade campos de utilizador. Cada utilizador deve poder adicionar campos de preenchimento para além dos predefinidos em ordens de trabalho e ocorrências.

Durante o decorrer deste projeto foi proposto trazer esta funcionalidade para a aplicação móvel.

Pretendeu-se que esta implementação satisfizesse os seguintes requisitos:

1. Modo de utilização simples e adequado ao contexto móvel
2. Possibilidade de inserir dados quando *offline* e só sincronizar mais tarde
3. Não ser fonte de embaraço para os utilizadores que não necessitam desta funcionalidade

A fim de poder implementar esta funcionalidade foi utilizada a plataforma de desenvolvimento de aplicações Sysdev Kalipso que permite gerar aplicações para os sistemas operativos Windows, iOS e Android a partir de um único projeto.

Pode-se afirmar que os requisitos referidos anteriormente formam satisfeitos:

1. Ao contrário do que acontece na versão *desktop*, os campos de utilizador poderão sempre ser encontrados no mesmo sítio e são apresentados sob a forma de uma simples lista na aba campos de utilizador (Figura 8) de uma OT ou ocorrência. A sua edição é feita da mesma forma que para os demais campos da OT ou ocorrência.
2. O utilizador pode editar os campos de utilizador mesmo *offline* no terreno. Quando tiver novamente acesso à internet basta selecionar «Sincronizar» para submeter as suas alterações (Figura 9).

3. Os campos de utilizador são uma funcionalidade opcional e tem de ser previamente ativados dentro das definições da aplicação. Desta forma não trazem um peso adicional nas sincronizações dos outros clientes.

A Figura 8 mostra um exemplo de uma OT com a aba de utilizador aberta e com dois campos de utilizador já criados («Color» e «Name»).

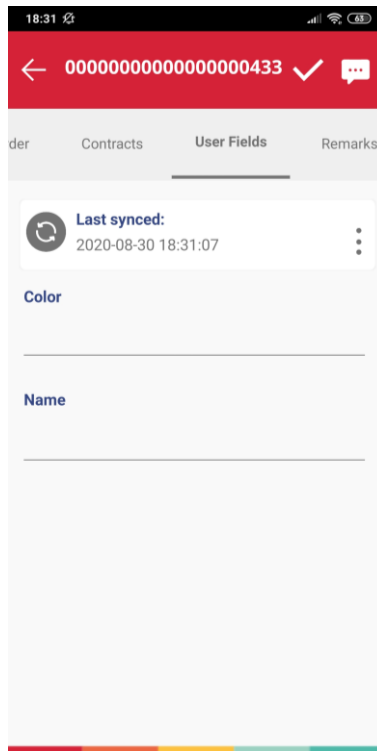


Figura 8 - Exemplo de uma OT com dois campos de utilizador

Carregando no botão de sincronizar, será apresentada ao utilizador a caixa de diálogo da Figura 9. Este pode então descarregar os campos de utilizador presentes na *cloud* (escolhendo «Get user fields») ou carregar os dados que introduziu. (escolhendo a opção «Synchronize»)

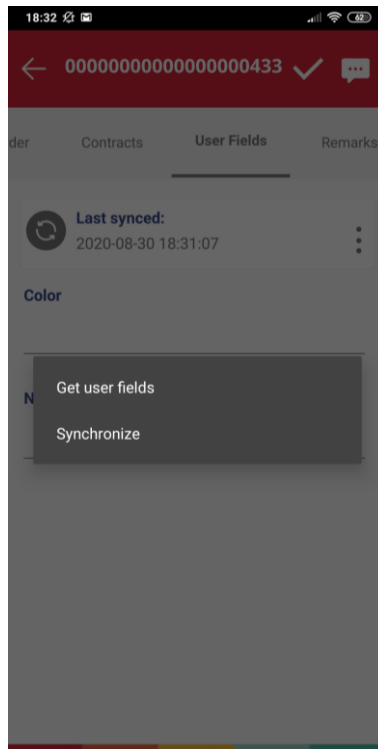


Figura 9 - Opções de sincronização manual para campos de utilizador

Com este novo desenvolvimento já é possível preencher os campos de utilizador a partir de dispositivos móveis. É de ressaltar, contudo, que a criação de novos campos continua a ser possível apenas através da interface *web*. Considerou-se que esta era uma limitação aceitável, já que os campos de utilizador são normalmente definidos no início da implementação do CMMS e raramente alterados depois disso.

6. CONCLUSÕES E LIMITAÇÕES ENCONTRADAS

A oportunidade de trabalhar com vários clientes permitiu constatar que existe uma gama de necessidades muito variável e que apesar do esforço de normalização que tem vindo a ser feito nos últimos anos, métricas com o mesmo nome ainda são definidas de forma diferente de empresa para empresa.

A realização deste projeto de dissertação coincidiu com o advento da pandemia da COVID-19, o que obrigou à adoção de uma série de medidas extraordinárias para garantir a segurança dos colaboradores envolvidos. Nomeadamente a introdução de um regime de teletrabalho bem como a impedição de reuniões presenciais com os clientes. Embora estas medidas sejam de louvar, é também inegável que restringiram a profundidade deste estudo. A comunicação com os clientes e com os colaboradores da Valuekeep ocorreu principalmente através das ferramentas Skype e Microsoft Teams. Sendo assim, não foi possível ver as instalações dos clientes em primeira mão o que permitira uma compreensão mais intuitiva das suas realidades. Como tal, teve de ser feito um esforço para tornar a comunicação das suas necessidades e limitações mais explícita.

Inicialmente colocou-se também a hipótese de trabalhar no projeto Cognitive CMMS que a Valuekeep está a desenvolver atualmente. Embora ao longo do estágio tenha sido acordada uma maior prioridade a outras tarefas, este serviu ainda assim de ponto de partida para a pesquisa e aquisição de conhecimento sobre um conjunto de tecnologias e temáticas de grande atualidade. Será certamente um excelente tema para dissertações futuras ou outros trabalhos académicos.

A gestão computadorizada da manutenção é uma área de negócio em crescimento e na qual ainda existe muito potencial para a inovação. A integração de tecnologias como a inteligência artificial, o BIM e a realidade aumentada fará com que a vantagem competitiva de utilizar um CMMS se torne ainda mais evidente.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acatech – National Academy of Science and Engineering. (2015). *Smart Maintenance for Smart Factories: Driving Industrie 4.0 through smart maintenance*.
- Altrichter, H., & Gstettner, P. (1993). *Action Research: a closed chapter in the history of German social science? I*(3), 329–360. <https://doi.org/10.1080/0965079930010302>
- Amadi-Echendu, J. E., & de Wit, F. C. P. (2015). Technology adoption: A study on post-implementation perceptions and acceptance of computerised maintenance management systems. *Technology in Society*, 43, 209–218. <https://doi.org/10.1016/j.techsoc.2015.09.001>
- Amaral, F. D. (2016). *Gestão da Manutenção na Indústria* (1.ª ed.). Lidel - Edições Técnicas.
- Ansari, F., Glawar, R., & Sihn, W. (2017). Prescriptive Maintenance of CPPS by Integrating Multimodal Data with Dynamic Bayesian Networks. Em J. Beyerer, A. Maier, & O. Niggemann (Eds.), *Machine Learning for Cyber Physical Systems* (pp. 1–8). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-662-59084-3_1
- Antosz, K., Pasko, L., & Gola, A. (2019). The Use of Intelligent Systems to Support Decision – Making process in Lean Maintenance Management. *IFAC-PapersOnLine*, 52(10), 148–153. <https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2019.10.037>
- Assis, R. (2014). *Apoio à Decisão em Manutenção na Gestão de Ativos Físicos* (2.ª ed.). Lidel - Edições Técnicas.
- Azuma, R. T. (1997). A survey of augmented reality. *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*, 6(4), 355–385. <https://doi.org/10.1162/pres.1997.6.4.355>
- Azuma, R. T. (2016). The most important challenge facing augmented reality. *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*, 25(3), 234–238. https://doi.org/10.1162/PRES_a_00264
- Barszcz, T. (2019). *Vibration-Based Condition Monitoring of Wind Turbines* (Vol. 14). Springer International Publishing. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-05971-2>
- Bloch, H. P., & Geitner, F. K. (2019). Maintenance organization and control for multiplant corporations. Em *Machinery Component Maintenance and Repair* (pp. 13–68). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-818729-6.00002-2>
- Bokrantz, J., Skoogh, A., Berlin, C., Wuest, T., & Stahre, J. (2019). Smart Maintenance: a research agenda for industrial maintenance management. Em *International Journal of Production Economics*. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2019.107547>
- Borris, S. (2005). *Total Productive Maintenance: Proven Strategies and Techniques to Keep Equipment Running at Maximum Efficiency* (1.ª ed.). McGraw-Hill.
- Brito, M. (2003). *Manutenção: Manual Pedagógico PRONACI*. AEP - Associação Empresarial Portuguesa.
- BSI (The British Standards Institution). (2018). *BS EN 13306:2017*. <http://hadidavari.com/wp-content/uploads/2018/12/BS-EN-13306-2017.pdf>
- Cabral, J. P. S. (2013). *Gestão da Manutenção de Equipamentos, Instalações e Edifícios* (3.ª ed.). Lidel - Edições Técnicas.
- Campbell, J., Jardine, A. K. S., & McGlynn, J. (2010). Asset management excellence: optimizing equipment life-cycle decisions. Em *Dekker Mechanical Engineering*. [https://doi.org/10.1016/S0952-1976\(00\)00012-9](https://doi.org/10.1016/S0952-1976(00)00012-9)
- Choudhary, A. K., Harding, J. A., & Tiwari, M. K. (2009). Data mining in manufacturing: A review based on the kind of knowledge. *Journal of Intelligent Manufacturing*, 20(5), 501–521. <https://doi.org/10.1007/s10845-008-0145-x>
- Cohen, T., Baretich, M. F., & Gentles, W. M. (2014). Computerized maintenance management systems.

- Em E. Iadanza (Ed.), *Clinical Engineering Handbook* (pp. 208–218). Academic Press. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-813467-2.00034-1>
- Correa, J. C. J., & Guzman, A. L. (2020). Condition monitoring. Em *Mechanical Vibrations and Condition Monitoring* (pp. 147–168). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-819796-7.00008-1>
- Errandonea, I., Beltrán, S., & Arrizabalaga, S. (2020). Digital Twin for maintenance: A literature review. Em *Computers in Industry* (Vol. 123, p. 103316). Elsevier B.V. <https://doi.org/10.1016/j.compind.2020.103316>
- Fang, K. (2020). Equipment remote visual support maintenance system. *Procedia Computer Science*, 166, 335–338. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2020.02.089>
- Franciosi, C., Iung, B., Miranda, S., & Riemma, S. (2018). Maintenance for Sustainability in the Industry 4.0 context: a Scoping Literature Review. *IFAC-PapersOnLine*, 51(11), 903–908. <https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2018.08.459>
- Franco, M. L. (2015, Abril 30). A servitização e a reindustrialização de Portugal. *Vida Económica*, 14. https://www.catholicabs.porto.ucp.pt/files/portalready/userfiles/ve_30042015.pdf
- Gao, X., & Pishdad-Bozorgi, P. (2019). BIM-enabled facilities operation and maintenance: A review. *Advanced Engineering Informatics*, 39, 227–247. <https://doi.org/10.1016/j.aei.2019.01.005>
- Ginder, A. P., & Robinson, C. J. (1995). *Implementing TPM: The North American Experience*. Productivity Press.
- Glawar, R., Karner, M., Nemeth, T., Matyas, K., & Sihn, W. (2018). An Approach for the Integration of Anticipative Maintenance Strategies within a Production Planning and Control Model. *Procedia CIRP*, 67, 46–51. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2017.12.174>
- Gola, A. (2019). Reliability analysis of reconfigurable manufacturing system structures using computer simulation methods. *Eksplotacja i Niezawodność*, 21(1), 90–102. <https://doi.org/10.17531/ein.2019.1.11>
- Grieves, M. (2014). *Digital Twin: Manufacturing Excellence through Virtual Factory Replication (Whitepaper)*. https://www.researchgate.net/publication/275211047_Digital_Twin_Manufacturing_Excellence_through_Virtual_Factory_Replication
- Gunz, J. (1996). Jacob L. Moreno and the origins of action research. Em *Educational Action Research* (Vol. 4, Número 1, pp. 145–148). <https://doi.org/10.1080/0965079960040111>
- Hashemian, H. M. (2011). State-of-the-art predictive maintenance techniques. *IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement*, 60(1), 226–236. <https://doi.org/10.1109/TIM.2010.2047662>
- Herr, K., & Anderson, G. L. (2014). *The action research dissertation : a guide for students and faculty* (2.^a ed.). Sage Publications.
- Human. (2018). *Os 25 anos da Primavera BSS*. <https://www.human.pt/2018/10/03/os-25-anos-da-primavera-bss/>
- Instituto Português da Qualidade. (2007). *Norma Portuguesa NP EN 13306 – Terminologia da Manutenção*.
- Instituto Português da Qualidade. (2009). *Norma Portuguesa NP EN 15341 – Indicadores de desempenho da manutenção (KPI)*.
- ITChannel. (2016). *O Canal é o maior ativo da PRIMAVERA, não é o nosso software nem a nossa capacidade de desenvolvimento*. https://pt.primaverabss.com/fotos/editor2/Imprensa/o_principal_ativo_da_primavera_sao_os_seus_parceiros.pdf
- Jasiulewicz-Kaczmarek, M., & Gola, A. (2019). Maintenance 4.0 Technologies for Sustainable

- Manufacturing - An Overview. *IFAC-PapersOnLine*, 52(10), 91–96.
<https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2019.10.005>
- JMAC. (sem data). *TPM: Total Productive Maintenance*. Obtido 1 de Novembro de 2020, de
<https://tpm.jmac.co.jp/services/>
- Kagermann, H., Wahlster, W., Helbig, J., Hellinger, A., & Stumpf, V. (2013). *Deutschlands Zukunft als Produktionsstandort sichern: Umsetzungsempfehlungen für das Zukunftsprojekt Industrie 4.0*.
https://www.bmbf.de/files/Umsetzungsempfehlungen_Industrie4_0.pdf
- Karamitsos, D., Motmans, T., Corno, V., & Maggiora, C. Della. (2020, Novembro 20). *What is servitisation, and how can it help save the planet?* World Economic Forum.
<https://www.weforum.org/agenda/2020/11/what-is-servitization-and-how-can-it-help-save-the-planet/>
- Khajavi, S. H., Salmi, M., & Holmström, J. (2020). Additive Manufacturing as an Enabler of Digital Spare Parts. Em D. Eysers (Ed.), *Managing 3D Printing* (pp. 45–60). Palgrave Macmillan.
https://doi.org/10.1007/978-3-030-23323-5_4
- Kiran, D. R. (2017). Total Productive Maintenance. Em *Total Quality Management*. Butterworth-Heinemann. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-811035-5.00013-1>
- Kritzinger, W., Karner, M., Traar, G., Henjes, J., & Sihn, W. (2018). Digital Twin in manufacturing: A categorical literature review and classification. *IFAC-PapersOnLine*, 51(11), 1016–1022.
<https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2018.08.474>
- Krouzek, J. V. (1987). Economies of computerized maintenance management systems. *Engineering Costs and Production Economics*, 12(1–4), 335–342. [https://doi.org/10.1016/0167-188X\(87\)90095-4](https://doi.org/10.1016/0167-188X(87)90095-4)
- Lewin, K. (1946). Action Research and Minority Problems. *Journal of Social Issues*, 2(4), 34–46.
<https://doi.org/10.1111/j.1540-4560.1946.tb02295.x>
- Lopes, I., Senra, P., Vilarinho, S., Sá, V., Teixeira, C., Lopes, J., Alves, A., Oliveira, J. A., & Figueiredo, M. (2016). Requirements Specification of a Computerized Maintenance Management System - A Case Study. *Procedia CIRP*, 52, 268–273. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2016.07.047>
- Lu, B., Li, Y., Wu, X., & Yang, Z. (2009). A review of recent advances in wind turbine condition monitoring and fault diagnosis. *2009 IEEE Power Electronics and Machines in Wind Applications, PEMWA 2009*. <https://doi.org/10.1109/PEMWA.2009.5208325>
- Lueth, K. L., Pörschmann, F., Schumacher, E., Patsioura, C., Williams, Z. D., & Kermani, Z. Z. (2017). *Industrial Analytics 2016/2017 (Technical Report)*.
- Maimon, O., & Rokach, L. (2009). Introduction to Knowledge Discovery in Databases. Em *Data Mining and Knowledge Discovery Handbook*. Springer. https://doi.org/10.1007/0-387-25465-x_1
- Masoni, R., Ferrise, F., Bordegoni, M., Gattullo, M., Uva, A. E., Fiorentino, M., Carrabba, E., & Di Donato, M. (2017). Supporting Remote Maintenance in Industry 4.0 through Augmented Reality. *Procedia Manufacturing*, 11, 1296–1302. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2017.07.257>
- Matyas, K. (2019). Instandhaltungsstrategien. Em *Instandhaltungslogistik* (7.^a ed.). Hanser.
- Moubray, J. (1997). *Reliability-centered Maintenance* (2.^a ed.). Industrial Press Inc.
- Nakajima, S. (1988). *Introduction to TPM: Total Productive Maintenance.pdf*. Productivity Press.
https://doi.org/http://www.plant-maintenance.com/articles/tpm_intro.shtml
- Neale, M. J. (1995). Condition monitoring. Em *Tribology Handbook* (p. D11.1-D11.4). Elsevier.
<https://doi.org/10.1016/B978-075061198-5/50102-8>
- O'Brien, R. (1998). *An Overview of the Methodological Approach of Action Research*.
<https://www.web.ca/~robrien/papers/arfinal.html>
- Oxford Economics (em parceria com PTC). (2013). *Manufacturing Transformation: Achieving competitive*

- advantage in a changing global marketplace.*
<https://www.oxfordeconomics.com/media/default/thought-leadership/executive-interviews-and-case-studies/ptc/manufacturing-transformation-130607.pdf>
- Passath, T., & Mertens, K. (2019). Decision Making in Lean Smart Maintenance: Criticality Analysis as a Support Tool. *IFAC-PapersOnLine*, 52(10), 364–369.
<https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2019.10.058>
- Pulkkinen, J., Jussila, J., Partanen, A., & Trotskii, I. (2019). Data strategy framework in servitization: Case study of service development for a vehicle fleet. *Springer Proceedings in Complexity*, 377–389.
https://doi.org/10.1007/978-3-030-30809-4_34
- Rivera, D. L., Scholz, M. R., Bühl, C., Krauss, M., & Schilling, K. (2019). Is Big Data about to Retire Expert Knowledge? A Predictive Maintenance Study. *IFAC-PapersOnLine*, 52(24), 1–6.
<https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2019.12.364>
- Seliger, G., Kim, H. J., Kernbaum, S., & Zettl, M. (2008). Approaches to sustainable manufacturing. *International Journal of Sustainable Manufacturing*, 1(1–2), 58–77.
<https://doi.org/10.1504/IJSM.2008.019227>
- Si, X.-S., Zhang, Z.-X., & Hu, C.-H. (2017). *Advances in Data-Driven RUL Prognosis Techniques*. Springer.
https://doi.org/10.1007/978-3-662-54030-5_1
- Smith, D. J. (2013). Power-by-the-hour: The role of technology in reshaping business strategy at Rolls-Royce. *Technology Analysis and Strategic Management*, 25(8), 987–1007.
<https://doi.org/10.1080/09537325.2013.823147>
- Susman, G. I. (1983). *Action Research: A Sociotechnical Systems Perspective* (G. Morgan (ed.)). Sage Publications.
- Tsang, A. H. C. (1995). Condition-based maintenance 3 Condition-based maintenance: tools and decision making. *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, 1(3), 3–17.
- Uhlemann, T. H. J., Schock, C., Lehmann, C., Freiberger, S., & Steinhilper, R. (2017). The Digital Twin: Demonstrating the Potential of Real Time Data Acquisition in Production Systems. *Procedia Manufacturing*, 9, 113–120. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2017.04.043>
- Wienker, M., Henderson, K., & Volkerts, J. (2016). The Computerized Maintenance Management System an Essential Tool for World Class Maintenance. *Procedia Engineering*, 138, 413–420.
<https://doi.org/10.1016/j.proeng.2016.02.100>
- Willmott, P., & McCarthy, D. (2001). TPM in administration. Em *TPM: A Route to World Class Performance* (pp. 193–211). Butterworth-Heinemann. <https://doi.org/10.1016/b978-075064447-1/50013-8>
- Wollschlaeger, M., Sauter, T., & Jasperneite, J. (2017). The future of industrial communication: Automation networks in the era of the internet of things and industry 4.0. *IEEE Industrial Electronics Magazine*, 11(1), 17–27. <https://doi.org/10.1109/MIE.2017.2649104>
- World Economic Forum (WEF). (2018). *The New Production Workforce: Responding to Shifting Labour Demands*.
- Zhang, Y., & Tao, F. (2017). Real-Time and Multisource Manufacturing Information Sensing System. Em *Optimization of Manufacturing Systems Using the Internet of Things* (pp. 43–65). <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-809910-0.00003-2>

APÊNDICE 1 – COMPARAÇÃO ENTRE APLICAÇÕES COMERCIAIS DE CMMS

	<i>Cloud-based</i>	Aplicação Android	Aplicação iOS	Leitura de códigos de barra ou QR	NFC	Integração ERP	Integração IoT (em <i>roadmap</i>)
Valuekeep	✓	✓	✓	✓	✓	✓	(em <i>roadmap</i>)
Infraspeak	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
ManWinWin		✓	✓	✓	✓	✓	
Glose							
Fractal	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Dimomaint	✓	✓	✓				
GMAOLinx							
Emaint		✓				✓	✓
UpKeep		✓	✓	✓		✓	✓
Fix		✓	✓	✓		✓	✓

ANEXO 1 – DECLARAÇÃO SOBRE A UTILIZAÇÃO DE DADOS DA EMPRESA



Consentimento para Utilização de Dados no Âmbito de Dissertação de Mestrado

A **PRIMAVERA BSS, SA**, autoriza, para efeitos exclusivos da Dissertação de Mestrado associada ao estágio curricular realizado na **VALUEKEEP, LDA**, empresa do Grupo PRIMAVERA, o autor, **NUNO VIRIATO REINER SOBRAL**, a fazer referências a:

1. Grupo **PRIMAVERA BUSINESS SOFTWARE SOLUTIONS, S.A.**, empresas constituintes e produtos comercializados pelos mesmos sob nome real;
2. Colaboradores da **VALUEKEEP, LDA.**, dentro da secção «Agradecimentos», sob nome real;
3. Clientes da **VALUEKEEP, LDA.** sob nome fictício.

Autoriza-se ainda, no mesmo contexto, a utilização pelo autor de capturas de ecrã da aplicação informática **Valuekeep Mobile**, desde que nas mesmas apenas sejam visíveis dados fictícios.

Braga, 30 de setembro de 2020


BUSINESS SOFTWARE SOLUTIONS, SA
DEP. RECURSOS HUMANOS

www.primaverabss.com

comercial@primaverabss.com
T +351 253 309 900
F +351 253 309 909

Braga
Edifício PRIMAVERA
Lamações
4719-006 Braga

Lisboa
Edifício Arquiparque II
Av. Cáceres Monteiro, 10, 6º
1495-192 Algés