

Implementação da filosofia TPM num processo de quantificação individual de TCA em rolhas naturais

Jorge Miguel Oliveira Figueiredo

Dissertação de Mestrado

Orientador: João Manuel R.S. Tavares (FEUP/DEMec)

Co-Orientador: Rui Dias (Amorim Cork)



Mestrado Integrado em Engenharia Mecânica

Fevereiro 2021

Resumo

Este trabalho surge no âmbito da realização da Dissertação do Mestrado Integrado em Engenharia Mecânica. Tem como objetivo implementar a metodologia TPM, *Total Productive Maintenance*, numa empresa de fabrico de rolhas. Através da implementação desta metodologia, tenciona-se aumentar a eficiência dos equipamentos, diminuindo assim o número e tempos de paragem, diminuir os custos de manutenção e potenciar a manutenção como um processo produtivo.

Para tal, este projeto obrigou a um conhecimento exaustivo do funcionamento dos equipamentos produtivos, bem como do estado atual da manutenção. Neste trabalho de campo foi fundamental um acompanhamento próximo e uma troca de experiências com as pessoas responsáveis pelo setor.

O objetivo a cumprir foi claro, através de um conjunto de indicadores de manutenção, potenciar a vida útil dos equipamentos, garantindo elevados níveis de qualidade e fiabilidade do processo e potenciando a manutenção autónoma e preventiva por parte dos operadores.

A Dissertação está organizada em duas partes: inicialmente focada nos conceitos associados com a manutenção e a gestão da manutenção, posteriormente direcionada para a metodologia TPM, o seu desenvolvimento histórico, os pilares em que assenta e quais as vantagens para a empresa. É também apresentado um conjunto de indicadores para medir o progresso e de que forma a filosofia os pode potenciar.

Após esta revisão bibliográfica, fez-se uma caracterização da empresa e foi feito o diagnóstico do estado atual do processo de manutenção nas suas diversas vertentes. Por fim, foram analisados os problemas existentes e apresentadas ferramentas que sirvam de suporte a melhorias nas áreas da manutenção preventiva e manutenção autónoma.

Realça-se a importância na indústria da presença de metodologias da gestão de manutenção, que visam potenciar a qualidade e a produtividade, fatores diferenciadores a ter em conta na atual competitividade industrial.

Com esta implementação, conseguiu-se estruturar a manutenção tanto na sua vertente mais técnica, através da formação dos operadores a nível da Manutenção Autónoma e da implementação de novas medidas Preventivas, bem como uma abordagem mais teórica, com a criação de ferramentas que permitam analisar e acompanhar a evolução da manutenção recorrendo a indicadores fiáveis.

Palavras-chave: Manutenção; Gestão da Manutenção; Ações de melhoria; Manutenção Preventiva; Manutenção Autónoma; Indicadores

Abstract

This Dissertation comes within the scope of the final Project of the Integrated Masters in Mechanical Engineering. It aims to implement the TPM methodology, Total Productive Maintenance, in a cork-stopper manufacturing company. Through the implementation of this methodology, the goal is to increase the efficiency of the equipment, thus reducing the production stoppages and downtime, reducing maintenance costs, and enhancing maintenance as a productive process.

To achieve this, it was required an exhaustive knowledge of the productive processes, as well as the current state of the maintenance. In this fieldwork, close monitoring and an exchange of experiences with the people responsible for the sector were fundamental.

The objective to be achieved was clear, through a set of maintenance indicators, enhance the useful life of the equipment, ensuring high levels of quality and reliability of the process, and increasing autonomous and preventive maintenance by operators.

The Thesis is organized in two parts: initially focused on the concepts associated with maintenance and maintenance management, later directed to the TPM methodology, its historical development, the pillars on which is based, and what may be the advantages for the company. A set of indicators were also presented to measure the progress and how this philosophy can enhance them.

After this bibliographic review, a characterization of the company was made as well as the diagnosis of the current status of the maintenance process in its various aspects. Finally, the existing problems were analyzed and tools were developed to support improvements in the areas of preventive and autonomous maintenance.

The presence of maintenance management methodologies in the industry was emphasized, aiming to enhance quality and productivity which are distinguished factors to be taken into account in the current industrial competitiveness.

Implementing such methodologies aimed to structure maintenance both in its most technical aspect, through training operators in Autonomous Maintenance and new preventive measures, as well as a more theoretical approach, with the conception of tools that make it possible to analyze and monitor the evolution of maintenance using reliable indicators.

Keywords: Maintenance; Maintenance Management; Improvement actions; Preventive maintenance; Autonomous maintenance; Indicators.

Agradecimentos

Ao Hélder Oliveira, orientador na empresa, um profundo agradecimento pela orientação, transmissão de conhecimento e espírito de inovação que me permitiu desenvolver a presente Dissertação com apoio e confiança.

Um especial agradecimento ao Carlos Costa, Eduardo Moreira e Nelson Lopes por todo o apoio, incentivo e confiança, assim como a oportunidade de participar em mais do que um projeto, promovendo o meu desenvolvimento profissional.

A todos os colaboradores da produção, pela disponibilidade em responder às minhas questões e curiosidades sempre com amabilidade e simpatia.

Ao meu orientador na faculdade, o Prof. Doutor João Tavares, pelo conhecimento académico, disponibilidade e orientação irrepreensível na realização deste projeto.

Às amigas que nasceram ao longo dos últimos cinco anos na grande casa que foi a Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto e que sem dúvida alguma se irão perpetuar por muitos longos anos. Aos amigos de Vila Real, que vi e me viram crescer, um enorme obrigado por terem estado sempre presentes ao longo desta caminhada.

Aos meus pais e irmão, por serem o exemplo do qual tanto me orgulho. A vós agradeço todo o percurso que escrevi ao longo dos últimos anos, tanto a nível académico como pessoal. Um sincero obrigado por todas as portas que me abriram e todas as oportunidades que me permitiam agarrar. Obrigado por sempre acreditarem em mim.

A todos aqueles que, de certa forma, contribuíram para o meu desenvolvimento académico e pessoal, deixo aqui a minha sincera gratidão.

"Recordar é viver."

Benjamim Oliveira, Avô

Conteúdo

1	Introdução	1
1.1	Enquadramento do projeto e motivação	1
1.2	Cortiça em números	2
1.3	Corticeira Amorim	4
1.4	NDtech	6
1.5	Objetivos da Dissertação	7
1.6	Metodologia seguida	7
1.7	Estrutura da Dissertação	8
2	Fundamentos Teóricos	9
2.1	Manutenção	9
2.2	Gestão da Manutenção	12
2.3	Manutenção Produtiva Total	16
2.3.1	Implementação do TPM	18
2.3.2	Medição da eficácia do TPM	22
2.3.3	Outros Indicadores de Manutenção	24
2.4	Sumário	25
3	Descrição do Problema	27
3.1	Processo Produtivo	27
3.2	Manutenção no NDtech - Estado Atual	29
3.2.1	Registo de Intervenções	32
3.2.2	Manutenção Preventiva	33
3.3	Sumário	34
4	Metodologia de Trabalho	35
4.1	Tratamento dos dados	35
4.1.1	Base de dados em <i>Microsoft Access</i>	35
4.1.2	Base de dados em SAP	41
4.2	<i>Dashboard</i> da Manutenção	51
4.3	Implementação de Melhorias	53
4.3.1	Registo de Intervenções	54
4.3.2	Formação Operadores	56
4.3.3	Plano de redução de defeitos	57
4.4	Sumário	58
5	Conclusões e Perspetivas Futuras	59
5.1	Conclusão	59
5.2	Trabalho futuro	60

A	Apresentação à Escola dos Operadores	65
B	Norma de Registo de Ordens de Manutenção em SAP	71
C	<i>Dashboard</i> de Manutenção em Excel	73
D	Outras Atividades Desenvolvidas	75

Abreviaturas

EN	<i>European Norm</i>
FEUP	Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto
FMEA	<i>Failure Mode and Effects Analysis</i>
JIPM	<i>Japan Institute of Plant Maintenance</i>
KPI	<i>Key Performance Indicator</i>
MTBF	<i>Mean Time Between Failures</i>
MTTR	<i>Mean Time to Repair</i>
NP	Norma Portuguesa
OEE	<i>Overall Equipment Efficiency</i>
RCM	<i>Reliability Centered Maintenance</i>
TCA	2,4,6-Tricloroanisol
TPM	<i>Total Productive Maintenance</i>

Lista de Figuras

1.1	Pranchas de cortiça após processo de brocagem (Amorim, 2020).	2
1.2	Produção anual de cortiça por país (Amorim, 2020).	3
1.3	Distribuição das Vendas de Cortiça por tipo de Produto (adaptado de INE e AP-COR - Associação Portuguesa da Cortiça (2019)).	4
1.4	Organigrama da Corticeira Amorim (Amorim, 2020).	5
1.5	Unidades Industriais da Amorim Cork.	5
1.6	Logo do NDtech (Amorim, 2020).	6
2.1	Evolução da Manutenção (adaptado de Kardec and Nascif (2009)).	11
2.2	A imagem do custo total de manutenção (adaptado de Armstrong (1987)).	14
2.3	Custos de manutenção preventiva e de falhas de equipamentos em função do nível de manutenção (adaptado de: Pereira (2009)).	14
2.4	Pilares do TPM (adaptado de Cabral (1998)).	19
3.1	Linha de produção NDtech 1.0: Pré-incubador (A), Festo (B) e Módulo (C).	28
3.2	Linha de produção NDtech 1.0: Sistema de Alimentação 1 (A) e Sistema de Alimentação 2 (B).	28
3.3	Linha de produção NDtech 1.0: Ponto de recolha do produto final (A) e Ponto de abastecimento de rolhas (B).	29
3.4	Exemplo de cromatograma obtido e integração abaixo da curva do pico de TCA.	30
3.5	Estrutura do NDtech.	30
4.1	Base de dados em Excel.	36
4.2	Distribuição mensal do tempo parado dos módulos 1.0 até Outubro 2020.	36
4.3	Listagem dos motivos de paragem.	39
4.4	Novo Formulário para base de dados em Access.	40
4.5	Análise da incidência motivos de paragem por módulo.	40
4.6	Análise de custos aos Pré-Incubadores do NDtech até Outubro de 2020.	42
4.7	Análise de custos aos Festos do NDtech até Outubro de 2020.	42
4.8	Análise de custos aos Sistemas de Alimentação do NDtech até Outubro de 2020.	43
4.9	Análise de custos aos Cromatógrafos do NDtech até Outubro de 2020.	43
4.10	Histograma do Consumo médio mensal dos Cromatógrafos.	45
4.11	Base de dados da transação IW38 de SAP.	45
4.12	Base de dados da transação IW28 de SAP.	46
4.13	Base de dados da transação MB51 de SAP.	46
4.14	Distribuição Disponibilidade Módulos.	50
4.15	Quadro de Indicadores e acompanhamento do NDtech.	51
4.16	Dashboard da Manutenção do NDtech em Excel.	52

4.17	<i>Dashboard</i> Manutenção em PowerBI - Visual 1; neste caso, está visível a janela do <i>Top/Bottom</i> 5, que surge ao passar o cursor no mês de fevereiro.	53
4.18	<i>Dashboard</i> Manutenção em PowerBI - Visual 2.	53
4.19	Evolução da MTBF e MTTR em 2020.	54
4.20	Código de barras dos equipamentos.	55
4.21	Folha de registo da Intervenção no módulo.	56
4.22	Desenho 2D da solução de fixação dos Pré-Incubadores à mesa.	57
4.23	Aplicação da solução de fixação dos Pré-Incubadores à mesa.	57
D.1	Desenho CAD 2D da câmara híbrida	76
D.2	Desenvolvimento da peça de alteração na câmara híbrida	76

Lista de Tabelas

2.1	Descrição dos Pilares do TPM	19
2.2	Categorias de perdas associadas ao equipamento	23
4.1	Principais motivos de paragem.	37
4.2	Análise do motivo de paragem "Outros".	38
4.3	Custo Médio Mensal dos Diversos Equipamentos.	44
4.4	Custo médio da manutenção dos módulos críticos por mês.	44
4.5	Formulação em Excel das novas colunas	47
4.6	Informação contida no campo Texto Breve em SAP	47
4.7	Análise do Tempo Parado na semana 48.	48
4.8	Análise do Consumo de Material na semana 48.	49
4.9	Análise dos Indicadores dos Módulos na Semana 48.	49

Capítulo 1

Introdução

O presente capítulo centra-se na apresentação do projeto desenvolvido, cujo tema foi a Implementação da filosofia TPM num processo de quantificação individual de TCA em rolhas naturais, no setor NDtech da PortoCork na Corticeira Amorim.

Posteriormente, segue uma breve descrição da cortiça bem como uma introdução da empresa na qual esta Dissertação se realizou, assim como uma referência aos objetivos propostos e a estrutura do documento.

1.1 Enquadramento do projeto e motivação

A presente Dissertação foi desenvolvida no âmbito do Mestrado Integrado em Engenharia Mecânica, ramo de Produção, Conceção e Fabrico, da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto.

O projeto descrito teve início no fim do mês de setembro e desenvolveu-se até ao final do mês de janeiro, nas instalações e em colaboração com a empresa Amorim Cork, sediada em Santa Maria de Lamas.

A empresa pretendia realizar melhorias no setor evidenciado no título, o NDtech, através da implementação de estratégias e procedimentos que permitam o perfeito funcionamento da filosofia TPM numa perspetiva de melhoria contínua ao longo de todo o processo.

A complexidade da manutenção do setor NDtech, bem como o seu custo elevado, obriga à implementação de uma filosofia de gestão de manutenção diferente da tradicional.

De uma forma mais concreta, com este trabalho pretendeu-se, desde logo, uma diminuição do tipo de manutenção corretiva, para dar lugar a uma manutenção preventiva, potenciando assim os níveis de desempenho dos equipamentos e colaboradores.

1.2 Cortiça em números

A cortiça é a casca do sobreiro, um tecido vegetal 100% natural, constituída por uma colmeia de células microscópicas que têm um gás idêntico ao ar e revestidas sobretudo por suberina e le-nhina. Tem uma diversidade de aplicações e atributos que nenhuma tecnologia conseguiu, até hoje, imitar, igualar ou ultrapassar. Trata-se de uma matéria-prima 100% natural, 100% reutilizável e 100% reciclável (APCOR - Associação Portuguesa da Cortiça, 2019).

O sobreiro vive em média 200 anos e ao longo desse período pode ser descortiçado entre 15 e 18 vezes. O processo de extração da cortiça natural é chamado de descortiçamento, um processo altamente especializado que não danifica a árvore. O sobreiro é a única espécie de carvalho cuja casca se regenera após cada extração. Em média, demora 25 anos antes de um sobreiro poder ser descortiçado pela primeira vez. Após esta primeira extração, os descortiçamentos posteriores são feitos em intervalos de pelo menos nove anos. A cada descortiçamento a casca cresce de novo, assumindo uma textura mais suave. É importante realçar que apenas depois do 3º descortiçamento, aproximadamente 43 anos desde a plantação da árvore, é que a cortiça apresenta os requisitos ideais de qualidade para a produção de uma rolha de cortiça natural. Na Figura 1.1 apresenta-se uma prancha de cortiça, após o processo de brocagem, processo este responsável pela obtenção de um corpo cilindro em cortiça que será posteriormente trabalho dando origem a uma rolha natural (Amorim, 2020).



Figura 1.1: Pranchas de cortiça após processo de brocagem (Amorim, 2020).

Da extensão total de montado de sobreiro, extraem-se anualmente cerca de 200 mil toneladas de cortiça. Portugal detém um terço da área global de sobreiros, sendo o maior produtor, responsável por cerca de 50% da transformação mundial. Desta forma o montado de sobreiro, ocupa 23% da área florestal do país, correspondente a uma área de mais de 736 mil hectares, tem-se vindo a desenvolver, resultado das importantes reflorestações a um ritmo de dez mil hectares por ano, ou seja um crescimento anual na ordem dos 4% (APCOR - Associação Portuguesa da Cortiça, 2019).

Os montados de sobro desempenham um papel crucial no equilíbrio ecológico do mundo, funcionando como retentores naturais de CO₂, com uma capacidade de absorção até 73Mt de CO₂ por tonelada de cortiça, bem como reguladores do ciclo hidrológico.

Na Figura 1.2 apresenta-se a produção anual de cortiça por país, sendo de mencionar que Portugal é o maior produtor, transformador e exportador de cortiça do mundo (APCOR - Associação Portuguesa da Cortiça, 2019).

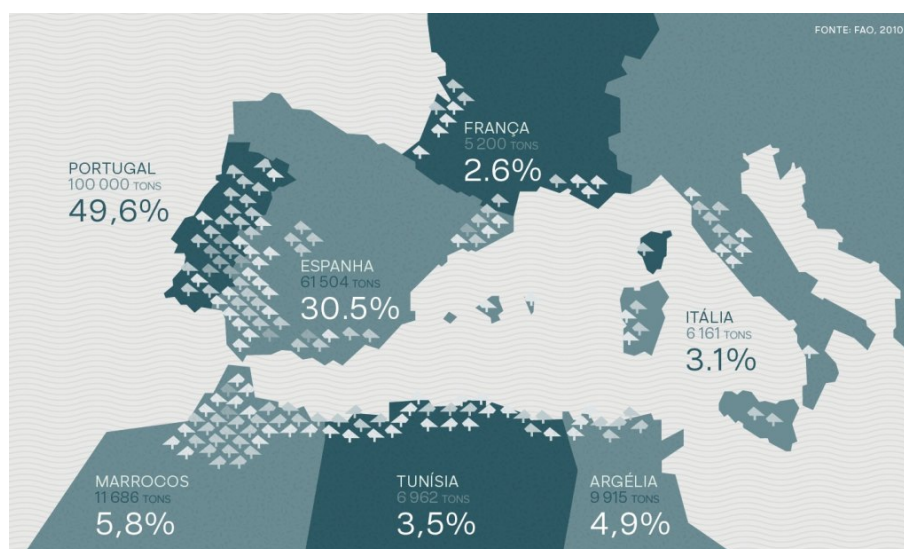


Figura 1.2: Produção anual de cortiça por país (Amorim, 2020).

Cada vez mais tem se vindo a notar um crescimento de diversos setores associados à indústria da cortiça, ainda de notar que o principal setor de destino dos produtos de cortiça continua a ser a indústria vinícola, cerca de 72% de toda a produção, seguido do setor da construção civil com 25% (onde se incluem pavimentos, isolamentos, revestimentos, placas, folhas e tiras) e, por último, com quase 3% os outros produtos de cortiça, como podemos ver no gráfico da Figura 1.3.

Com vista a melhor conhecer esta matéria prima, reuniram-se na seguinte lista as principais características da Cortiça, que a tornam num ativo com elevado valor (Amorim, 2020):

- Isolamento acústico;
- Eficácia térmica;
- Impermeável a líquidos e a gases;
- Elástica e compressível;
- Resiliente;
- Muito leve;
- Resistente a altas temperaturas;
- Resistência ao fogo;

- Hipoalergénica;
- Absorvente ao choque;
- Agradável ao toque;
- Confortável.

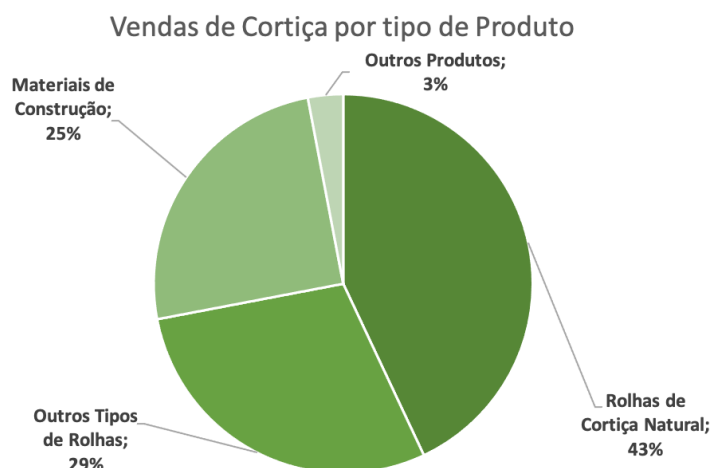


Figura 1.3: Distribuição das Vendas de Cortiça por tipo de Produto (adaptado de INE e APCOR - Associação Portuguesa da Cortiça (2019)).

1.3 Corticeira Amorim

Um dos grandes dinamizadores deste feito é a Corticeira Amorim S.G.P.S, S.A., uma multinacional de origem portuguesa, líder mundial na transformação de cortiça no mundo que tem a sustentabilidade como política implementada, vigente e de excelência. A operar em atividade contínua desde 1870 é hoje a maior exportadora mundial de cortiça, com uma rede de distribuição no mundo superior a 50 empresas. De mencionar que se trata da 1ª empresa de embalagem no mundo com certificação FSC. Trata-se de uma certificação que assegura que os produtos provêm de florestas bem geridas que oferecem benefícios ambientais, sociais e económicos.

A cortiça, devido às suas excelentes propriedades referidas anteriormente, tem sido utilizada em diversas aplicações, como rolhas, compósitos, revestimentos, etc. Com uma visão empreendedora, dinâmica e inovadora, a Corticeira Amorim fundou diversos departamentos de desenvolvimento de novos negócios, com a função de apostar em projetos novos e inovadores à base de cortiça. De destacar o facto de todas as Unidades de Negócio do grupo serem constituídas internamente de estruturas de Investigação e Desenvolvimento. A Corticeira Amorim é uma empresa de integração vertical, como podemos ver no Organigrama da Figura 1.4.

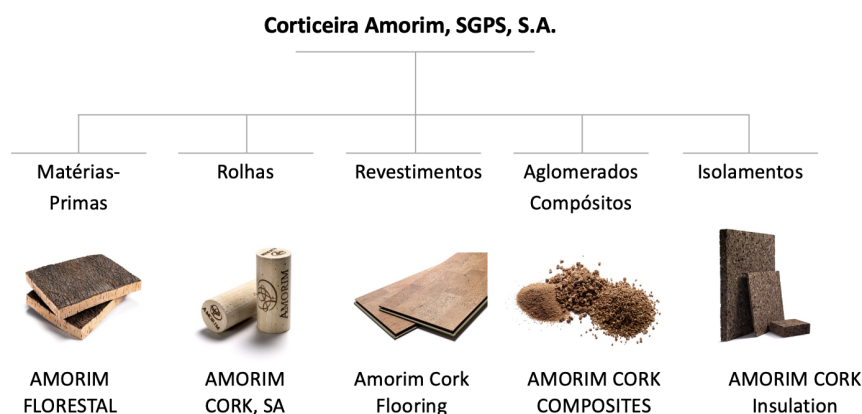


Figura 1.4: Organograma da Corticeira Amorim (Amorim, 2020).

Amorim Cork

A Amorim Cork é o setor responsável pela produção da rolha. Atualmente o grupo apresenta um portfólio único de rolhas de cortiça, abrangendo todos os segmentos de vinhos, espumantes e bebidas espirituosas, totalizando em 2019 cerca de 5,5 mil milhões de rolhas vendidas, aproximadamente 28% do mercado mundial de vedantes. Números estes conseguidos graças à grande rede de empresas fora de Portugal, próximas do cliente final.

O projeto realizou-se na PortoCork, Figura 1.5, uma das Unidades Industriais ligadas à produção de rolhas da Amorim Cork.

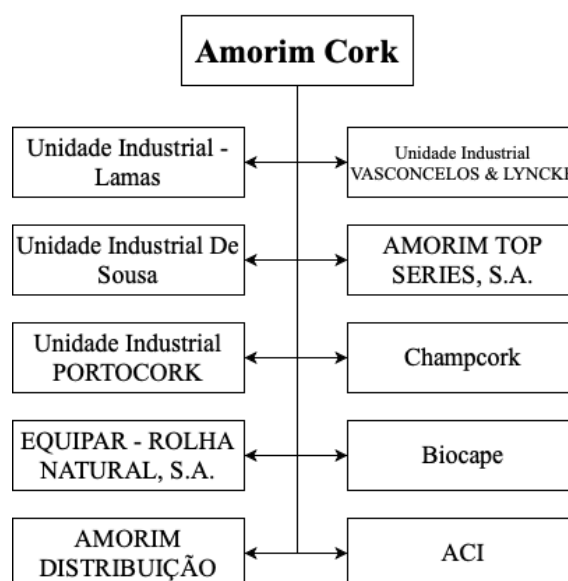


Figura 1.5: Unidades Industriais da Amorim Cork.

1.4 NDtech

Na unidade Industrial PortoCork está presente a tecnologia NDtech, Figura 1.6, responsável pela deteção e quantificação do TCA (2,4,6-tricloroanisol). Trata-se do composto responsável pelos desvios organoléticos na rolha natural. Estudos demonstram que cerca de 80% das rolhas com alteração organolética continham TCA (Hervé et al., 2004). O TCA é um composto quimicamente estável, não é degradado ao longo do tempo e pode alterar sensorialmente os vinhos mesmo em concentrações muito baixas (Coque et al., 2006). Uma vez que se trata de um composto muito volátil, pode facilmente migrar para a fase gasosa durante o processo de tratamento da cortiça, sendo facilmente absorvido por esta. Este composto foi o principal responsável pelas dificuldades que a indústria corticeira passou nos últimos 15 anos, causando uma grande perda de confiança nas rolhas naturais e um crescimento dos vedantes sintéticos.



Figura 1.6: Logo do NDtech (Amorim, 2020).

Fruto de um grande investimento em métodos de controlo e de erradicação do TCA, a indústria conseguiu recuperar a sua credibilidade. Em destaque a Corticeira Amorim, com a sua tecnologia NDtech. Trata-se de uma tecnologia de análise individualizada de controlo de qualidade para rolhas de cortiça natural, oferecendo a primeira rolha natural do mundo com performance de TCA não detetável. Desenvolvida e patenteada pela Amorim, a tecnologia NDtech, de acordo com a Norma ISO 20752:2014, introduz pela primeira vez uma triagem individual nas linhas de produção das rolhas de cortiça baseada em cromatografia rápida. Atualmente o tempo de ciclo de cada análise individual é de 15 segundos. Como resultado, todas as rolhas aprovadas com recurso a esta tecnologia têm garantia de TCA não detetável, visto apresentarem uma concentração inferior a 0,5 ng/L.

Numa breve descrição da tecnologia, cada rolha é alimentada para um sistema de incubação, o Pré-Incubador, onde é promovida a volatilização de todos os compostos à superfície da rolha, entre eles o TCA. Posteriormente, a amostra é encaminhada pelo gás de arraste para um forno cromatográfico onde se dá a separação dos compostos. A deteção é obtida por captura de eletrões – detetor ECD, visto ser o tipo de deteção ideal para compostos com elementos eletronegativos, como é o caso do TCA. Por fim, obtém-se um cromatograma onde é possível identificar o pico do composto, caso esteja presente, sendo que os valores resultantes de cada análise são obtidos por integração desse pico, em mV·s (Costa et al., 2020).

De acordo com o valor obtido resultante dessa análise, as rolhas são automaticamente categorizadas e separadas em três diferentes grupos. No caso de a rolha apresentar um pico até 6 mV·s será categorizada como uma rolha grupo 1 (G1) – livre de TCA/TCA não detetável, isto é, abaixo de 0,5 ng/L; entre 6 e 25 mV·s trata-se de uma rolha grupo 2 (G2) (até 2 ng/L), que pode ou não estar contaminada. Acima de 25 mV·s são rolhas grupo 3 (G3), correspondentes ao grupo rejeitado, por possuírem concentrações de TCA elevadas (Costa et al., 2020). Após esta rigorosa seleção, as rolhas aprovadas serão vendidas sob a marca NDtech, um produto *premium*, onde os clientes pagam um preço extra pela garantia de uma rolha livre de odores.

Assim, a fiabilidade destes equipamentos assume uma importância estratégica para o sucesso da empresa, já que a sua não conformidade poderá resultar numa perda de confiança por parte do mercado. Com produções diárias médias de 230 000 unidades de rolhas, uma pequena perda de fiabilidade representa um enorme risco para a empresa, já que o número de rolhas não conformes seria elevado.

1.5 Objetivos da Dissertação

O projeto a realizar teve como objetivo a implementação de uma filosofia de gestão de manutenção industrial, o TPM - Manutenção Produtiva Total (*Total Productive Maintenance*) no setor NDtech da PortoCork, que devido à sua complexidade e elevado custo, obriga à sua implementação.

A implementação de procedimentos e metodologias no intuito de se alcançarem melhores resultados, partiu da observação e análise de uma situação inicial, do Ndtech, com uma posterior comparação à situação decorrente da aplicação dos princípios em que se suporta a metodologia.

No caso específico da atividade de manutenção, esses objetivos em concreto, corresponderam, desde logo, à diminuição do tipo de manutenção corretiva, para dar lugar a uma manutenção preventiva bem como à diminuição dos tempos de paragem, potenciando assim os níveis de desempenho dos equipamentos e colaboradores.

Para se conseguir estas melhorias pretendia-se indicar um conjunto de indicadores, capazes de medir e traduzir a evolução resultante da aplicação da filosofia TPM no domínio da atividade industrial.

1.6 Metodologia seguida

Dada a filosofia procurar estreitar a relação entre a produção e a manutenção, desde logo se procurou conhecer o processo produtivo da empresa, bem como o funcionamento dos equipamentos.

Numa fase posterior e visto o Estágio focar-se na gestão da manutenção, acompanhou-se o trabalho do Responsável da Manutenção, mais uma vez com o objetivo de extrair o maior conhecimento no terreno para que, numa fase posterior, os dados analisados fossem com uma maior

facilidade perceptíveis. Para isso procurou-se ainda acompanhar os registos feitos pelos operadores e responsáveis pelo setor, desde o registo de paragens, consumos de material, bem como o planeamento de encomendas.

Após esta formação no terreno e de absorção de conhecimento numa vertente mais técnica, seguiu-se um período de estudo relativamente à filosofia, para isso recorreu-se a diversos artigos científicos que apresentavam a TPM, quais os métodos de implementação sugeridos, os dados a ser alvo de análise, bem como os resultados esperados.

Posteriormente, iniciou-se a parte mais extensa do projeto, a recolha da informação disponível e o seu tratamento, finalizando assim com a apresentação de indicadores fiáveis da evolução da manutenção, bem como uma série de ferramentas indispensáveis que permitam um melhoramento contínuo da metodologia.

1.7 Estrutura da Dissertação

A presente Dissertação encontra-se organizada em mais quatro capítulos e anexos.

O Capítulo seguinte reúne de uma forma sucinta os fundamentos teóricos necessários para a realização da Dissertação. São explorados conceitos como a Manutenção, a Gestão da Manutenção e a filosofia que se pretende implementar, o TPM.

O Capítulo 3 apresenta os equipamentos utilizados na produção, caracteriza a situação atual e explica a metodologia utilizada para criação da proposta de solução, bem como quais as vantagens desta implementação.

O Capítulo 4 apresenta o método seguido na implementação da filosofia, bem como todas as análises e considerações feitas para uma implementação bem sucedida. Concretamente, são apresentados os indicadores relevantes para o setor.

Por fim, no Capítulo 5 são apresentadas as principais conclusões retiradas ao longo do projeto e perspectivas para trabalhos futuros.

Este relatório inclui ainda quatro apêndices.

O Anexo A contempla a apresentação feita à equipa no âmbito das Escola dos Operadores, de forma a apresentar a filosofia TPM, bem como as principais ferramentas usadas no acompanhamento da gestão da manutenção.

O Anexo B reúne a norma criada de registo de ordens de manutenção, por forma a garantir uma normalização aquando do registo de interrupção dos equipamentos.

O Anexo C apresenta a *dashboard* de manutenção de forma perceptível, onde são apresentados os diversos indicadores que foram criados e acompanhados ao longo da implementação da filosofia.

Por fim, o Anexo D apresenta as atividades desenvolvidas de forma paralela no decorrer do Estágio na empresa.

Capítulo 2

Fundamentos Teóricos

Este capítulo apresenta um estudo prévio dos diferentes temas inerentes à elaboração desta Dissertação, por forma a obter-se uma base forte e bem fundamentada para uma melhor compreensão dos diferentes conceitos envolvidos.

2.1 Manutenção

Numa visão clássica, a manutenção pode ser vista como o ato de consertar equipamentos danificados. Nesta perspetiva restrita, as atividades de manutenção ficavam confinadas às tarefas reativas de ações de reparo ou de substituição de equipamentos acionados por falhas, atualmente esta abordagem é conhecida como manutenção corretiva (Cabral, 1998).

Trata-se de uma abordagem obsoleta da realidade da indústria, numa visão mais recente da manutenção, segundo a norma NP EN13306:2007, esta é definida como o "conjunto de ações técnicas, administrativas e de gestão, durante o ciclo de vida de um equipamento, destinadas a mantê-lo ou repô-lo num estado em que ele desempenha a função pretendida"(Cabral, 1998).

Concluiu-se assim que evoluiu desde uma lógica de manutenção reativa onde se reparava o equipamento danificado, até ao conceito atual, um conceito mais amplo e integrado em toda a organização. Obviamente, o espectro dessa visão já inclui tarefas proativas, como a manutenção de rotina, a inspeção periódica, a substituição preventiva e mesmo a implementação de melhorias nos equipamentos. Dependendo da distribuição de responsabilidades dentro da organização, essas tarefas de manutenção podem ser divididas por vários departamentos (Cabral, 1998).

Independentemente do tamanho ou área de negócio, o objetivo da manutenção é sempre o de aumentar o tempo de funcionamento do equipamento/sistema ao menor custo, para tal os seguintes objetivos devem ser atendidos:

1. Conhecer os requisitos de manutenção;
2. Garantir de que eles sejam atendidos da forma mais económica possível.

A manutenção contribui para a rentabilidade do processo, principalmente por manter o sistema em funcionamento e capaz de atender às necessidades de produção por mais tempo (Panda, 2007).

Assim, segundo Panda (2007) os objetivos da manutenção podem-se resumir em:

- Aumento da produção, já que a manutenção é fundamental para a produtividade porque menos perda de tempo, menos desperdício de material e menos energia resultarão em menos custos e aumentarão a produtividade;
- Disponibilidade ao menor custo e com os mais altos padrões de qualidade e segurança;
- Redução de avarias e paragens de emergência;
- Otimização da utilização de recursos;
- Redução do tempo de inatividade;
- Melhoria no controlo de *stock* de peças;
- Melhoria da eficiência do equipamento e redução da taxa de sucata produzida;
- Redução do uso de energia;
- Otimização da vida útil dos equipamentos;
- Controlo fiável de custos e orçamentos;
- Redução de custos.

Na indústria a manutenção está diretamente relacionada com a rentabilidade do processo produtivo, já que intervém tanto no desempenho do processo produtivo e na disponibilidade dos equipamentos, como nos custos de funcionamento (Cabral, 1998).

Assim, facilmente se identifica como um dos objetivos finais o equilíbrio entre uma manutenção benéfica versus um custo mínimo de forma a maximizar o contributo positivo da manutenção, implicando assim que os objetivos da manutenção industrial tenham de estar ligados aos objetivos globais da empresa.

Na Figura 2.1 apresenta-se resumidamente a evolução do conceito da manutenção ao longos das últimas décadas. De seguida, apresenta-se em maior detalhe os principais conceitos que sofreram alterações até aos dias de hoje.

1. Manutenção de avarias: refere-se à estratégia de manutenção onde a manutenção é feita quando é detetada uma falha ou o desempenho do equipamento diminui. Teve uma grande incidência nas fábricas produtivas em todo o mundo até 1950. Nesse tipo de manutenção, as máquinas são atendidas apenas quando a manutenção é claramente necessária. Acarreta grandes desvantagens pelo facto de as paragens não serem planeadas, tais como problemas de falta de *stock* de peças de substituição, altos custos de reparação e elevados tempo de paragem (Telang, 1998).

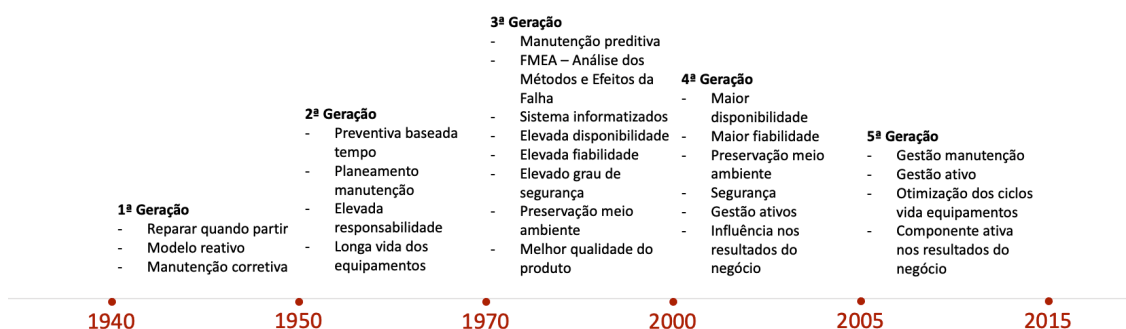


Figura 2.1: Evolução da Manutenção (adaptado de Kardec and Nascif (2009)).

2. **Manutenção Preventiva:** a manutenção preventiva (MP) foi introduzida em 1951, na qual uma verificação física do equipamento é realizada para evitar quebras e aumentar assim a sua vida útil. O trabalho de manutenção preventiva inclui a lubrificação dos equipamentos, limpeza, troca de peças, apertos e ajustes. Por outro lado, a inspeção quanto à possível presença sinais de deterioração do equipamento faz também parte deste tipo de manutenção (Telang, 1998).
3. **Manutenção Preditiva:** A manutenção preditiva, CBM (*Condition-based maintenance*) é utilizada para medir as condições físicas, como temperatura, ruído, vibrações, lubrificação e corrosão do equipamento (Brook, 1998).
4. **Manutenção Corretiva:** Este sistema de manutenção foi introduzido em 1957. A manutenção corretiva (CM) é usada para prevenir falhas de equipamentos e é expandida para ser aplicada à melhoria do equipamento, de modo que a falha do equipamento possa ser eliminada ou o equipamento possa ser facilmente mantido. O objetivo da manutenção corretiva é melhorar a fiabilidade, manutenção e segurança do equipamento, as deficiências do projeto e reduzir a deterioração e as falhas.
5. **Prevenção da Manutenção:** a prevenção da manutenção (MP) surge na década de 60. No desenvolvimento de novos equipamentos, a prevenção deve começar ainda na fase de projeto dos mesmo, tendo por base a experiência e o historial das falhas dos equipamentos em uso, bem como o *feedback* das áreas de produção (Shirose, 2018).
6. **Manutenção centrada na fiabilidade:** A manutenção centrada na fiabilidade (RCM) surge também nos anos 60. RCM usa uma filosofia lógica de etapas de revisão para enfrentar esses desafios. As várias ferramentas usadas para efetuar a melhoria da manutenção incluem modo de falha e análise de efeito (FMEA), efeito de modo de falha e análise de criticidade, análise de risco físico, análise de árvore de falha, otimização da função de manutenção e análise de perigo e operabilidade (Samanta B., 2001)
7. **Manutenção produtiva:** A manutenção produtiva (PrM) é usada para melhorar a produtividade do equipamento. Foca-se em aumentar a produtividade de uma empresa, reduzindo o custo total do equipamento ao longo de toda a vida útil do mesmo, desde o projeto, fabrico,

operação e manutenção até à degradação do mesmo. Esta estratégia para melhorar a produtividade dos equipamentos engloba a Manutenção Corretiva, Preventiva e Condicionada (Bhadury, 2000).

8. Sistema de Gestão de Manutenção Computadorizado: os sistemas computadorizados de gestão da manutenção (CMMS) são usados para sistematizar e centralizar toda a informação, incluindo inventário de peças de reposição, cronogramas de reparações e históricos de equipamentos (Singer, 1999).
9. Manutenção Produtiva Total: O TPM foi desenvolvido com base nos conceitos e metodologias da manutenção produtiva. Este conceito surge no Japão em 1971 como um método para melhorar a disponibilidade da máquina por meio da melhor utilização dos recursos de manutenção e produção. Trata-se de uma abordagem de manutenção inovadora usada para otimizar a eficiência do equipamento, eliminar quebras e promover a manutenção autónoma (Bhadury, 2000). Esta filosofia de manutenção industrial procura envolver as pessoas de todos os departamentos e níveis, desde os operadores às posições de chefia, com vista a otimizar a eficiência dos equipamentos produtivos (Shirose, 2018).

2.2 Gestão da Manutenção

A manutenção não deve ser considerada uma atividade sem fins lucrativos. Como apresentado, um dos seus objetivos é o de minimizar a frequência e a magnitude das interrupções de emergência, bem como a presença de manutenções não programadas.

Não se pode conceber hoje em dia uma empresa eficiente sem a presença de técnicos especializados na área da produção, controlo da qualidade, gestão, vendas, compras, etc., tão pouco se poderá considerar uma empresa completa, se não dispor de um adequado serviço de manutenção que assegure a continuidade do pleno funcionamento da produção. Uma boa gestão da manutenção cria um conjunto de expectativas que podem e devem ser utilizadas em dois sentidos: primeiro, para justificar todo e qualquer investimento da empresa no departamento da manutenção; segundo, para ajudar a estabelecer metas e objetivos práticos em resultado do esforço na manutenção. No entanto, há que ter presente que dentro da mais perfeita organização de Manutenção, deve-se sempre contar e tentar prever possíveis avarias imprevistas, seja pela dificuldade em controlar e detetar uma deficiência não aparente, seja por uma possível falha humana, resultado de uma falta de preparação ou negligência.

De acordo com o estudo relatado por Mobley (2002), 15% a 40% do custo total de produção é atribuído às atividades de manutenção numa fábrica. Na verdade, esses custos estão associados à mão de obra e materiais de manutenção e provavelmente sofrerão aumentos no futuro com uma maior automatização das indústrias por meio do desenvolvimento de novas tecnologias. Segundo Imai (1997), 70% das paragens de máquinas devem-se a baixos níveis de óleo, água e acumulação de resíduos. Este é um número impressionante, o que indica claramente que a maioria dos

problemas geralmente encontrados nos equipamentos devem-se à falta de medidas preventivas de manutenção.

Não é incomum que os departamentos de manutenção e operações sejam os maiores departamentos e cada um compreenda aproximadamente 30 % da mão de obra total. Além disso, próximo aos custos de energia, os custos de manutenção podem ser a maior parte de qualquer orçamento operacional. O papel da manutenção tem vindo a crescer exponencialmente, levando a que cada vez mais empresas adotem a manutenção como um elemento de negócio gerador de lucros.

Com vista a se atingir um estado de equilíbrio entre a manutenção e a área produtiva é necessária a aplicação da gestão da manutenção. Uma eficiente gestão da manutenção permite regularizar os gastos evitando elevados custos. Em linhas gerais permite definir estratégias de acordo com os seguintes objetivos (Cabral, 1998):

- Assegurar a disponibilidade do equipamento a desempenhar a função requerida, ao custo ótimo;
- Considerar sempre a segurança e todos os requisitos obrigatórios associados ao equipamento;
- Considerar qualquer impacto no ambiente;
- Manter a durabilidade do equipamento e/ou qualidade do seu produto ou serviço considerando custos, quando necessário.

Para evitar sub-otimização, os objetivos da gestão de manutenção devem ser derivados dos objetivos da empresa. Estes devem ser realistas e específicos, de modo que possam ser usados para orientação e definição de metas.

Uma tarefa importante é definir o orçamento de manutenção para o ano seguinte. Frequentemente, esse orçamento é feito considerando o orçamento do ano anterior menos os custos incomuns mais, por exemplo, 5% para o aumento do nível geral de preços. Embora essa seja uma prática comum na indústria, métodos de orçamento mais sofisticados podem fornecer um orçamento mais equilibrado. Higgins and Morrow (1977) discutem algumas questões específicas para estabelecer um orçamento de manutenção.

Para se definir um orçamento, bem como para tomar outras decisões de gestão de manutenção, é importante ter uma visão completa de todos os custos de manutenção e seu impacto no lucro da empresa (Hora, 1987).

Armstrong (1987) descreve os custos totais de manutenção como um iceberg, Figura 2.2. Os custos de manutenção no topo do iceberg são reconhecidos por todos e, portanto, levados em consideração. Na parte subaquática estão representados os custos, que indiretamente estão relacionados com a manutenção e que por isso também devem ser considerados. Esses custos podem ter um peso igual ou até superior aos custos de manutenção (Smit (1988) e Geraerds (1985)).

Na Figura 2.3, é apresentada a relação entre os custos de manutenção preventiva e de falhas de equipamentos em função do nível de manutenção. Como expectável, o investimento na manutenção preventiva tende a reduzir os custos decorrentes de falhas dos equipamentos.

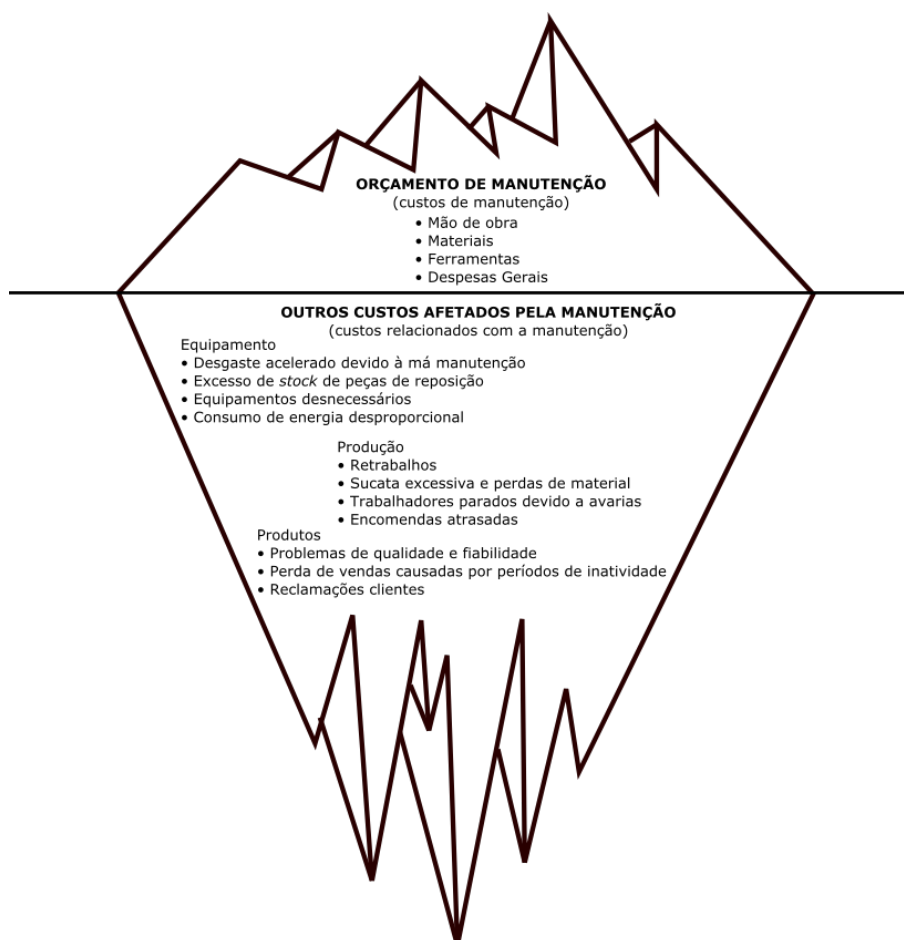


Figura 2.2: A imagem do custo total de manutenção (adaptado de Armstrong (1987)).

No entanto, existe um ponto ótimo a partir do qual o investimento com a manutenção preventiva não reduz significativamente os custos decorrentes das falhas dos equipamentos, conduzindo assim a um aumento dos custos totais de manutenção. Deste modo, o desafio das equipas de manutenção, em conjunto com os restantes departamentos consiste em conseguir definir esse ponto ótimo.

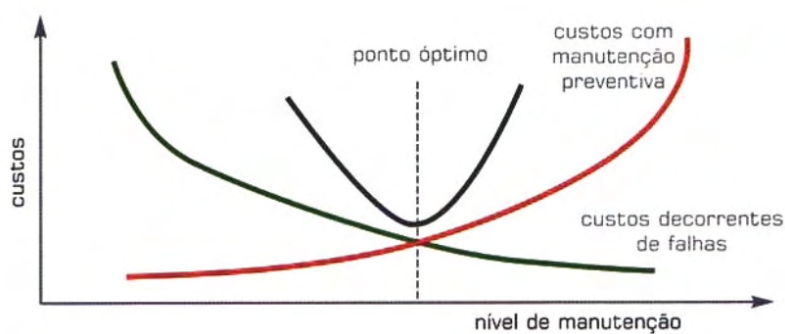


Figura 2.3: Custos de manutenção preventiva e de falhas de equipamentos em função do nível de manutenção (adaptado de: Pereira (2009)).

No decorrer deste trabalho usar-se-á nomenclatura própria associada à manutenção, pelo que é importante usar uma linguagem simples e uniforme de modo que todos os intervenientes estejam claros quanto aos seus significados. Recorrendo assim às definições contidas nas normas portuguesas e internacionais enumerar-se-ão os principais conceitos da gestão da manutenção:

- Avaria (NP EN13306:2007): “Cessação da aptidão de um bem para cumprir uma função requerida.”;
- Bem (NP EN13306:2007): “É qualquer elemento, componente, aparelho, subsistema, unidade funcional, equipamento ou sistema que possa ser considerado individualmente.”;
- Durabilidade: É a medida da resistência de um bem ao desgaste e a variações físico-químicas sob determinadas condições de uso ou de armazenagem;
- Fiabilidade (NP EN13306:2007): “Aptidão de um bem para cumprir uma função requerida, sob determinadas condições, durante um dado intervalo de tempo.”;
- Manutenção (NP EN13306:2007): “É a combinação de todas as ações técnicas, administrativas e de gestão, durante o ciclo de vida de um bem, destinadas a mantê-lo ou a repô-lo num estado em que possa desempenhar a função requerida.”;
- Manutenção Corretiva (NP EN13306:2007): “É a manutenção efetuada depois da deteção de uma avaria, e destinada a repor o bem num estado que possa realizar uma função requerida.”;
- Manutenção Preventiva (NP EN13306:2007): “Manutenção efetuada a intervalos de tempo pré-determinados ou de acordo com critérios prescritos com a finalidade de reduzir a probabilidade de avaria ou degradação do funcionamento de um bem.”;
- Manutenção Preventiva Sistemática (Periódica) (NP EN13306:2007): “Manutenção preventiva efetuada a intervalos de tempo pré-estabelecidos ou segundo um número definido de unidades de utilização, mas sem controlo prévio do estado do bem.”;
- Manutenção Preventiva Condicionada (NP EN13306:2007): “Manutenção preventiva baseada na vigilância do funcionamento do bem e/ou dos parâmetros significativos desse funcionamento, integrando as ações daí decorrentes.”;
- Plano de Manutenção (NP EN13306:2007): “É o conjunto estruturado de tarefas que compreendem as atividades, os procedimentos, os recursos e a duração necessários para executar a manutenção.”.

2.3 Manutenção Produtiva Total

Em resposta aos problemas de manutenção e suporte encontrados em ambientes industriais, os japoneses desenvolveram e introduziram, durante a fase de expansão da indústria nipônica, o conceito de Manutenção Produtiva Total (TPM - *Total Productive Maintenance*). Um sistema de manutenção definido por S.Nakajima (1988) no Japão, que abrange toda a vida útil do equipamento em cada divisão, incluindo planeamento, produção e manutenção. *Total Productive Maintenance* (TPM) é uma marca registrada do *Japanese Institute of Plant Maintenance* (JIPM).

Estas empresas concluíram que apenas um sistema integrado permitiria obter qualidade total dos produtos, visto ser impossível produzir com qualidade e dentro das exigências pretendidas, caso os equipamentos apresentassem deficiências (Wireman, 2004). É na década de 1960, que as empresas japonesas passam a seguir as instruções do fabricante dos equipamentos para realizarem ações preventivas de manutenção, levando a que conhecessem melhor a construção dos equipamentos e como poderiam introduzir-lhes futuras melhorias (Wireman, 2004).

A Nippondenso foi a primeira empresa a implementar um sistema de manutenção preventiva em todos os seus equipamentos. Contudo, devido ao aumento do número de equipamentos e às exigências de manutenção, a mão de obra necessária no departamento de manutenção para realizar tais tarefas era muito elevada, o que trazia problemas de eficiência e custos elevados (Wireman, 2004).

Para fazer face a este problema, a empresa começou a transferir algumas competências para os operadores dos equipamentos, começando estes a seguir rotinas pré-determinadas como limpeza, lubrificação, inspeção e pequenas manutenções, poupando assim os técnicos de manutenção para tarefas mais exigentes (Borris, 2006). Assim, na década de 70 surge o TPM da forma mais próxima de como o conhecemos hoje, ou seja, uma metodologia integrada, que não limita a manutenção a um só departamento, mas que conta com a participação de todos os trabalhadores através de rotinas diárias. Numa breve definição da metodologia, o TPM consiste na procura constante da eficiência e rentabilidade dos equipamentos, tendo como objetivo zero avarias, a aplicação da manutenção preventiva, a melhoria dos equipamentos e a participação de todos os funcionários no processo.

Efetivamente o TPM ajuda a estabelecer maioritariamente uma relação entre os departamentos de manutenção e produção. Qualquer paralisação da linha de produção por falha de equipamento diminui a taxa de produção e também a qualidade do produto (Tsarouhas, 2007). O TPM revela-se assim uma das melhores ferramentas para tornar as indústrias mais competitivas e eficazes no campo da manutenção.

A metodologia TPM contempla diversos objetivos, que segundo Ahuja and Khamba (2008) são:

1. Maximizar a eficiência global dos equipamentos através da participação de todos, desde a gestão de topo até aos operadores de chão de fábrica;
2. Melhorar a fiabilidade dos equipamentos e do processo de manutenção, tendo como objetivo zero avarias, aumentando assim a qualidade e produtividade da empresa;

3. Estabelecer uma estratégia de manutenção preventiva que aumente e abranja todo o ciclo de vida do equipamento;
4. Promover uma cultura de melhoria contínua entre os trabalhadores;
5. Criar um ambiente de trabalho motivador para todos.

Através do TPM procura-se uma relação sinérgica entre todas as funções organizacionais, particularmente entre a produção e a manutenção, visando a melhoria contínua da qualidade do produto, bem como da eficiência operacional e garantia de capacidade. Yamashina (1995) afirmou que não importa o quão bem as fábricas estejam equipadas com técnicas de produção avançadas, são com maior peso os operadores, não os gerentes ou sistemas, que afetam o seu desempenho.

Neste contexto, os operadores devem participar na função de manutenção, tornando-se responsáveis pela prevenção da sua deterioração. O papel central dos operadores na operação, condição e manutenção do equipamento deve ser reconhecido. O esforço cooperativo permite que o pessoal de manutenção concentre o foco nas tarefas que exigem a sua especialização técnica. Deve-se procurar sempre um entendimento mútuo e uma partilha da responsabilidade do equipamento pelos operadores e responsáveis da manutenção (S. and M., 1994).

Na verdade, todos os envolvidos com os equipamentos devem cooperar e compreender o papel dos restantes. Assim, através do TPM, procura-se especificar as funções atribuídas a cada conjunto de pessoas intervenientes no processo produtivo. Os operadores são assim os responsáveis por:

- Manter as condições básicas do equipamento (limpeza, lubrificação);
- Manter as condições de funcionamento (operação adequada e inspeção visual);
- Detetar deterioração, principalmente por meio de inspeção visual e identificação precoce de sinais de anormalidades durante a operação;
- Aprimorar habilidades como operação, configuração e ajuste do equipamento.

Essas atividades constituem as responsabilidades da manutenção autónoma do operador. Por outro lado, os Responsáveis da Manutenção têm as seguintes tarefas:

- Suporte técnico para as atividades de Manutenção Autónoma;
- Restaurar a deterioração de forma completa e precisa, usando inspeções, monitorização de condições e revisão;
- Rastrear as deficiências do projeto e aplicar melhorias apropriadas;
- Aprimorar as habilidades da manutenção para *check-ups*, monitorização de condições, inspeções e revisões.

Uma vez que esta filosofia tem como um dos objetivos incluir toda a cadeia produtiva, cabe aos Gestores/Engenheiros Industriais promover uma cultura TPM na empresa, bem como interpretar e monitorizar os dados recolhidos.

Um outro aspeto importante de realçar é a relação da filosofia TPM com os 5S. Segundo S.Nakajima (1988) os 5S são designados como a base de sustentação da metodologia.

Os 5S são uma referência a uma série de cinco termos japoneses, que transliterados para o alfabeto latino, começam com a letra “S” (Seiri, Seiton, Seisō, Seiketsu, Shitsuke), alguns autores portugueses referem-se a esta metodologia como “cinco sentidos” (senso de utilização, senso de organização, senso de limpeza, senso de padronização e senso de auto-disciplina). Esta metodologia é geralmente entendida como uma “organização padronizada”, embora esta represente mais do que uma simples organização, tratando-se de uma forma de organizar e gerir o espaço de trabalho com o propósito de melhorar a eficiência através da eliminação de materiais não usados, melhorando o fluxo de trabalho e mitigando os processos desnecessários.

Só é possível uma implementação correta e duradoura do TPM se os postos de trabalho e equipamentos obedecerem à metodologia 5S, estando limpos e organizados, sendo assim possível identificar facilmente os problemas existentes.

2.3.1 Implementação do TPM

A implementação do TPM normalmente requer mudanças significativas na cultura da organização na administração, suporte e formação (Lawrence, 1999). Para implementar o TPM, a unidade de produção e a unidade de manutenção devem trabalhar em conjunto. Robert et al., 2002 concluem que o TPM coloca a manutenção em foco como uma parte necessária e de vital importância do negócio: A manutenção não deve ser considerada uma atividade sem fins lucrativos. O objetivo é minimizar a frequência e a magnitude das interrupções de emergência e manutenção não programadas. Hughes, citado em Jain et al. (2012), apontou que a abordagem focada no lucro para manutenção requer envolvimento total dos funcionários, manutenção autónoma pelos operadores, atividades de pequenos grupos para melhorar a fiabilidade do equipamento, facilidade de manutenção, produtividade e melhoria contínua são os princípios adotados pelo TPM.

As iniciativas de TPM, conforme sugerido pelo JIPM, envolvem um plano de implementação de oito pilares, os principais elementos de apoio da filosofia, que resultam num aumento substancial na produtividade da mão de obra por meio de manutenção controlada, redução nos custos de manutenção e redução nas paragens de produção e tempos de inatividade (Sangameshwaran and Jagannathan, 2002). O plano de implementação de TPM de oito pilares do JIPM é ilustrado na Figura 2.4. Seguidamente, na Tabela 2.1 são apresentadas as iniciativas e atividades detalhadas de manutenção e melhoria organizacional associadas aos respectivos pilares de TPM.

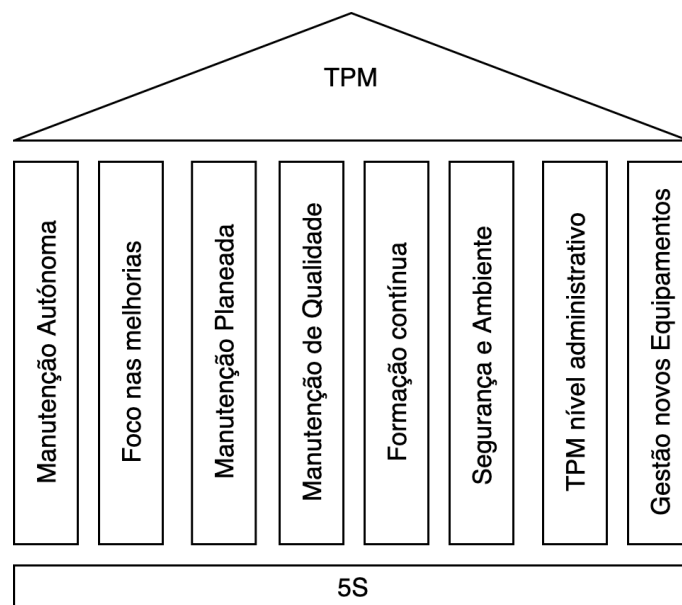


Figura 2.4: Pilares do TPM (adaptado de Cabral (1998)).

Tabela 2.1: Descrição dos Pilares do TPM

Pilares	Descrição
Manutenção Autônoma	Promover a propriedade do operador Realizar ajustes, limpeza e inspeção dos equipamentos
Foco nas melhorias	Identificação sistemática e eliminação de perdas Alcançar eficiência otimizada do sistema
Manutenção planeada	Melhoria da OEE nos equipamentos produtivos Planeamento de sistemas de preventivas eficientes e eficazes Estabelecer folhas de verificação de ações preventivas
Manutenção de Qualidade	Melhoria do MTBF e MTTR Alcançar zero defeitos Rastrear e abordar problemas de equipamentos e causas raiz
Formação contínua	Definir as condições 3M (máquina/homem/material) Alinhar funcionários às metas organizacionais Avaliação e atualização periódica de competências da equipa
Segurança e ambiente	Garantir um ambiente de trabalho seguro Eliminar acidentes e lesões Estabelecer normas de trabalho
TPM nível administrativo	Acompanhar indicadores da manutenção Promover cultura TPM
Gestão de novos equipamentos	Utilizar o conhecimentos dos sistemas existentes Iniciativas de melhoria de manutenção

Como foi possível perceber, o requisito mais importante do TPM é a participação de todos os funcionários para melhorar e aumentar a eficácia, a disponibilidade, o desempenho, a qualidade e a segurança do equipamento. O TPM reconhece e tenta identificar as necessidades das pessoas

que constituem a equipa, garantindo-lhes segurança e satisfação no trabalho. O compromisso e suporte da administração revela-se como um dos principais fatores de sucesso na implementação desta metodologia (Kulkarni and Dabade, 2013).

Mad Lazim and Ramayah (2010) investigaram que o TPM é uma abordagem baseada em recursos, onde todos os funcionários são responsáveis por evitar a deterioração do equipamento, quebras, falhas e paragens. A comunicação entre operadores, pessoal de manutenção e departamento de engenharia é vital. Melhor comunicação e trabalho em equipa desempenham papéis vitais para conseguir criar e manter uma manutenção autónoma (Kulkarni and Dabade, 2013). Os resultados de uma implementação bem sucedida numa organização vão desde custos operacionais mais baixos, uma vida útil mais longa dos equipamentos e custos gerais de manutenção também mais reduzidos.

Como já foi referido, os objetivos e metas descritas, só são atingíveis, se houver mudança de atitude em todos os níveis da hierarquia, bem como motivação por todos os intervenientes a aplicar as propostas de melhoria após validados dos seus benefícios.

2.3.1.1 Metodologia Implementação TPM

Segundo Eti et al. (2006) existem procedimentos necessários à implementação do TPM, tais como:

1. Cultivar no operador o sentido de propriedade do equipamento, de forma a introduzir a manutenção autónoma, ficando o operador responsável pelos cuidados primários do equipamento;
2. Optimizar as capacidades e conhecimentos do operador para maximizar a eficiência do equipamento;
3. Melhorar o desempenho de todo o parque de máquinas, usando equipas multi-funções, constituídas por operários, responsáveis de manutenção, engenheiros e gestores;
4. Estabelecer um calendário para limpeza e manutenção preventiva.

Para que a metodologia seja desenvolvida com sucesso, a sua implementação deve ser uma sequência lógica de passos, de forma a que todas as etapas sejam realizadas de forma consistente e que fiquem enraizadas na organização.

Diversos autores apresentam diferentes abordagens quanto à metodologia de implementação do TPM numa indústria, no entanto todos fazem referência à existência de várias fases, que assentam no conceito do ciclo PDCA (Plan-Do-Check-Act). A metodologia aqui apresentada, contempla a visão de Park and Han (2001) e Thomas et al. (2008).

Fase 1 – Preparação

Na fase inicial da implementação, deve ser anunciado pela gestão de topo a intenção de implementar esta filosofia industrial, o TPM. Devem ser apresentados os seus objetivos e benefícios esperados.

Deve ser dada formação aos quadros intermédios da empresa (chefes de secção e de linha, por exemplo), e informação de fácil perceção aos restantes colaboradores, como gráficos, fluxogramas e material visualmente apelativo, quanto aos princípios do TPM e também à metodologia 5S.

É definida a estratégia da empresa, bem como os objetivos desta implementação por todos os departamentos da empresa.

Fase 2 – Introdução à metodologia TPM

Nesta fase, dá-se o envolvimento de todos os trabalhadores com a metodologia TPM. É comunicado aos colaboradores todos os objetivos, políticas e metas definidas, e quais as atividades que irão ser realizadas, bem como a sua calendarização.

Fase 3 – Implementação da metodologia

Esta etapa da implementação incide sobre a melhoria da eficácia dos equipamentos, usando diversas ferramentas de melhoria e qualidade. Para tal procede-se à análise dos dados para verificar a existência de relações causa-efeito, selecionando os equipamentos alvo. O grupo de trabalho deve identificar os problemas detetados e associados aos equipamentos em questão e desenvolver ações de melhoria.

Os registos históricos da tendência de avarias do equipamento, devem também ser analisados propondo soluções de manutenção preventiva, manutenção autónoma ou melhorias no equipamento de modo a minimizar as paragens. Tendo o valor do OEE é crucial analisar qual dos factores (disponibilidade, produtividade ou qualidade) contribuiu mais para esse valor, e qual a sua tendência, devendo ser identificadas e analisadas possíveis causas.

Após a análise das avarias nos equipamentos, deve implementar-se o programa de manutenção autónoma. Para tal, os operadores devem receber a formação necessária para terem as noções básicas de manutenção e adquirirem as competências para a realização da manutenção autónoma. Devem ser ainda desenvolvidos e incutidos nos operadores, os standards de manutenção, de limpeza, lubrificação e inspeção sendo o departamento de manutenção o responsável por desenvolver e avaliar os conhecimentos dos operadores nesta área. Um outro passo nesta etapa passa ainda pela implementação de um programa de manutenção planeada, definindo um calendário onde serão agendadas todas as operações de manutenção preventiva a realizar pelo departamento de manutenção, de modo a diminuir falhas.

Fase 4 – Consolidação

Esta última fase tem como objetivo controlar e monitorizar os resultados da implementação do TPM, com vista a garantir que qualquer desvio dos objetivos é corrigido antes de resultar em

defeitos. Não se trata de uma fase fixa no tempo, já que se estende para lá da implementação, analisando os resultados e registos obtidos.

Nesta fase poder-se-á recorrer a auditorias internas para revisão do estado do equipamento e de forma a promover a sua melhoria contínua. Estas melhorias do processo poderão passar pela alteração da forma como são obtidos os dados, contudo na sua maioria estão ligadas à manutenção ao nível do operador.

2.3.2 Medição da eficácia do TPM

A medição é um requisito importante dos processos de melhoria contínua. É necessário estabelecer métricas adequadas para fins de medição. De uma perspetiva genérica, o TPM pode ser definido em termos de eficácia geral do equipamento (OEE) - *Overall Equipment Efficiency*, que, por sua vez, pode ser considerada como a combinação de manutenção da operação, a gestão do equipamento e ainda associado aos recursos disponíveis. O objetivo do TPM é maximizar a eficácia do equipamento, e o OEE é usado como um indicador (Waeyenbergh and Pintelon, 2002).

Segundo S.Nakajima (1988), a medição OEE é uma forma eficaz de analisar a eficiência de uma única máquina ou de um sistema integrado. É uma função da disponibilidade, produtividade e qualidade. Na verdade, as três dimensões são medidas das perdas do equipamento. S.Nakajima (1988) definiu as perdas em seis categorias principais, como apresentado na Tabela 2.2

Pode-se agrupar as perdas por Paragem e de *Set-up* como perdas de tempo, que influenciam na disponibilidade de equipamentos, propriedade que relaciona o tempo total disponível para a operação, com o tempo real em que o equipamento produziu:

$$\text{Disponibilidade} = \frac{\text{Tempo Disponível} - \text{Tempo de Paragem}}{\text{Tempo Disponível}} \quad (2.1)$$

As Micro-paragens e a Produção Lenta levam a quebras de velocidade e relacionam-se na medição da Produtividade ou *Performance* do equipamento, relacionando a quantidade produzida, com a quantidade que o equipamento deveria ter produzido:

$$\text{Produtividade} = \frac{\text{Quantidade Produzida} \times \text{Tempo de ciclo atual}}{\text{Tempo Disponível}} \quad (2.2)$$

No que respeita a Qualidade, esta está relacionada com os Defeitos/Retrabalhos e as Perdas de Arranque, uma vez que compara o número de produtos produzidos, com aqueles que estão de acordo com as especificações desejadas, ou seja, que cumprem os requisitos de qualidade:

$$\text{Qualidade} = \frac{\text{Quantidade Produzida} - \text{Quantidade Defeituosa}}{\text{Tempo Disponível}} \quad (2.3)$$

Sendo assim, o OEE resulta destes três fatores, a Disponibilidade do equipamento, a sua Produtividade e a Qualidade dos produtos e é obtido pelo seu produto (Ahuja and Khamba, 2008):

$$\text{OEE} = \text{Disponibilidade} \times \text{Produtividade} \times \text{Qualidade} \quad (2.4)$$

Tabela 2.2: Categorias de perdas associadas ao equipamento

Tipo de Perda	Descrição
Perdas por paragem	Este tipo de perda ocorre quando existem falhas nos equipamentos, tornando assim os equipamentos inoperacionais, causando atrasos, já que não é possível produzir. Geralmente, para corrigir estas falhas são necessárias intervenções para repor a normalidade. Uma abordagem que assente na metodologia TPM pode permitir identificar, atempadamente, vários problemas que causam este tipo de perda, agindo assim previamente, precavendo assim uma falha futura.
Perdas de <i>set-up</i>	Esta perda ocorre quando se dá o fim da produção de um produto até que se obtenha o primeiro produto seguinte, nas condições ótimas desejadas. Este tempo perdido abrange desde a remoção de peças e acessórios, limpeza da área e equipamento, colocação de ferramentas necessárias à produção do produto seguinte, ajustes e reajustamentos até à primeira peça ótima fabricada.
Micro-paragens	Este tipo de paragem ocorre quando a produção é interrompida por uma avaria temporária e esta é corrigida através de simples correções.
Produção lenta	Esta ocorrência verifica-se quando a velocidade do equipamento é lenta. Isto pode ocorrer devido à diferença entre a velocidade teórica e a velocidade real do equipamento. Pode também acontecer a máquina ser operada a uma velocidade reduzida devido a problemas mecânicos ou problemas relacionados com a qualidade.
Defeitos/retrabalho	Esta perda acontece quando são encontrados defeitos no produto e é necessário retrabalhá-lo ou por vezes descartá-lo, devido a problemas de qualidade. Isto pode dever-se ao facto de o equipamento estar mal calibrado e produzir erradamente.
Perdas de arranque	Este tipo de perda engloba o tempo perdido no <i>set-up</i> da máquina para iniciar a produção e os produtos defeituosos devido à interrupção. Isto acontece quando são realizados arranques na produção, como por exemplo, após um período de manutenção, ou após o regresso de férias ou almoço.

Os fatores que afetam o OEE não são igualmente importantes em todos os casos e devem ser estabelecidos pesos diferentes. Além disso, Dal et al. (2000) descreveram que OEE aparece de forma diferente em várias literaturas de OEE. Mencionaram ainda que o OEE só pode ser adequado para indústria baseada em processos de alto volume, onde a utilização da capacidade é de alta prioridade e as paragens ou interrupções são caras em termos de capacidade perdida.

Em conclusão, OEE é um método de medição básico e fundamental para um sistema de medição de desempenho. Requer uma classificação mais ampla de perdas para melhor compreensão da utilização da máquina. Além disso, os níveis de medição OEE e os fatores que afetam são diferentes em vários setores de negócios e indústrias. Portanto, é necessário um OEE feito sob medida em diferentes indústrias ou setores de negócios.

2.3.3 Outros Indicadores de Manutenção

Um indicador serve para dar uma indicação sobre determinada característica ou acontecimento. São estes parâmetros que, quando utilizados, avaliam a eficiência dos trabalhos de manutenção. Permitem medir a eficácia das ações implementadas e medir as diferenças entre as previsões e os resultados operacionais.

Estes indicadores são auxiliares da decisão, a qual consiste em orientar, propor, planejar, diagnosticar, corrigir ou até melhorar. Contudo não é aconselhável o recurso a muitos indicadores de desempenho, pois pode desfocar a realidade ao cruzar todos os parâmetros entre si.

Assim, é de salientar a criação da norma NP EN 15341 2009 que estabelece uma série de indicadores capazes de monitorizar o desempenho do processo de manutenção. De acordo com essa mesma norma, os indicadores de desempenho da manutenção são definidos como grandezas que têm como objetivo medir o estado, estabelecer comparações, diagnosticar, definir metas e objetivos, planejar ações de melhoria e medir os resultados das modificações a longo prazo.

Segundo Cabral (1998) só se gere aquilo que se pode medir. Assim, os indicadores de gestão da manutenção tornam-se fundamentais para atingir a excelência da manutenção e utilizar os bens de uma forma competitiva. O mesmo autor, sugere ainda que é boa política:

- Procurar indicadores expressivos mais simples de calcular;
- Utilizar poucos indicadores;
- Manter a possibilidade de descer ao pormenor para investigar desvios e variações anómalas.

Contudo, para a construção destes indicadores, é necessária uma base de dados capaz de fornecer toda a informação necessária. Para a construção desta base de dados, o registo de todas as ocorrências deve ser feito para que a informação seja usada quando necessário. Essa informação relativa às ocorrências é de vital importância, pois só com essa informação mais simples será possível construir indicadores mais complexos. De seguida serão apresentados alguns indicadores de gestão da manutenção, segundo a norma NP EN 15341 e segundo Cabral (1998).

2.3.3.1 MTBF - *Mean Time Between Failures*

Num determinado equipamento, exprime-se o tempo médio de bom funcionamento, ou seja, o tempo que decorre, em média, entre duas avarias consecutivas. Este indicador permite apurar a fiabilidade do equipamento. Assim, Torell and Avelar (2004) referem que para um bem reparável e para um determinado período de tempo o MTBF (*Mean Time Between Failures*) pode ser obtido através da seguinte como:

$$MTBF = \frac{\text{Tempo Disponível} - \text{Tempo de Paragem}}{\text{Número de Avarias}} \quad (2.5)$$

2.3.3.2 MTTR - *Mean Time to Repair*

A expressão MTTR (Mean Time to Repair) exprime o tempo médio necessário para reparar uma avaria. Neste sentido considera-se como o tempo dedicado à reparação o tempo durante o qual um componente passa do estado para ser restaurado para uma condição de bom funcionamento (Torell and Avelar, 2004). Um tempo de reparação baixo, permite concluir que as reparações se fazem com rapidez. Facilmente se conclui que o objetivo de uma empresa será o de diminuir o valor deste indicador:

$$MTTR = \frac{\text{Tempo de Reparação}}{\text{Número de Avarias}} \quad (2.6)$$

2.3.3.3 Disponibilidade

Tal como o nome indica, este indicador sugere o tempo durante o qual determinado equipamento está disponível para operar. Deste modo, pode ser obtido por uma relação entre a MTBF e MTTR. Normalmente é apresentado em forma percentual (Verbrugge et al., 2005):

$$\text{Disponibilidade (\%)} = \frac{MTBF}{MTBF + MTTR} \times 100 \quad (2.7)$$

A juntar a estes indicadores pode ainda considerar-se o indicador de custos, que estima os custos diretos e indiretos da manutenção. Normalmente, este tipo de indicador confronta o custo da manutenção com a faturação total da empresa ou com a unidade de produção (Cabral, 1998).

2.4 Sumário

Este capítulo focou-se em apresentar uma base teórica sólida dos conceitos da manutenção que serão abordados ao longo do desenvolvimento desta Dissertação. Para garantir uma uniformidade ao longo do relatório os principais conceitos são aqui mencionados e descritos.

Ao nível da gestão da manutenção, foram apresentados os principais benefícios de uma gestão rigorosa nesta área industrial. Expuseram-se os ganhos possíveis de alcançar, bem como a necessidade de uma empresa reconhecer a manutenção como um dos seus pilares, com grande influência na área produtiva.

Por fim abordou-se a metodologia TPM. Esta metodologia é inicialmente descrita com um enquadramento histórico de forma a melhor compreender a sua evolução até aos dias de hoje. São apresentados os benefícios da sua implementação, os pilares em que esta assenta, bem como quais as métricas usadas para acompanhar e avaliar a sua implementação. Um exemplo desta métricas prende-se com os indicadores que serão posteriormente calculados e analisados.

Capítulo 3

Descrição do Problema

Este capítulo focar-se-à no processo produtivo da empresa onde se desenvolveu o projeto, a Amorim Cork, mais concretamente na PortoCork, onde está presente o NDtech, setor onde o projeto incidiu e que se dedica à categorização individual de uma rolha quanto à quantidade de TCA presente. Antes de mais é necessário mencionar que os dados que serão posteriormente analisados, não o foram até então, resumidamente porque o foco ao longo dos últimos anos foi consolidar a produção e assim atingir os objetivos estipulados pela empresa. Em 2020 conseguiu-se superar os objetivos produtivos, pelo que a otimização da manutenção torna-se uma prioridade, com vista a melhorar os indicadores já trabalhados até então, bem como a introdução de novos, que permitam avaliar e acompanhar a manutenção.

3.1 Processo Produtivo

O NDtech é atualmente o único processo capaz, de a nível industrial, analisar milhões de rolhas anualmente quanto à presença e quantificação de TCA nas rolhas naturais. Dadas as exigências atuais do mercado, as soluções disponíveis não eram capazes de dar resposta, em tempo útil, visto as análises cromatográficas disponíveis demorarem minutos ou mesmo horas a conseguir tirar conclusões. A solução encontrada no NDtech, permite uma análise individual de uma rolha em 15 segundos, resultando num total de cerca de 240 rolhas analisadas por módulo por cada hora de trabalho. Numa janela de trabalho média diária de 23 horas, com a presença de 58 Módulos, o NDtech tem capacidade de analisar diariamente 320 milheiros¹ de rolhas naturais.

Nas Figuras 3.1, 3.2 e 3.3 são apresentados os diversos equipamentos que compõem o sistema. Através do Sistema de Alimentação, cada rolha é alimentada para um sistema de incubação, o Pré-Incubador, onde a rolha é aquecida, promovendo assim a volatilização do TCA. Posteriormente, a rolha através do equipamento Festo é transferida por uma garra de atuação simples para o Cromatógrafo, a qual é introduzida numa câmara e através de um gás de arraste a amostra é encaminhada para um forno cromatográfico onde se dá a separação dos compostos.

¹ Milheiro corresponde a uma quantidade de 1000 rolhas.

Posteriormente a detecção é obtida por captura de elétrons, obtendo-se um cromatograma no qual é possível identificar o pico do composto, caso esteja presente, sendo que os valores resultantes de cada análise são obtidos por integração desse pico em mV·s, Figura 3.4 (Costa et al., 2020).



Figura 3.1: Linha de produção NDtech 1.0: Pré-incubador (A), Fecho (B) e Módulo (C).



Figura 3.2: Linha de produção NDtech 1.0: Sistema de Alimentação 1 (A) e Sistema de Alimentação 2 (B).

Após esta análise, o robot Festo volta a recolher a rolha e a depositá-la, consoante o valor obtido resultante dessa análise, num dos três possíveis caminhos do tapete de saída. Na Figura 3.3 estão apresentados os pontos de recolha e abastecimento das rolhas.

No caso de a rolha apresentar um pico até 6 mV·s será categorizada como uma rolha grupo 1 (G1) – livre de TCA/TCA não detetável, isto é, abaixo de 0,5 ng/L; entre 6 e 25 mV·s trata-se de uma rolha grupo 2 (G2) (até 2 ng/L), que pode ou não estar contaminada. Acima de 25 mV·s são rolhas grupo 3 (G3), correspondentes ao grupo rejeitado, por possuírem concentrações de TCA elevadas (Costa et al., 2020).



Figura 3.3: Linha de produção NDtech 1.0: Ponto de recolha do produto final (A) e Ponto de abastecimento de rolhas (B).

3.2 Manutenção no NDtech - Estado Atual

Atualmente, a gestão da manutenção no NDtech é feita principalmente pelo Coordenador da Manutenção e pela Chefia do setor, Figura 3.5. O primeiro tem como missão coordenar todas as atividades de forma a manter e colocar todos os equipamentos em plenas condições de operação, tornar os equipamentos fiáveis, bem como transmitir o conhecimento técnico aos Coordenadores de turno, para que também estes sejam capazes de não só realizar manutenção bem como de designar quais os operadores capazes de cada nível de manutenção na sua Equipa.

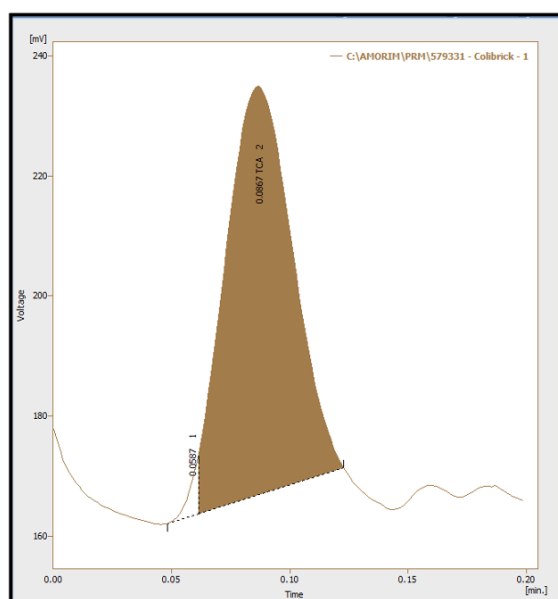


Figura 3.4: Exemplo de cromatograma obtido e integração abaixo da curva do pico de TCA.

Uma boa prática da empresa é a Escola de Operadores, um dia repleto de formações das diversas áreas industriais, tais como a Melhoria contínua, a Higiene e Segurança no trabalho e Normas de Qualidade, que visam dotar cada operador de ferramentas necessárias para melhorar o seu dia a dia, tanto a nível de segurança como de conhecimento técnico, contribuindo assim para uma equipa mais capaz de identificar e solucionar problemas que lhes apareçam. No Anexo A, incluiu-se a apresentação feita com vista a apresentar o estado atual da manutenção no setor, bem como o de iniciar a formação da equipa relativamente ao TPM e das alterações que foram posteriormente implementadas.

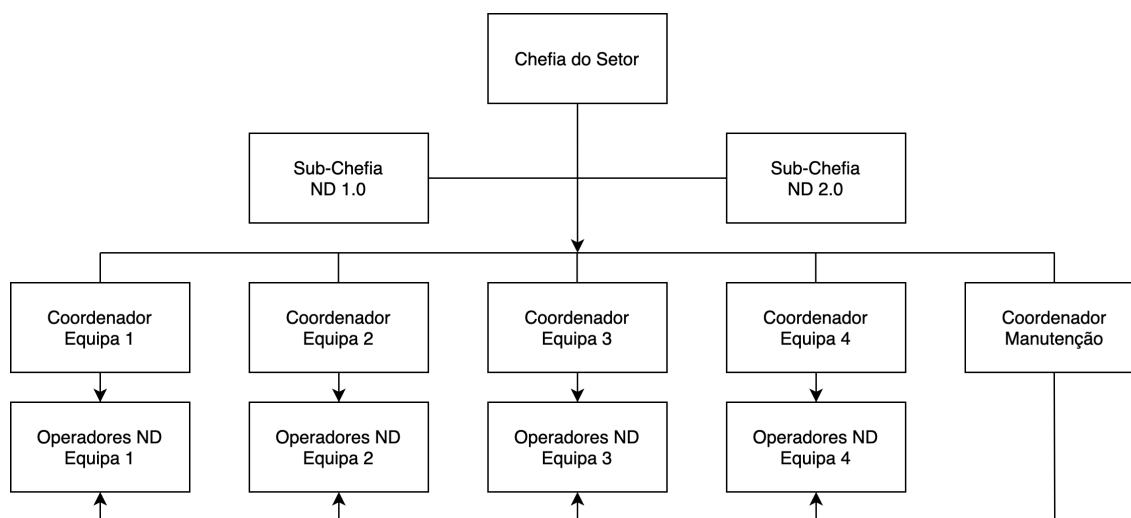


Figura 3.5: Estrutura do NDtech.

É ainda importante mencionar que a manutenção está dividida por níveis, que não dependem apenas das tarefas que se executam, mas também das competências e meios disponíveis para que seja possível efetuá-las.

- Nível 1 - Indicações fornecidas ao operador pelo construtor/fornecedor do equipamento, através de elementos simples de substituição com a máxima segurança possível para quem efetua a operação. Inspeção, análise sensorial e limpeza;
- Nível 2 – Reparações que podem ser efetuadas com substituição de elementos *standard*, tais como lubrificações e verificações de funcionamento. Simples operações de manutenção preventiva de média complexidade onde é garantida toda a segurança através de instruções de funcionamento;
- Nível 3 – Substituição de peças e elementos através de diagnóstico e localização de avarias, onde são efetuadas reparações mecânicas simples e operações de manutenção preventiva. Estas ações são frequentemente realizadas por técnicos, onde deverão ser efetuados ensaios e medições garantindo as instruções indicadas;
- Nível 4 – Trabalhos de manutenção preventiva e corretiva, efetuado por empresa especializada no equipamento ou área de intervenção, onde devem ser efetuadas calibrações e aferições dos aparelhos de medida e controlo utilizados recorrentemente nas operações de manutenção;
- Nível 5 – Reparações importantes a efetuar que podem ser a renovação total de um equipamento ou processo, que devem ser confiadas a técnicos altamente especializados dentro ou fora da empresa.

Com vista a tornar esta classificação mais esclarecedora, fez-se a atribuição de cada nível aos equipamentos do setor. Com esta classificação pretende-se assim garantir uma equipa multidisciplinar em cada turno, bem como estruturar as futuras formações aos operadores.

- Nível 1 - Técnico NDtech com competências bases, onde intervém ao nível das câmaras;
- Nível 2 - Técnico NDtech com competências até ao final da *Transferline*;
- Nível 3 - Técnico NDtech com competências para atuar ao nível das válvulas (intervenções mecânicas);
- Nível 4 - Técnico NDtech com competências para atuar em completo nos componentes do forno;
- Nível 5 - Técnico NDtech com competências para atuar sobre todos os componentes eletrónicos.

3.2.1 Registo de Intervenções

Uma vez que o trabalho centrar-se-á na gestão da manutenção com vista a melhorá-lo, é importante perceber como são atualmente feitos os registos associados à manutenção. De notar que existe o NDtech 1.0, a primeira versão e estável a nível produtivo e a versão 2.0, uma versão mais recente, menos instável que por isso, não será alvo imediato da aplicação da filosofia TPM, mas sim numa fase posterior, visto grande parte do estudo ser extrapolável a ambas. Atualmente existem dois sistemas de informação distintos a ser utilizados: uma base de dados em *Microsoft Access* e o SAP.

Microsoft Access

Como podemos constatar, atualmente aquando de uma paragem de um módulo, o operador é responsável por introduzir a paragem nesta base de dados, em *Microsoft Access*, que será designado apenas por Access em diante, preenchendo diversos campos identificativos, tais como: a localização do módulo (ex: 2.14.1406.L001.S001, leia-se: "Módulo 1.1", L001 corresponde à linha 1, S001 à máquina 1, "2.14.1406" corresponde à localização da fábrica dentro do software SAP), o tempo que esteve parado, o motivo da paragem (ex: Baixa Sensibilidade Geral), o turno em que acontece o incidente, o calibre da rolha em produção, o lote e a ordem de fabrico. Este registo é feito aquando do fim do turno, pelo chefe de turno ou pela pessoa por este designada.

Atualmente cada operador é responsável por duas linhas e sempre que ocorra uma paragem, este regista num papel e somente no final do turno essa informação será passada para a base de dados. Em média são cerca de duas horas por dia (1h/turno) usadas para estes registos em Access.

De entre toda a informação introduzida, o Access é utilizado maioritariamente para consultar os tempos parados com vista o cálculo da Eficiência dos módulos, OEE (*Overall Equipment Effectiveness*). Posteriormente notar-se-á que existem campos que em regra geral não são preenchidos, em certa parte visto essa informação já estar a ser registada noutra plataforma.

SAP

O sistema SAP é um Sistema Integrado de Gestão Empresarial, ERP (*Enterprise Resource Planning*), desenvolvido pela empresa alemã SAP que significa "*Software Applications and Products*", que em português traduzimos para "Softwares, aplicações e processos". A SAP é a líder de mercado em software de aplicativo empresarial, ajudando empresas de todos os tamanhos e em todos os setores a funcionar da melhor forma: 77% das receitas de transações do mundo tem contacto com um sistema SAP. Efetivamente, trata-se da maior fornecedora de soluções em ERP do mundo, e o principal responsável pelo conceito de integração de sistemas. (SAP, SAP)

É importante referir que a implementação do software SAP deu-se no término do ano 2019, pelo que não temos informação de dados anteriores a dezembro desse mesmo ano.

Para conseguir esta integração entre diferentes setores de uma empresa, o software é composto por diversos módulos, consoante o objeto em análise, de mencionar a título de exemplo os módulos de Vendas e Distribuição, Contabilidade e por último aqueles que serão alvo do nosso estudo,

Planeamento de Produção e a Manutenção. Dentro de um módulo específico, o software está dividido em transações. Em baixo apresenta-se a lista das transações utilizadas:

- IW38 - Custos;
- IW28 - Tempo;
- MB51 - Material.

Para que o software consiga associar informação entre transações, aquando do primeiro registo de paragem, designado por "Abertura de Ordem", é criado automaticamente um número de Ordem, um número único, identificador da reparação, a qual podemos rastrear dentro de cada transação, com vista a identificar o tempo parado, o motivo da paragem, o consumo de material inerente àquela paragem, o atual estado da mesma, as horas de mão de obra gastas, etc.

É ainda importante mencionar que estas bases de dados em SAP têm vindo a ser alimentadas desde a sua implementação, há cerca de uma ano, mas até então a informação de lá retirada e posteriormente analisada foi muito reduzida, daí a implementação da filosofia TPM ser uma necessidade.

Numa rápida análise aos dados de ambos os sistemas de gestão, facilmente nos apercebemos que existe uma duplicação dos dados, em certa medida devido à maior facilidade de um perante o outro em introduzir ou obter um determinado registo. Um dos objetivos a curto médio prazo será a abolição dos registos em Access, sendo o foco exclusivamente no SAP, visto além da maior fiabilidade, ser comum a todo o grupo, permitindo uma melhor comparação entre as diferentes unidades de negócio do grupo.

3.2.2 Manutenção Preventiva

Atualmente, o campo da Manutenção Preventiva, apesar de presente, é realizada em pequena escala. Este tipo de manutenção é baseada maioritariamente no conhecimento empírico do Responsável da Manutenção, juntamente com a experiência no terreno da Equipa.

As preventivas atualmente em vigor totalizam três, sendo elas:

- Limpeza: 1h/3 vezes por semana, nesta preventiva o principal foco é a limpeza das linhas, com vista a ser mais fácil identificar possíveis avarias ou deteriorações ainda num estado inicial. Trata-se assim também de uma inspeção visual;
- *Checklist* dos módulos: diariamente no arranque do turno, os operadores seguem uma lista de pontos a verificar, de modo a garantir que o processo está OK e a produzir sem defeitos. Possíveis apertos, afinações e ajustes são feitos aqui;
- Manutenção anual em dezembro: corresponde ao único período do ano onde os equipamentos estão parados, sendo possível fazer uma intervenção mais pormenorizada. São substituídos diversos materiais que, pela experiência, falham com uma periodicidade inferior a um ano. Esta intervenção é ao nível mecânico e elétrico.

Estas boas práticas, constituem a manutenção preventiva do setor. É de notar que principalmente na manutenção anual não existe um historial da durabilidade dos equipamentos, que permita com confiança e rigor saber quais os materiais mais críticos onde se deve focar a intervenção.

3.3 Sumário

Neste capítulo foi apresentado o processo produtivo da fábrica, bem como a realidade atual da manutenção no setor.

A nível da manutenção procurou-se conhecer a forma como estão separadas as tarefas na equipa, o processo de registo aquando de uma avaria e posterior intervenção, bem como as ações preventivas já em execução.

Para posteriormente estabelecer um plano de ação e implementação da metodologia TPM, foram identificadas as variáveis que já estão a ser registadas nas bases de dados existentes.

Capítulo 4

Metodologia de Trabalho

Ao longo deste capítulo será apresentado o trabalho desenvolvida, tendo por base os dados retirados das bases de gestão apresentadas no capítulo anterior, tendo por base a aplicação da filosofia de manutenção industrial inicialmente apresentada, o TPM.

É importante referir que todos os valores monetários aqui apresentados são fictícios, sendo que foram todos eles multiplicados por uma constante K de modo a garantir a confidencialidade dos mesmos, sem comprometer de todo a análise. Processo idêntico foi feito relativamente aos materiais utilizados, visto ser uma tecnologia patenteada, optou-se por atribuir apenas uma designação numérica a cada item, ex: "Material 49".

4.1 Tratamento dos dados

4.1.1 Base de dados em *Microsoft Access*

Inicialmente, começou-se por fazer uma análise da informação presente na base de dados em *Microsoft Access*, visto serem esses os utilizados no cálculo da OEE do setor, bem como em primeira instância no acompanhamento do estado de funcionamento dos módulos.

Com vista ao tratamento dos dados, transferiu-se a totalidade da base de dados de Access para um ficheiro Excel, como podemos ver na Figura 4.1, um excerto das operações.

Foi então necessário proceder a uma filtragem e limpeza dos dados, que entre outros problemas, apresentavam diversos erros de registo, a mencionar:

- Erros de ortografia, que acabam por induzir a análise em erro, não abrangendo todas as paragens;
- Diferentes nomenclaturas para o mesmo motivo de paragem, por exemplo Baixa Sensibilidade de Câmara vs BSC;
- Campo "Outros", teoricamente usado para identificar problemas incomuns, que como iremos verificar é um dos motivos de paragem com maior peso;

- Registos onde diversos campos não estão preenchidos, pelo que tiveram de ser removidos por serem inconclusivos.

	A	B	C	D	E	F	G	H
	Data	Modulo	ModuleID	Turno	Motivo	Tempo de Paragem	OF	Observações
1	01/02/2020	compras1	P32	1 (8h-20h)	Trizquel - Robot	70		
2	01/02/2020	compras1	P32	1 (8h-20h)	Mudança de Lote	115		
3	01/02/2020	compras1	P32	1 (8h-20h)	Erro Software - Run Time	70		
4	01/02/2020	compras1	P32	1 (8h-20h)	Controlo	45		
5	01/02/2020	S1.1	P45	2 (20h-8h)	Pré-incubador (PH)	5	1100062638	
6	01/02/2020	S1.2	P08	1 (8h-20h)	Calibração (Software)	15		
7	01/02/2020	S1.3	P13	2 (20h-8h)	Baixa Sensibilidade Câmara(s)	120	1100062638	
8	01/02/2020	S1.4	P01	1 (8h-20h)	Problemas PTX (descrever)	25		Teste 2.0
9	01/02/2020	S1.4	P01	1 (8h-20h)	Pré-incubador (PH)	75		
10	01/02/2020	S10.2	P54	2 (20h-8h)	Câmara - Pneumático	55	1100064730	
11	01/02/2020	S10.2	P54	2 (20h-8h)	Baixa Sensibilidade Câmara(s)	40	1100064730	
12	01/02/2020	S10.3	P31	2 (20h-8h)	Baixa Sensibilidade Câmara(s)	90	1100064730	
13	01/02/2020	S10.5	P14	1 (8h-20h)	Câmara - Encravamento Camara(s)	70		
14	01/02/2020	S2.2	P23	2 (20h-8h)	Manutenção Programada	95	1100062638	
15	01/02/2020	S2.3	P37	2 (20h-8h)	Manutenção Programada	95	1100062638	
16	01/02/2020	S2.3	P37	1 (8h-20h)	Baixa Sensibilidade Geral	320		
17	01/02/2020	S3.1	P16	2 (20h-8h)	Manutenção Programada	60	1100062638	
18	01/02/2020	S3.2	P62	2 (20h-8h)	Flutuação de picos	720	1100062638	
19	01/02/2020	S3.4	P06	1 (8h-20h)	Baixa Sensibilidade Geral	15		
20	01/02/2020	S3.5	P09	1 (8h-20h)	Flutuação de picos	215		
21	01/02/2020	S4.2	P26	2 (20h-8h)	Manutenção Programada	70	1100063547	
22	01/02/2020	S4.3	P61	1 (8h-20h)	Baixa Sensibilidade Geral	270		
23	01/02/2020	S4.3	P61	2 (20h-8h)	Baixa Sensibilidade Câmara(s)	55	1100063547	
24	01/02/2020	S4.5	P20	1 (8h-20h)	Trizquel - Robot	5		
25	01/02/2020	S4.6	P19	2 (20h-8h)	Baixa Sensibilidade Câmara(s)	55	1100063547	
26	01/02/2020	S5.1	P24	2 (20h-8h)	Baixa Sensibilidade Geral	670	1100063547	
27	01/02/2020	S5.2	P48	1 (8h-20h)	Baixa Sensibilidade Câmara(s)	20		
28	01/02/2020	S5.3	P59	1 (8h-20h)	Erro Software - Integration Results File	10		

Figura 4.1: Base de dados em Excel.

Após esta filtragem podemos, com confiança, analisar os dados provenientes do Access, tendo como campos de análise os Motivos de paragem, o número de vezes que esse motivo aparece, bem como o peso percentual que representa, como podemos ver na Tabela 4.1. Na tabela estão presentes os motivos de paragem que correspondem a aproximadamente 90% do tempo parado para o conjunto dos 58 módulos que constituem o NDtech 1.0. Para a obtenção desta tabela, usaram-se as funcionalidades das Tabelas Dinâmicas do Excel. Criou-se ainda um gráfico de barras, Figura 4.2 que permite analisar a evolução do tempo parado ao longo dos meses do ano. As conclusões foram as que inicialmente estavam previstas, dado que o arranque das máquinas, no início do ano, revela-se sempre bastante demorado, obrigando a elevados consumos de tempo e material com vista a garantir que o processo funcione dentro dos requisitos.

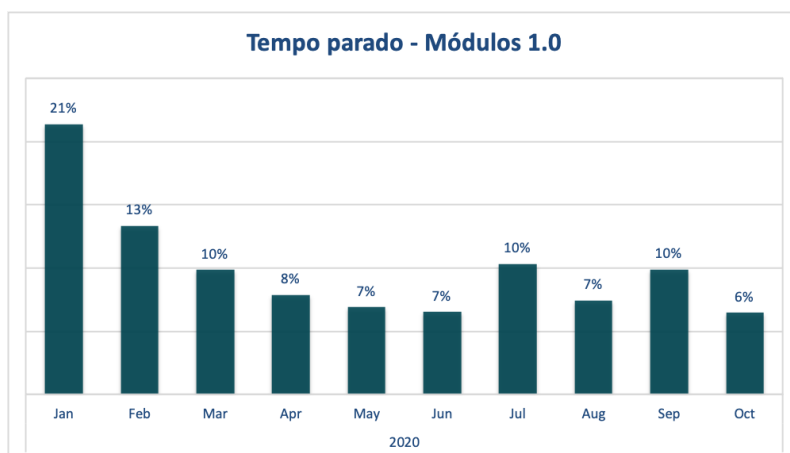


Figura 4.2: Distribuição mensal do tempo parado dos módulos 1.0 até Outubro 2020.

Tabela 4.1: Principais motivos de paragem.

Geral 2020\todos modulos	Intervenções	Tempo parado
Trizguel - Robot	12,5%	3,5%
Baixa Sensibilidade Geral	8,8%	26,1%
Outro (descrever)	8,0%	7,3%
Pré-Incubador (PH)	7,3%	2,1%
Baixa Sensibilidade Câmara(s)	5,9%	6,2%
Erro Software - Integration Results File	5,9%	1,8%
Manutenção Programada	5,6%	6,0%
Erro Software - Chamber	5,3%	0,6%
Festo - Robot Módulo	4,8%	1,9%
Problemas PTK (descrever)	4,4%	12,3%
Mudança de Lote	3,7%	0,9%
Calibração (Software)	2,0%	1,3%
Sem Lote	1,9%	8,5%
Outro - Elevada Rejeição (pulso mecanico)	1,9%	3,4%
Câmara - Encravamento Camara(s)	1,8%	0,7%
Paragem Teste Almoço	1,7%	0,9%
Erro Software - Fault	1,7%	3,3%
Erro Software - Run Time	1,6%	1,2%
Carry-over Geral	1,4%	1,8%
Festo - Robot Módulo (pinças)	1,4%	0,3%
Controlo	1,1%	0,6%
Limpeza Ellutia	1,1%	1,1%
Manutenção Preventiva	1,0%	0,5%
Σ	90,7%	91,8%

Neste momento eram visíveis quais os principais problemas presentes nas dez linhas dos módulos do NDtech 1.0. Assim, na reunião semanal, após o tratamento destes dados, estes foram apresentados à equipa com vista a delinear estratégias de ação. Dessa reunião foi possível concluir que entre os 23 motivos listados, 7 destes, que totalizam aproximadamente 48% das paragens, já tinham planos de ação implementados pelo que será de esperar uma redução do seu peso percentual no decorrer dos próximos meses. Um outro ponto de bastante interesse, reside na diferença entre a percentagem de ocorrência e o tempo parado que implica. Concretamente o caso da Baixa Sensibilidade Geral, que representa apenas 8% das ocorrências, é no entanto responsável por 26% do tempo que os módulos estão parados. Por outro lado, o campo "Outros", continua a ser de elevado interesse, dado o peso percentual que representa, aproximadamente 8% das intervenções e 7% do tempo parado. Para isso, procurou-se analisar o campo "Descrever", presente na base de dados em Access.

A Tabela 4.2 revelou-se bastante inconclusiva, devido ao elevado número de erros presentes no registo, grande parte deles idênticos aos identificados previamente, nomeadamente pelo facto de existirem motivos de paragem designados de forma distinta que representam o mesmo problema, tais como: "Mesmo tempo", "Alimentação em simultâneo", "Alimentação simultânea" e "Módulo ao mesmo tempo". Por outro lado, a uma grande parte destas paragens não devia ter sido atribuída a designação de "Outros", visto essa designação constar na restante análise mencionada previamente.

Neste momento, tornou-se clara a necessidade de normalizar os motivos de paragem, garantindo que daquele momento em diante, determinado acontecimento, tivesse uma designação própria, conhecida por todos os operadores das máquinas. Para tal, procedeu-se à realização de uma

Tabela 4.2: Análise do motivo de paragem "Outros".

Análise dos "Outros" - Count Intervenções	
Outro (descrever) - 8%	
Apagar cromatogramas	5,7%
Mesmo tempo	4,7%
Alteração do layout	4,0%
Alimentação em simultâneo	3,8%
Não alimentado	3,5%
Apagar ficheiros	2,3%
máquina não liga	1,9%
Alimentação simultanea	1,6%
Módulo ao mesmo tempo	1,6%
Teste	1,4%
Alimentação	1,3%
Mistura	1,2%
Checklist	1,1%
P unit grafana	1,1%
Máquina desligada	1,1%
Alteração de software	1,1%
Curto circuito	0,9%
Máquina não ligava após reset de emergência	0,9%
máquina não ligava	0,9%
Módulo não alimentado	0,8%
Paragem programada	0,7%
Mudança de Software	0,6%
subst bloco	0,6%
Σ	42,9%

Listagem de Motivos de Paragem, Figura 4.3, onde com a ajuda dos chefes de turno e responsável pelo setor, fosse possível chegar a um consenso dos motivos existentes, eliminando aqueles que atualmente não têm peso, visto terem sido corrigidos no passado, bem como a inclusão de novos, levando ainda à exclusão do campo "Outros".

De notar que se trata de uma listagem que pretende ser de fácil acesso a qualquer operador, pelo que foram impressas 10 cópias, distribuídas uma por cada linha. O objetivo desta listagem é ser também atualizada, conforme surjam novos motivos de paragem, garantindo que a comunicação é feita a toda a equipa e que todos tenham conhecimento das alterações.

Por outro lado, era claro que o problema nos registos não se centrava apenas na falta de uma normalização dos motivos de paragem. Foi então que se criou um novo formulário em Access, Figura 4.4, onde se retirava a liberdade na introdução do motivo paragem, através da escolha desse motivo numa lista pré-definida, lista essa igual à lista disponível em cada máquina. Com estas alterações é espetável que no futuro os dados retirados desta base de dados apresentem uma maior fiabilidade apresentando assim com maior precisão a realidade do setor.

De notar, que a análise feita na Tabela 4.1 foi para o geral dos módulos do setor NDtech 1.0, ou seja, neste momento conhecemos o comportamento médio dos módulos, referente a 90% dos seus motivos de paragem. No entanto, fica inconclusivo, se nos restantes 10% existe algum motivo com maior incidência num módulo particular que possa ser indicador de um problema que numa

AMORIM CORK	Motivos de Paragem	NDtech
Alimentação - Calhas aramadas	Intervenção no módulo ao lado	
Alimentação - Desviador	Inventário PTK	
Alimentação - Robot	Limpeza Ellutia	
Alimentação - Sistema Retenção	Lote Rejeitado	
Alimentação - Tapete Entrada	Manutenção Programada	
Alimentação - Tapete Saída	Módulo Não Aquece	
Alimentação - Tela transp. Vertical	Módulo Parado Permanentemente ou Sem Módulo	
Alimentação - Travão	Módulo Sem Abastecimento	
Almoço/ Jantar	Módulos em Simultâneo	
Ausência de Recursos	Mudança de Lote	
Baixa Sensibilidade Câmara(s)	PC - Limpeza COMs ocultas	
Baixa Sensibilidade Coluna	PC - Limpeza cromatogramas	
Baixa Sensibilidade Geral	PH - não aquece	
Calibração (Mecânica)	PH - Encravamento	
Calibração (Software)	Problemas PTK (descrever)	
Câmara - Eixo partido	Pulsos Mecânicos	
Câmara - Encravamento Camara(s)	Sem Lote	
Câmara - Pneumático	Alimentação - Pinça rotativa	
Câmara - Porta Cap	Camara Não Fecham	
Câmara - Subst. Bloco	Compostos extra	
Câmara - Tubo de Azoto	Controlador Fluxo - Câmaras	
Câmara - Vedante	Controlador Pressão - Coluna/Carrier	
Carry-over Câmara	Enable Feeder Desativado	
Carry-over Cíclico	Erro 16933	
Carry-over Geral	Erro 16979	
Centrifugo Alimentação	Erro 17744	
Controlo	Erro 18000	
Cook	Erro 18005	
Curto Circuito	Erro Software - Gripper	
Eletrónica - Gasboard	Erro Software - Não guarda estatísticas	
Eletrónica - Mainboard GC	Erro Software - Carriage	
Eletrónica - Porportional Valve KK	Não Ativa Seals	
Elevada Rejeição	Sem Pico de TCA ou Ar	
Erro Software - Bloqueio Software Amorim	Sinal Alto	
Erro Software - Chamber	Válvula CSV Presa	
Erro Software - Ellutia	Válvula CSV Solta do Suporte	
Erro Software - Fault	Válvula DSV Presa	
Erro Software - Integration Results File	Válvula DSV Solta do Suporte	
Falha Elétrica (Ndtech)	Válvula Injeção Presa	
Falha Elétrica (PTK)	Válvula Injeção Solta do Suporte	
Falha/Fuga de Ar comprimido (Ndtech)	Válvula SSV Presa	
Falha/Fuga de Ar comprimido (PTK)	Válvula SSV Solta do Suporte	
Falha/Fuga de Azoto (Ndtech)		
Falha/Fuga de Azoto (PTK)		
Festo - Robot Módulo		
Festo - Varrimento		
Flutuação de picos		
Intervenção Ar Condicionado		

Figura 4.3: Listagem dos motivos de paragem.

análise geral não seja de possível identificação. De referir que dentro desses 10%, todo e qualquer motivo aparecerá com uma ocorrência inferior a 1%. Para isso procedeu-se à análise por módulo presente na Figura 4.5.

A zona sombreado a verde, representa os motivos que totalizam no geral dos módulos um valor de 8%, deixando os restantes 2% no fundo da tabela, concentrados aqui os 16 motivos com menor peso. Usando a formatação condicional do Excel, foi-se à procura de qualquer valor superior a 1.5%, critério esse estabelecido em reunião de equipa. Posteriormente, esses dados foram analisados na reunião semanal, onde o foco foi por módulo para tentar identificar os motivos que apresentavam valores fora da média.

Esta análise permitiu identificar um problema no módulo P23, "Intervenção Ar Condicionado", com um peso percentual de 1.64%, que posteriormente se identificou como sendo causado pela presença de um equipamento de ar condicionado instalado por cima do módulo que obriga à sua paragem sempre que este necessita de ser intervencionado.

Form Intervenção

AMORM CORK

NDtech

Registro de Paragens

Data

09/11/2020

Turno

NDtech

Módulo

Motivo

Alimentação - Calhas aramadas
Alimentação - Desviador
Alimentação - Pinça rotativa
Alimentação - Robot
Alimentação - Sistema Retenção
Alimentação - Tapete Entrada
Alimentação - Tapete Saída
Alimentação - Tela transp. Vertical
Alimentação - Travão
Almoço/ Jantar
Ausência de Recursos
Baixa Sensibilidade Câmara(s)

Tempo Paragem (min)

OF

Observações

Próximo

Figura 4.4: Novo Formulário para base de dados em Access.

ANÁLISE POR OCORRÊNCIA/Módulo																																			
Intervenções	Módulos																																		
Row Labels	P01	P02	P03	P04	P05	P06	P07	P08	P09	P10	P11	P12	P13	P14	P15	P16	P17	P18	P19	P20	P21	P22	P23	P24	P25	P26	P27	P28	P29	P30	P31	P32	P33		
Gringal - Robot	6.01%	8.11%	17.96%	15.58%	10.36%	10.13%	0.00%	1.34%	6.74%	11.02%	8.73%	9.53%	12.01%	21.79%	8.57%	13.42%	10.52%	16.77%	11.41%	10.83%	8.79%	71.12%	10.50%	11.77%	6.79%	10.20%	10.00%	18.44%	8.41%	10.22%	0.00%	19.32%	19.49%		
Baixa Sensibilidade Geral	12.22%	5.65%	11.44%	14.72%	3.93%	20.11%	0.00%	1.64%	11.71%	7.29%	4.64%	3.82%	21.49%	1.63%	13.31%	11.77%	1.90%	8.61%	6.68%	12.20%	11.39%	1.67%	0.51%	20.80%	19.23%	10.50%	0.00%	9.92%	8.41%	1.09%	100.00%	1.38%	0.85		
Câmara (desenvol)	7.73%	12.26%	8.00%	14.20%	8.21%	4.84%	0.00%	0.21%	6.87%	8.07%	5.30%	11.45%	5.79%	4.14%	5.23%	8.01%	11.12%	7.68%	11.61%	1.78%	12.53%	11.40%	5.84%	5.84%	5.00%	6.12%	0.00%	10.00%	8.10%	7.00%	0.00%	8.12%	1.93		
Pinça rotativa (P01)	10.72%	5.86%	1.99%	3.02%	9.84%	6.07%	40.00%	5.86%	1.34%	5.73%	10.51%	4.87%	7.42%	9.05%	7.03%	12.41%	12.44%	7.65%	8.47%	9.62%	7.72%	7.61%	3.83%	7.02%	6.12%	0.00%	6.45%	7.79%	8.39%	0.00%	10.00%	10.63%	4.86		
Baixa Sensibilidade Câmara(s)	6.58%	5.65%	1.70%	7.30%	7.14%	6.20%	0.00%	0.60%	3.74%	4.69%	2.49%	5.54%	6.05%	6.21%	6.19%	8.97%	5.20%	6.08%	3.83%	5.02%	2.94%	20.00%	4.02%	7.02%	4.37%	0.00%	6.09%	7.17%	4.74%	0.00%	11.21%	4.46			
Pinça Software - Integração Resulta Fite	5.58%	7.21%	6.34%	3.63%	1.43%	4.05%	0.00%	1.86%	4.87%	3.99%	12.64%	4.90%	4.87%	4.60%	5.24%	5.37%	2.84%	0.70%	1.14%	7.46%	6.69%	3.31%	3.83%	8.03%	5.66%	1.83%	0.00%	6.45%	4.00%	13.31%	0.00%	6.76%	3.81		
Manutenção Programada	0.86%	5.41%	1.42%	2.35%	10.71%	2.45%	20.00%	2.95%	8.99%	3.91%	7.41%	8.40%	5.18%	2.81%	6.47%	5.03%	4.24%	2.20%	1.79%	1.21%	2.51%	6.99%	12.02%	1.82%	1.52%	7.79%	0.00%	6.09%	2.40%	0.00%	6.76%	5.93			
Pinça Software - Chamber	9.44%	4.50%	1.76%	5.53%	3.21%	2.45%	0.00%	1.60%	5.62%	3.39%	17.12%	4.00%	2.87%	5.63%	6.07%	4.23%	1.00%	4.78%	1.64%	6.68%	7.51%	1.64%	1.09%	4.02%	1.66%	7.28%	0.00%	1.43%	3.45%	1.56%	3.86%	3.39			
Pinça - Robot Módulo	5.15%	4.50%	1.41%	2.60%	13.57%	0.40%	0.00%	8.42%	1.87%	6.51%	10.10%	10.60%	1.44%	8.55%	5.24%	7.03%	5.32%	8.13%	1.42%	2.71%	7.11%	5.15%	4.37%	5.84%	2.40%	7.87%	10.00%	2.51%	2.40%	5.47%	2.00%	2.80%	8.05		
Pinça Software - Chamber	5.46%	5.41%	4.03%	6.06%	5.00%	4.40%	0.00%	4.40%	4.12%	3.18%	5.01%	4.54%	3.44%	4.32%	6.19%	5.70%	5.47%	5.36%	4.18%	4.75%	7.95%	4.78%	8.74%	5.11%	5.69%	3.79%	0.00%	4.64%	3.74%	5.11%	0.00%	5.86%	5.51		
Manutenção de Lente	1.72%	1.80%	1.41%	1.30%	1.07%	1.24%	0.00%	1.30%	1.05%	1.25%	1.32%	1.28%	1.48%	1.17%	1.35%	1.04%	1.27%	1.29%	1.48%	1.28%	1.04%	1.24%	1.48%	1.28%	1.04%	1.24%	0.00%	1.79%	2.80%	1.28%	0.00%	4.83%	5.51		
Calibração Software	1.63%	1.51%	4.08%	3.01%	1.07%	1.01%	0.00%	1.20%	1.00%	1.01%	1.01%	1.01%	1.01%	1.01%	1.01%	1.01%	1.01%	1.01%	1.01%	1.01%	1.01%	1.01%	1.01%	1.01%	1.01%	1.01%	0.00%	2.15%	1.41%	1.40%	0.00%	0.37%	0.65		
Pinça Lente	0.84%	0.90%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.71%	0.00%	0.24%	0.00%	0.38%	0.57%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.34%	0.00%	0.00%	0.00%	0.34%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00		
Câmara - Escaneamento Camaral	0.45%	0.15%	1.11%	0.87%	3.57%	2.14%	0.00%	1.64%	1.50%	2.15%	1.01%	0.71%	2.29%	1.20%	2.18%	1.51%	0.00%	0.00%	2.28%	1.08%	0.84%	0.14%	0.00%	1.44%	2.20%	1.75%	0.00%	2.21%	5.61%	2.19%	0.00%	0.37%	2.12		
Câmara - Escaneamento Camaral	2.15%	0.45%	0.35%	0.87%	1.43%	1.21%	0.00%	0.37%	1.50%	1.56%	2.02%	2.25%	0.88%	1.56%	1.90%	2.68%	0.35%	1.44%	1.90%	1.98%	2.51%	2.21%	0.51%	2.51%	1.51%	1.62%	0.00%	1.08%	8.10%	0.38%	0.00%	0.97%	2.12		
Pinça Total Almoço	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00			
Pinça Software - Fault	0.00%	0.45%	0.70%	1.30%	1.43%	2.43%	0.00%	10.62%	11.24%	1.04%	2.60%	0.00%	1.15%	1.77%	0.00%	0.00%	0.35%	0.00%	1.14%	1.02%	0.42%	2.21%	1.09%	1.09%	0.00%	0.00%	0.00%	0.72%	2.80%	0.73%	0.00%	0.48%	0.42		
Pinça Software - Run Time	2.58%	0.90%	1.41%	0.87%	0.71%	2.02%	0.00%	1.83%	0.37%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.48%	1.14%	2.37%	1.67%	1.47%	0.55%	1.46%	1.14%	1.46%	0.00%	1.43%	0.91%	1.09%	1.03%	0.42			
Carry-over Geral	0.84%	2.70%	1.87%	2.18%	1.70%	0.81%	0.00%	0.71%	1.87%	0.78%	1.46%	0.74%	1.44%	0.44%	0.55%	0.44%	0.00%	0.00%	0.04%	2.37%	1.38%	1.10%	2.71%	0.34%	1.51%	0.84%	0.00%	0.72%	2.18%	2.19%	0.00%	1.45%	1.39		
Pinça - Robot Módulo	0.84%	0.40%	0.35%	0.43%	3.21%	0.81%	0.00%	1.83%	1.87%	1.04%	2.80%	2.39%	0.84%	1.02%	0.91%	1.48%	1.42%	1.31%	1.52%	0.68%	1.67%	2.21%	1.09%	2.18%	1.89%	2.82%	0.00%	0.72%	0.11%	2.19%	0.00%	0.48%	1.27		
Controle	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.11%	0.00%	0.00%	0.37%	0.71%	0.16%	0.14%	0.00%	0.29%	0.00%	0.48%	0.14%	0.00%	0.48%	0.38%	0.68%	0.00%	0.14%	0.51%	0.34%	0.71%	0.00%	0.34%	0.61%	0.00%	0.00%	0.00%	0.42			
Impressão Elétrica	1.29%	1.35%	1.08%	2.16%	1.07%	1.21%	0.00%	1.09%	1.12%	0.78%	1.01%	1.13%	0.84%	0.77%	1.43%	1.01%	1.08%	1.44%	1.14%	1.02%	1.24%	1.10%	1.64%	1.09%	1.51%	0.87%	0.00%	1.08%	0.91%	1.09%	1.45%	1.27			
Manutenção Preventiva	2.15%	2.25%	1.23%	0.80%	0.00%	0.00%	0.00%	1.91%	0.00%	0.78%	0.14%	0.00%	0.57%	0.00%	1.41%	0.14%	4.86%	0.00%	0.39%	0.00%	0.00%	4.18%	0.51%	0.36%	0.38%	0.44%	0.00%	5.18%	1.21%	1.09%	0.00%	0.48%	0.60		
Falha/Quebra de Ato	1.29%	1.35%	1.08%	1.30%	1.07%	0.81%	0.00%	1.10%	1.12%	0.78%	1.01%	1.13%	0.84%	0.77%	1.43%	1.01%	1.08%	1.44%	1.14%	1.02%	1.24%	1.10%	1.64%	1.09%	1.51%	0.87%	0.00%	1.08%	0.91%	1.09%	1.45%	1.27			
Câmara - Presetização	3.72%	0.45%	1.41%	1.30%	0.71%	0.80%	0.00%	1.83%	0.37%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.48%	1.14%	2.37%	1.67%	1.47%	0.55%	1.46%	1.14%	1.46%	0.00%	0.43%	0.91%	1.09%	1.03%	0.42			
Pinçamento de peças	0.84%	0.90%	0.23%	0.00%	0.00%	0.40%	0.00%	0.00%	1.83%	0.37%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.48%	1.14%	2.37%	1.67%	1.47%	0.55%	1.46%	1.14%	1.46%	0.00%	0.43%	0.91%	1.09%	1.03%	0.42		
Carry-over Câmara	0.84%	0.90%	0.70%	0.87%	1.43%	0.40%	0.00%	0.00%	0.00%	1.87%	1.44%	1.01%	0.84%	0.37%	0.00%	0.00%	0.47%	0.31%	0.94%	0.00%	1.49%	0.00%	0.37%	0.51%	1.09%	0.71%	0.39%	0.00%	0.72%	1.56%	1.44%	0.00%	0.37%	0.85	
Almoço/ Jantar	0.84%	0.90%	0.70%	0.87%	0.71%	0.81%	0.00%	0.71%	0.71%	1.30%	0.34%	0.74%	0.57%	0.51%	0.51%	0.47%	0.71%	0.94%	0.38%	1.02%	0.84%	0.74%	1.09%	0.71%	0.71%	0.84%	0.00%	0.72%	0.41%	0.71%	0.00%	0.37%	0.85		
Tringal - Tapete	1.29%	1.35%	0.35%	0.47%	0.00%	0.00%	0.00%	1.47%	0.00%	0.78%	0.34%	0.38%	1.43%	1.28%	0.00%	0.00%	0.31%	0.94%	0.00%	0.68%	1.07%	0.74%	1.64%	0.34%	0.94%	0.00%	0.00%	0.00%	0.31%	1.09%	0.00%	0.37%	0.44		
Manutenção no módulo ao lado	0.84%	0.45%	0.35%	0.28%	1.41%	0.40%	0.00%	0.37%	0.71%	0.16%	0.14%	0.00%	0.29%	0.00%	0.48%	0.14%	0.00%	0.48%	0.38%	0.68%	0.00%	0.14%	0.51%	0.34%	0.71%	0.00%	0.34%	0.61%	0.00%	0.00%	0.00%	0.42			
Manutenção Preventiva - Katan	2.15%	1.35%	2.46%	0.00%	0.00%	0.40%	0.00%	1.83%	0.37%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.48%	0.00%	0.00%	0.00%	2.84%	0.48%	0.00%	0.00%	0.00%	2.84%	0.00%	0.00%	2.31%	0.00%	0.00%	0.00	
Câmara - Robot	0.00%	0.00%	0.00%	0.87%	0.00%	1.21%	0.00%	0.00%	0.37%	0.00%	1.01%	0.00%	0.57%	0.51%	0.48%	0.00%	0.71%	0.00%	0.00%	0.00%	0.84%	0.00%	0.51%	0.00%	1.13%	0.00%	0.00%	0.72%	0.91%	0.00%	0.00%	0.42			
Verificação Alimentação	0.00%	0.00%	0.00%	0.87%	0.71%	0.81%	0.00%	0.00%	0.24%	0.00%	0.38%	0.00%	0.57%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.34%	0.00%	0.00%	0.00%	0.34%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00		
Baixa Sensibilidade Câmara	0.84%	0.90%	0.00%	0.87%	0.00%	1.41%	0.00%	0.78%	1.12%	0.78%	0.14%	0.00%	0.57%	0.00%	0.00%	0.00%	0.14%	4.86%	0.00%	0.39%	0.00%	0.00%	4.18%	0.51%	0.36%	0.38%	0.44%	0.00%	5.18%	1.21%	1.09%	0.00%	0.48%	0.62	
Tringal - Apoio de Substituição	0.84%	0.90%	0.00%	0.43%	0.36%	0.40%	0.00%	0.71%	0.00%	0.52%	0.00%	0.00%	0.57%	0.51%	0.48%	0.00%	0.71%	0.00%	0.00%	0.00%	0.84%	0.00%	0.51%												
Calibração (Módulo)	0.00%	0.45%	0.35%	0.47%	1.21%	0.26%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.24%	0.91%	0.34%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.85		
Pinça - Escaneamento	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00		
Festa (preparação)	0.00%	0.45%	0.35%	0.47%	1.21%	0.26%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.24%	0.91%	0.34%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%							

O total de tempo parado até final de outubro foi de 40572 horas, o que corresponde a aproximadamente 10% de tempo parado:

$$\text{Tempo parado}(\%) = \frac{40572}{405536} \times 100 = 10\% \quad (4.2)$$

Dado que, em média 90% das rolhas analisadas num lote são G1 e que uma rolha é analisada a cada 15 segundos o total de rolhas G1 não analisadas é de 8763552:

$$\frac{40572(h) \times 3600(s)}{15(s)} \times 0,9(\%G1) = 8763552(\text{rolhas}) \quad (4.3)$$

Chegado a este momento, grande parte dos dados possíveis de tratamento provenientes da Base de dados em Access estavam analisados e tinham-se tirado conclusões. No entanto, continuamos sem informação quanto ao efeito das paragens e dos motivos de paragem a nível de consumo de material, bem como de custos de manutenção.

4.1.2 Base de dados em SAP

Numa abordagem inicial procurou-se conhecer o processo de registo das paragens em SAP, bem como baixas de material, processo esse já descrito no capítulo anterior.

Contrariamente ao que é feito na base de dados prévia, em SAP, temos acesso a um maior rigor aquando da localização da interrupção, não estando restritos apenas aos módulos. Cada linha está estruturada em SAP como sendo composta por vários equipamentos, em média 6 Módulos/Cromatógrafos, 6 Sistemas de Festo, 6 Pré-Incubadores e 2 Sistemas de Alimentação. Logo, à partida, é clara a confiança e precisão dos dados que poderão ser analisados quando comparados à Base de dados em *Microsoft Access*.

Esta análise iniciou-se pelo consumo de material, transação MB51, apenas com valores de consumos totais, visto serem dados que não constam na primeira análise. Para isso separou-se a análise pelos equipamentos que se descreveram anteriormente, abrangendo assim toda a constituição da Linha.

A análise aos Pré-Incubadores, Figura 4.6, não revelou qualquer valor considerado crítico, não só pela dimensão ser bastante inferior aos demais como todos os 58 equipamentos se encontraram perto do valor médio.

Relativamente aos custos associados aos equipamentos Festo, Figura 4.7, também se revelaram dentro de valores expectáveis, quando discutido em reunião de grupo. Uma vez que sempre que ocorreu uma interrupção de maior custo, associada à troca de rolamentos, nos meses seguintes não houve qualquer registo de valor elevado, o que leva a concluir que a manutenção está a ter o efeito desejado. De notar que na manutenção geral de fim de ano implementou-se como medida preventiva a troca de todos os rolamentos, o que conduziu a que todos os valores de elevado custo se centrassem num só mês, dezembro, permitindo o estudo mais detalhado do seu tempo de vida útil.

Modulo	Jan	Fev	Março	Abril	Maio	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	total
2.14.1406.NDTE.L001.S001	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	- €
2.14.1406.NDTE.L001.S002	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	- €
2.14.1406.NDTE.L001.S003	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	- €
2.14.1406.NDTE.L001.S004	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	- €
2.14.1406.NDTE.L001.S005	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	- €
2.14.1406.NDTE.L002.S001	-	-	-	-	12 €	-	-	-	102 €	-	114 €
2.14.1406.NDTE.L002.S002	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	- €
2.14.1406.NDTE.L002.S003	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	- €
2.14.1406.NDTE.L002.S004	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	- €
2.14.1406.NDTE.L002.S005	-	-	-	-	18 €	-	-	-	-	-	18 €
2.14.1406.NDTE.L002.S006	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	- €
2.14.1406.NDTE.L003.S001	-	43 €	-	-	-	-	-	-	-	-	43 €
2.14.1406.NDTE.L003.S002	-	-	-	-	-	-	50 €	-	-	-	50 €
2.14.1406.NDTE.L003.S003	-	-	-	-	-	-	-	-	21 €	-	21 €
2.14.1406.NDTE.L003.S004	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	- €
2.14.1406.NDTE.L003.S005	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	- €
2.14.1406.NDTE.L003.S006	-	7 €	2 €	-	-	-	-	-	-	-	9 €
2.14.1406.NDTE.L004.S001	47 €	-	-	-	-	-	-	-	-	-	47 €
2.14.1406.NDTE.L004.S002	72 €	-	-	-	-	-	-	-	-	-	72 €
2.14.1406.NDTE.L004.S003	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	- €
2.14.1406.NDTE.L004.S004	-	-	-	17 €	-	-	-	-	-	-	17 €
2.14.1406.NDTE.L004.S005	-	-	-	-	7 €	-	-	-	-	-	7 €
2.14.1406.NDTE.L004.S006	-	-	155 €	-	-	13 €	-	-	-	-	168 €
2.14.1406.NDTE.L005.S001	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	- €
2.14.1406.NDTE.L005.S002	135 €	-	-	-	-	-	6 €	-	-	-	141 €
2.14.1406.NDTE.L005.S003	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	- €
2.14.1406.NDTE.L005.S004	-	-	2 €	-	-	-	-	-	-	-	2 €
2.14.1406.NDTE.L005.S005	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	- €
2.14.1406.NDTE.L005.S006	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	- €
2.14.1406.NDTE.L006.S001	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	- €
2.14.1406.NDTE.L006.S002	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	- €

Figura 4.6: Análise de custos aos Pré-Incubadores do NDtech até Outubro de 2020.

Modulo	Equipamento	Jan	Fev	Março	Abril	Maio	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	total/alim	total/linha
2.14.1406.NDTE.L001	1006546	67 €	-	-	239 €	1 122 €	14 €	-	1 €	-	-	1 443 €	1 822 €
	1006547	-	35 €	-	2 €	-	335 €	-	-	-	7 €	379 €	
2.14.1406.NDTE.L002	1006562	32 €	6 €	-	-	103 €	-	-	705 €	-	210 €	1 056 €	2 238 €
	1006563	173 €	1 €	46 €	38 €	-	2 €	-	707 €	215 €	-	1 182 €	
2.14.1406.NDTE.L003	1006578	-	100 €	-	238 €	6 €	-	2 €	-	77 €	4 €	426 €	1 482 €
	1006579	-	-	2 €	330 €	-	713 €	10 €	-	-	-	1 056 €	
2.14.1406.NDTE.L004	1006594	-	11 €	-	35 €	168 €	-	-	743 €	95 €	-	1 052 €	2 166 €
	1006595	47 €	1 €	36 €	42 €	111 €	-	2 €	708 €	167 €	-	1 114 €	
2.14.1406.NDTE.L005	1006610	4 €	190 €	-	-	36 €	169 €	2 €	-	2 €	1 338 €	1 742 €	2 034 €
	1006611	-	-	62 €	2 €	44 €	173 €	7 €	4 €	-	-	292 €	
2.14.1406.NDTE.L006	1006626	-	1 €	-	-	-	168 €	-	5 €	723 €	-	898 €	1 805 €
	1006627	-	1 €	35 €	65 €	-	-	-	779 €	14 €	14 €	908 €	
2.14.1406.NDTE.L007	1006642	-	-	4 €	-	201 €	-	-	-	167 €	-	371 €	1 776 €
	1006643	5 €	298 €	177 €	7 €	-	-	713 €	38 €	167 €	-	1 405 €	
2.14.1406.NDTE.L008	1006658	33 €	8 €	4 €	36 €	2 €	884 €	-	-	-	4 €	970 €	1 940 €
	1006659	39 €	-	335 €	34 €	-	1 €	8 €	-	207 €	345 €	970 €	
2.14.1406.NDTE.L009	1006674	168 €	2 €	-	4 €	2 €	-	-	-	281 €	-	457 €	3 280 €
	1006675	-	2 €	173 €	-	-	348 €	68 €	82 €	1 940 €	209 €	2 823 €	
2.14.1406.NDTE.L010	1006690	-	3 €	171 €	46 €	947 €	204 €	183 €	290 €	-	954 €	2 798 €	9 232 €
	1006691	2 €	378 €	5 €	916 €	1 025 €	1 052 €	1 195 €	295 €	1 340 €	227 €	6 434 €	

Figura 4.7: Análise de custos aos Festos do NDtech até Outubro de 2020.

O próximo conjunto de equipamentos a ser analisado foram os Sistemas de Alimentação, Figura 4.8. No total das 10 Linhas, 9 delas apresentavam valores semelhantes com um desvio máximo de aproximadamente 50% abaixo da média. Já a exceção localizou-se na Linha 10, que apresentou um valor superior em 232%. Após discussão em reunião semanal concluiu-se que este valor se devia ao facto de na Linha 10 passarem rolhas de maior calibre, o que induz a um maior consumo de pinças.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	O	P
22	Modulo		Jan	Fev	Março	Abril	Maio	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	total/alm	total/linha
23	2.14.1406.NDTE.L001	1006546	74 €	-	-	265 €	1 247 €	16 €	-	1 €	-	-	1 603 €	2 024 €
24		1006547	-	-	39 €	-	-	373 €	-	-	-	-	8 €	421 €
25	2.14.1406.NDTE.L002	1006562	36 €	6 €	-	-	115 €	-	-	783 €	-	233 €	1 173 €	2 486 €
26		1006563	192 €	1 €	51 €	42 €	-	2 €	-	786 €	239 €	-	1 313 €	-
27	2.14.1406.NDTE.L003	1006578	-	-	111 €	-	265 €	6 €	-	2 €	-	86 €	474 €	1 647 €
28		1006579	-	-	-	3 €	366 €	-	792 €	12 €	-	-	1 173 €	-
29	2.14.1406.NDTE.L004	1006594	-	11 €	-	39 €	186 €	-	-	826 €	105 €	-	1 167 €	2 405 €
30		1006595	52 €	1 €	40 €	46 €	124 €	-	-	787 €	185 €	-	1 238 €	-
31	2.14.1406.NDTE.L005	1006610	5 €	-	190 €	-	40 €	188 €	3 €	-	-	3 €	1 486 €	2 239 €
32		1006611	-	-	69 €	-	3 €	49 €	192 €	8 €	-	-	324 €	-
33	2.14.1406.NDTE.L006	1006626	-	1 €	-	-	-	186 €	-	6 €	804 €	-	997 €	2 006 €
34		1006627	-	1 €	38 €	-	72 €	-	-	866 €	16 €	-	1 009 €	-
35	2.14.1406.NDTE.L007	1006642	-	-	4 €	-	223 €	-	-	-	-	-	412 €	1 940 €
36		1006643	6 €	298 €	197 €	8 €	-	-	792 €	43 €	185 €	-	1 528 €	-
37	2.14.1406.NDTE.L008	1006658	37 €	-	4 €	40 €	3 €	982 €	-	-	-	4 €	1 077 €	2 154 €
38		1006659	44 €	-	8 €	372 €	38 €	-	1 €	9 €	-	230 €	383 €	1 077 €
39	2.14.1406.NDTE.L009	1006674	186 €	-	2 €	-	5 €	3 €	-	-	312 €	-	507 €	3 644 €
40		1006675	-	2 €	193 €	-	-	387 €	76 €	91 €	2 155 €	232 €	3 136 €	-
41	2.14.1406.NDTE.L010	1006690	-	3 €	190 €	51 €	1 053 €	227 €	203 €	322 €	-	1 060 €	3 109 €	10 216 €
42		1006691	2 €	378 €	5 €	1 018 €	1 139 €	1 169 €	1 328 €	328 €	1 489 €	252 €	7 107 €	-

Figura 4.8: Análise de custos aos Sistemas de Alimentação do NDtech até Outubro de 2020.

No que concerne à análise dos cromatógrafos, designados também como Módulos, os valores apresentaram desvios consideráveis, Figura 4.9. Antes de mais, é preciso notar que todos os 58 módulos são internamente iguais, constituídos pelos mesmos componentes, a funcionar o mesmo número de horas, com exceção das Linhas 9 e 10 que são as únicas que apresentam alterações de modo a analisarem calibres de rolas de maiores dimensões.

Modulo	Jan	Fev	Março	Abril	Maio	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Média custo modulo ano	Σ Custo Módulo	1 trimestre	2 trimestre	3 trimestre
2.14.1406.NDTE.L001.S001	441 €	1 036 €	573 €	1 927 €	7 €	10 €	2 €	1 348 €	26 €	629 €	600 €	5 998 €	683 €	648 €	459 €
2.14.1406.NDTE.L001.S002	-	486 €	2 336 €	50 €	1 198 €	1 379 €	272 €	29 €	261 €	57 €	607 €	5 088 €	941 €	876 €	187 €
2.14.1406.NDTE.L001.S003	24 €	2 540 €	1 677 €	2 704 €	4 590 €	1 383 €	9 817 €	7 271 €	2 708 €	2 508 €	3 522 €	35 224 €	1 414 €	2 893 €	6 599 €
2.14.1406.NDTE.L001.S004	24 €	29 €	1 453 €	1 761 €	5 397 €	27 €	374 €	6 €	12 €	424 €	951 €	9 508 €	502 €	2 395 €	131 €
2.14.1406.NDTE.L001.S005	499 €	65 €	2 859 €	2 €	3 077 €	16 €	14 €	13 €	2 324 €	573 €	944 €	9 442 €	1 141 €	1 032 €	784 €
2.14.1406.NDTE.L002.S001	4 €	962 €	4 €	630 €	4 €	1 958 €	4 031 €	511 €	3 545 €	3 €	1 165 €	11 650 €	323 €	864 €	2 696 €
2.14.1406.NDTE.L002.S002	75 €	526 €	79 €	6 €	54 €	-	6 €	12 €	752 €	5 €	152 €	1 515 €	227 €	20 €	257 €
2.14.1406.NDTE.L002.S003	151 €	2 184 €	16 €	15 €	1 205 €	2 066 €	6 551 €	5 €	147 €	1 174 €	1 351 €	13 512 €	783 €	1 095 €	2 234 €
2.14.1406.NDTE.L002.S004	-	656 €	362 €	1 395 €	167 €	3 976 €	9 €	30 €	810 €	4 €	741 €	7 410 €	340 €	1 846 €	283 €
2.14.1406.NDTE.L002.S005	304 €	261 €	840 €	1 375 €	2 002 €	17 €	49 €	56 €	643 €	24 €	557 €	5 571 €	468 €	1 131 €	249 €
2.14.1406.NDTE.L002.S006	29 €	6 €	8 €	1 992 €	3 292 €	3 233 €	3 773 €	956 €	487 €	1 322 €	1 510 €	15 099 €	14 €	2 839 €	1 739 €
2.14.1406.NDTE.L003.S001	7 905 €	60 €	1 240 €	439 €	90 €	9 €	4 985 €	4 €	509 €	4 €	1 524 €	15 245 €	3 069 €	179 €	1 833 €
2.14.1406.NDTE.L003.S002	7 294 €	669 €	527 €	28 €	19 €	906 €	4 301 €	-	11 117 €	2 138 €	2 700 €	26 998 €	2 830 €	318 €	5 139 €
2.14.1406.NDTE.L003.S003	356 €	19 €	1 437 €	22 €	611 €	615 €	7 €	5 €	19 €	1 912 €	500 €	5 004 €	604 €	416 €	10 €
2.14.1406.NDTE.L003.S004	1 651 €	2 730 €	2 097 €	-	-	5 693 €	7 €	7 €	1 449 €	29 €	1 366 €	13 663 €	2 159 €	1 898 €	488 €
2.14.1406.NDTE.L003.S005	3 253 €	2 000 €	315 €	2 000 €	34 €	617 €	4 €	64 €	1 927 €	6 809 €	1 702 €	17 024 €	1 856 €	884 €	665 €
2.14.1406.NDTE.L003.S006	236 €	3 884 €	1 521 €	35 €	242 €	3 427 €	4 720 €	29 €	5 524 €	22 €	1 964 €	19 639 €	1 880 €	1 235 €	3 424 €
2.14.1406.NDTE.L004.S001	3 €	45 €	2 520 €	1 029 €	24 €	618 €	7 €	1 871 €	167 €	49 €	633 €	6 334 €	856 €	557 €	682 €
2.14.1406.NDTE.L004.S002	2 417 €	30 €	2 054 €	3 487 €	1 095 €	8 €	291 €	4 930 €	6 539 €	9 €	2 086 €	20 860 €	1 501 €	1 530 €	3 920 €
2.14.1406.NDTE.L004.S003	-	1 693 €	901 €	69 €	608 €	647 €	12 €	693 €	650 €	2 043 €	732 €	7 317 €	865 €	442 €	451 €
2.14.1406.NDTE.L004.S004	158 €	1 510 €	1 690 €	3 084 €	24 €	1 815 €	2 376 €	30 €	51 €	992 €	1 173 €	11 730 €	1 119 €	1 641 €	819 €
2.14.1406.NDTE.L004.S005	467 €	1 933 €	6 570 €	437 €	1 424 €	1 338 €	12 €	37 €	936 €	4 €	1 316 €	13 157 €	2 990 €	1 066 €	328 €
2.14.1406.NDTE.L004.S006	3 €	362 €	39 €	17 €	68 €	619 €	376 €	9 €	3 956 €	3 017 €	847 €	8 467 €	135 €	235 €	1 447 €
2.14.1406.NDTE.L005.S001	541 €	1 644 €	900 €	451 €	9 €	2 631 €	634 €	626 €	5 435 €	4 240 €	1 711 €	17 111 €	1 028 €	1 030 €	2 232 €
2.14.1406.NDTE.L005.S002	278 €	37 €	90 €	963 €	2 €	-	1 231 €	21 €	763 €	-	338 €	3 385 €	135 €	322 €	672 €
2.14.1406.NDTE.L005.S003	314 €	729 €	1 323 €	1 287 €	1 431 €	2 €	1 351 €	2 450 €	2 €	2 €	889 €	8 890 €	789 €	906 €	1 268 €
2.14.1406.NDTE.L005.S004	7 €	1 819 €	969 €	4 055 €	20 €	6 035 €	11 €	1 298 €	5 €	525 €	1 474 €	14 744 €	932 €	3 370 €	438 €
2.14.1406.NDTE.L005.S005	2 €	64 €	3 945 €	70 €	1 379 €	11 €	2 350 €	1 392 €	1 214 €	3 993 €	1 442 €	14 418 €	1 337 €	486 €	1 652 €
2.14.1406.NDTE.L005.S006	-	6 €	1 150 €	2 603 €	26 €	2 €	5 764 €	2 088 €	1 132 €	339 €	1 311 €	13 110 €	385 €	877 €	2 995 €
2.14.1406.NDTE.L006.S001	102 €	30 €	229 €	1 011 €	22 €	5 912 €	17 €	1 565 €	49 €	12 €	895 €	8 950 €	120 €	2 315 €	544 €
2.14.1406.NDTE.L006.S002	1 441 €	165 €	7 €	2 345 €	1 662 €	2 777 €	-	625 €	391 €	16 €	943 €	9 427 €	537 €	2 261 €	339 €

Figura 4.9: Análise de custos aos Cromatógrafos do NDtech até Outubro de 2020.

Recorrendo novamente às funcionalidades do Excel, procurou-se identificar quais os módulos, que ao longo dos meses, apresentaram custos de manutenção superior à média do setor (1442€/mês por módulo).

Seguidamente, foram reunidos os valores médios de consumo dos diferentes equipamentos do setor até ao fim do mês de outubro de 2020, Tabela 4.3.

Tabela 4.3: Custo Médio Mensal dos Diversos Equipamentos.

Equipamento	Custo Médio Mensal
Módulos	1298 € × 58 = 75284
Pré-Incubador	151 €
Festo	338 €
Sistema de Alimentação	2768 €
<u>TOTAL</u>	78541 €

Um indicador que se revelou de bastante interesse aquando da obtenção desta informação foi o Custo por Milheiro. Recorde-se que milheiro corresponde a uma unidade de medida: 1000 unidades de rolha. No final de outubro a produção acumulada de rolhas era de 69725 milheiros:

$$\text{Custo por Milheiro} = \frac{\text{Custo Total Manutenção}}{\text{Produção Acumulada Rolhas}}$$

$$\text{Custo por Milheiro} = \frac{78541 \times 10(\text{meses})}{69725} = 11,3\text{€/Milheiro} \quad (4.4)$$

Este indicador permite concluir que para a produção de 1 Milheiro, 1000 rolhas, há um gasto de 11€ em manutenção.

Posteriormente, procurou-se identificar os extremos, ou seja os módulos mais e menos críticos, que apresentam maiores consumos de material bem como, em contrapartida, os de menor valor mensal, como podemos ver na Tabela 4.4.

Tabela 4.4: Custo médio da manutenção dos módulos críticos por mês.

TOP5 Módulos com maior custo manutenção	TOP5 Módulos com menor custo manutenção
2.14.1406.NDTE.L001.S003	2.14.1406.NDTE.L002.S002
2.14.1406.NDTE.L003.S001	2.14.1406.NDTE.L006.S005
2.14.1406.NDTE.L007.S006	2.14.1406.NDTE.L008.S001
2.14.1406.NDTE.L009.S002	2.14.1406.NDTE.L010.S003
2.14.1406.NDTE.L009.S003	2.14.1406.NDTE.L010.S004
<u>Custo médio/módulo = 2700€/mês</u>	<u>Custo médio/módulo = 234€/mês</u>

Fez-se ainda um histograma, de modo a conseguir visualizar como se distribuíam os módulos pelo consumo mensal, Figura 4.10.

Do histograma, concluiu-se que aproximadamente 20% dos módulos (11 em 58) apresentavam valores superiores à média, dos quais 7 com um desvio superior a 160%.

Para melhor conseguir procurar as razões que induziam esta discrepância de valores, em reunião de equipa foram levantadas, pelos elementos que melhor conhecem o processo, diversas questões e sugestões de como seguir com a análise. Apesar de esta análise ser clara quanto aos

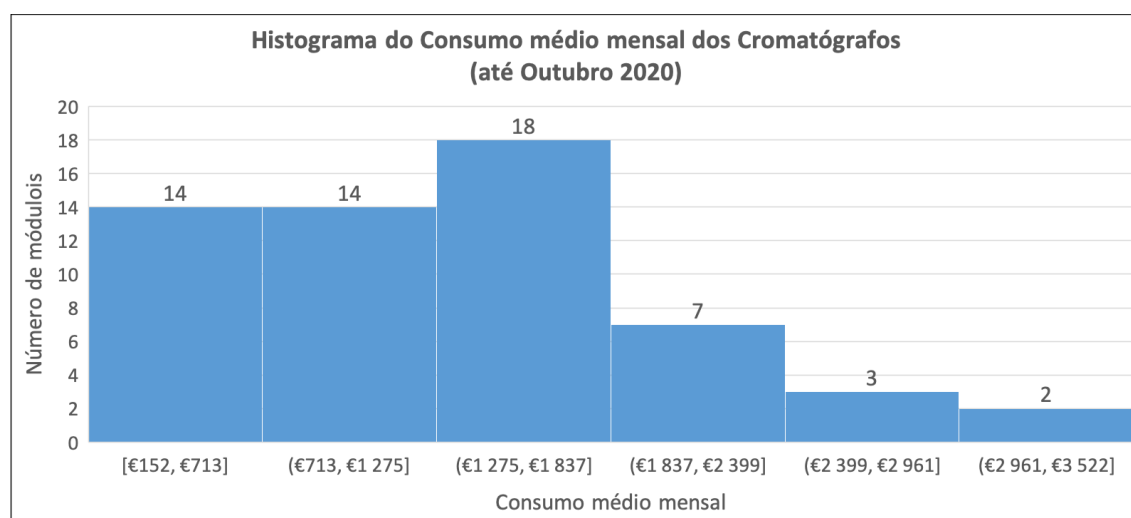


Figura 4.10: Histograma do Consumo médio mensal dos Cromatógrafos.

valores monetários totais de consumo no passado dos módulos, pouca informação consegue ser extraída quanto aos motivos que levaram àqueles consumos, bem como quais os principais materiais consumidos.

Concluída esta primeira análise, torna-se necessário explorar toda a informação presente nas restantes transações de SAP que se destinam à manutenção. Para isso extraíram-se para Excel os registos desde o dia 01/01/2020 provenientes das transações já mencionadas, IW28, IW38 e MB51.

Com estas 3 bases no mesmo ficheiro Excel, torna-se possível interligar as tabelas, como podemos ver nas Figuras 4.11, 4.12 e 4.13. O campo comum entre elas, chave primária, é o Número de Ordem, pelo que será possível interligar toda a informação.

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S
Ordem	Texto breve	Área oper	Total real	Moeda	Cust. tot. r	Grupo pla	Dt. referência	Tipo de or	Tipo ativi	Centro de	Descrição	Notificação	Descrição	Criado por	Data de e	Liberação	Dta. início	Inicial h
2	200027163	T405.1.1.2 FAULT	NDT	0,00 EUR	0,00 MAN	05/01/2020	ZCOR	AVR	40620275	Posição 2	200021184	P08	ZOCASTRO	05/01/2020	05/01/2020		00:00:00	
3	200027164	T405.1.1.3.85 CAM	NDT	0,00 EUR	0,00 MAN	05/01/2020	ZCOR	AVR	40620275	Posição 3	200021185	P13	ZOCASTRO	05/01/2020	05/01/2020		00:00:00	
4	200027165	T405.1.2.2 C.O	NDT	0,00 EUR	0,00 MAN	05/01/2020	ZCOR	AVR	40620275	Posição 2	200021186	P23	ZOCASTRO	05/01/2020	05/01/2020		00:00:00	
5	200027166	T405.1.2.5 PULSOS BSG	NDT	0,00 EUR	0,00 MAN	06/01/2020	ZCOR	AVR	40620275	Posição 5	200021187	P05	ZOCASTRO	05/01/2020	05/01/2020		00:00:00	
6	200027167	T405.1.3.2 CO	NDT	0,00 EUR	0,00 MAN	05/01/2020	ZCOR	AVR	40620275	Posição 2	200021188	P62	ZOCASTRO	05/01/2020	05/01/2020		00:00:00	
7	200027168	T405.1.3.3 CO	NDT	0,00 EUR	0,00 MAN	05/01/2020	ZCOR	AVR	40620275	Posição 3	200021189	P36	ZOCASTRO	05/01/2020	05/01/2020		00:00:00	
8	200027169	T405.1.3.4.85 CAM	NDT	0,00 EUR	0,00 MAN	05/01/2020	ZCOR	AVR	40620275	Posição 4	200021200	P06	ZOCASTRO	05/01/2020	05/01/2020		00:00:00	
9	200027170	T405.1.3.5 FAULT	NDT	1 501,75 EUR	1 501,75 MAN	15/01/2020	ZCOR	AVR	40620275	Posição 5	200021201	P09	ZOCASTRO	05/01/2020	05/01/2020	05/01/2020	00:00:00	
10	200027171	T405.1.3.6.85	NDT	0,00 EUR	0,00 MAN	06/01/2020	ZCOR	AVR	40620275	Posição 6	200021202	P43	ZOCASTRO	05/01/2020	05/01/2020		00:00:00	
11	200027172	T405.1.4.4 COC	NDT	0,00 EUR	0,00 MAN	05/01/2020	ZCOR	AVR	40620275	Posição 4	200021203	P12	ZOCASTRO	05/01/2020	05/01/2020		00:00:00	
12	200027173	T405.1.4.5 PULSOS	NDT	0,00 EUR	0,00 MAN	05/01/2020	ZCOR	AVR	40620275	Posição 5	200021204	P20	ZOCASTRO	05/01/2020	05/01/2020		00:00:00	
13	200027174	T405.1.4.5 PULSOS	NDT	246,19 EUR	246,19 MAN	06/01/2020	ZCOR	AVR	40620275	Posição 5	200021205	P20	ZOCASTRO	05/01/2020	05/01/2020	06/01/2020	:	
14	200027175	T405.1.5.2 ELEVADA REJEIÇÃO	NDT	0,00 EUR	0,00 MAN	06/01/2020	ZCOR	AVR	40620275	Posição 2	200021206	P48	ZOCASTRO	05/01/2020	05/01/2020		00:00:00	
15	200027176	T405.1.6.1.85 CAM	NDT	59,36 EUR	59,36 MAN	05/01/2020	ZCOR	AVR	40620275	Posição 1	200021207	P17	ZOCASTRO	05/01/2020	05/01/2020	05/01/2020	00:00:00	
16	200027177	T405.1.5.1 ERRO SOFTWARE	NDT	31,08 EUR	31,08 MAN	14/01/2020	ZCOR	AVR	40620275	Posição 4	200021208	P33	ZOCASTRO	05/01/2020	05/01/2020	13/01/2020	:	
17	200027178	T405.1.5.1 ERRO CHAMBER	NDT	0,00 EUR	0,00 MAN	05/01/2020	ZCOR	AVR	40620275	Posição 1	200021209	P24	ZOCASTRO	05/01/2020	05/01/2020		00:00:00	
18	200027179	T405.1.5.3 CO	NDT	0,00 EUR	0,00 MAN	05/01/2020	ZCOR	AVR	40620275	Posição 3	200021210	P59	ZOCASTRO	05/01/2020	05/01/2020		00:00:00	
19	200027180	T405.1.7.3 CO SEM PICO AR	NDT	1 568,91 EUR	1 568,91 MAN	06/01/2020	ZCOR	AVR	40620275	Posição 3	200021211	P11	ZOCASTRO	05/01/2020	05/01/2020	05/01/2020	00:00:00	
20	200027181	T405.1.7.4 FESTO	NDT	0,00 EUR	0,00 MAN	05/01/2020	ZCOR	AVR	40620275	Posição 4	200021212	P29	ZOCASTRO	05/01/2020	05/01/2020		00:00:00	
21	200027182	T405.1.7.4 PULSOS	NDT	0,00 EUR	0,00 MAN	05/01/2020	ZCOR	AVR	40620275	Posição 4	200021213	P29	ZOCASTRO	05/01/2020	05/01/2020		00:00:00	
22	200027183	T405.1.8.2 FESTO RUN TIME	NDT	0,00 EUR	0,00 MAN	05/01/2020	ZCOR	AVR	40620275	Posição 2	200021214	P57	ZOCASTRO	05/01/2020	05/01/2020		00:00:00	
23	200027184	T405.1.8.3 PH	NDT	0,00 EUR	0,00 MAN	05/01/2020	ZCOR	AVR	40620275	Posição 3	200021215	P40	ZOCASTRO	05/01/2020	05/01/2020		00:00:00	
24	200027185	T405.1.8.6.85	NDT	0,00 EUR	0,00 MAN	05/01/2020	ZCOR	AVR	40620275	Posição 6	200021216	P50	ZOCASTRO	05/01/2020	05/01/2020		00:00:00	
25	200027186	T405.1.8.8.85	NDT	1 288,13 EUR	1 288,13 MAN	06/01/2020	ZCOR	AVR	40620275	Posição 5	200021217	P39	ZOCASTRO	05/01/2020	05/01/2020	06/01/2020	:	
26	200027187	T405.1.9.1 PULSOS	NDT	0,00 EUR	0,00 MAN	06/01/2020	ZCOR	AVR	40620275	Posição 1	200021218	P25	ZOCASTRO	05/01/2020	05/01/2020		00:00:00	
27	200027188	T405.1.9.3 CALIB+FAULT	NDT	0,00 EUR	0,00 MAN	05/01/2020	ZCOR	AVR	40620275	Posição 3	200021219	P51	ZOCASTRO	05/01/2020	05/01/2020		00:00:00	
28	200027189	T405.1.9.2 FRUTUAÇÃO	NDT	776,65 EUR	776,65 MAN	05/01/2020	ZCOR	AVR	40620275	Posição 2	200021220	P41	ZOCASTRO	05/01/2020	05/01/2020	06/01/2020	00:00:00	
29	200027190	T405.1.9.6.85 CAM	NDT	0,00 EUR	0,00 MAN	05/01/2020	ZCOR	AVR	40620275	Posição 6	200021221	P28	ZOCASTRO	05/01/2020	05/01/2020		00:00:00	
30	200027191	T405.1.10.3 CO	NDT	0,00 EUR	0,00 MAN	05/01/2020	ZCOR	AVR	40620275	Posição 3	200021222	P31	ZOCASTRO	05/01/2020	05/01/2020		00:00:00	
31	200027192	T405.1.10.4 CALIBRACAO	NDT	0,00 EUR	0,00 MAN	05/01/2020	ZCOR	AVR	40620275	Posição 4	200021223	P47	ZOCASTRO	05/01/2020	05/01/2020		00:00:00	
32	200027193	T3003.2.52 sem lote	NDT	0,00 EUR	0,00 MAN	06/01/2020	ZCOR	AVR	40620275	Posição 2	200021224	P35	ZOCASTRO	05/01/2020	05/01/2020		00:00:00	
33	200027207	T3003.2.2.2 C.O	NDT	0,00 EUR	0,00 MAN	06/01/2020	ZCOR	AVR	40620275	Posição 2	200021252	P23	ZOCASTRO	05/01/2020	05/01/2020		00:00:00	
34	200027208	T3003.2.6.2.85 cam	NDT	0,00 EUR	0,00 MAN	06/01/2020	ZCOR	AVR	40620275	Posição 2	200021253	P35	ZOCASTRO	05/01/2020	05/01/2020		00:00:00	
35	200027209	T3003.2.7.2 BSG	NDT	0,00 EUR	0,00 MAN	06/01/2020	ZCOR	AVR	40620275	Posição 2	200021255	P15	ZOCASTRO	05/01/2020	05/01/2020		00:00:00	
36	200027210	T3003.2.7.5 BSG	NDT	0,00 EUR	0,00 MAN	06/01/2020	ZCOR	AVR	40620275	Posição 5	200021256	P34	ZOCASTRO	05/01/2020	05/01/2020		00:00:00	
37	200027211	T3003.2.8.2 Festo	NDT	0,00 EUR	0,00 MAN	06/01/2020	ZCOR	AVR	40620275	Posição 2	200021257	P57	ZOCASTRO	05/01/2020	05/01/2020		00:00:00	
38	200027212	T3003.2.8.3 BSG	NDT	2 250,12 EUR	2 250,12 MAN	06/01/2020	ZCOR	AVR	40620275	Posição 3	200021258	P40	ZOCASTRO	05/01/2020	05/01/2020	06/01/2020	:	
39	200027213	T3003.2.8.4 robot triguel	NDT	0,00 EUR	0,00 MAN	06/01/2020	ZCOR	AVR	40620275	Posição 4	200021259	P18	ZOCASTRO	05/01/2020	05/01/2020		00:00:00	
40	200027214	T3003.2.8.6 robot total	NDT	0,00 EUR	0,00 MAN	06/01/2020	ZCOR	AVR	40620275	Posição 4	200021260	P50	ZOCASTRO	05/01/2020	05/01/2020		00:00:00	

Figura 4.11: Base de dados da transação IW38 de SAP.

Para esta análise foram necessárias criar sete novas colunas, com vista a criar os filtros necessários para as tabelas dinâmicas que se considerarem adequadas posteriormente. As colunas

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S
1	Notificac	Descrição	Tipo de rd	Parada	Ordem	Criado por	Cen.manu	Descrição	Executad	Denom.es	Data da ni	Hora da ni	Início avel	Horarínici	Prioridade	Dt.refere	Criado as	Equipame
2	200021223	T4 05.1.10.4 CALIBRACAO	22	X	200027192	ZOCASTRO	1406	Posição 4	P47		05/01/2020	19:58:36	05/01/2020	10:30:00		05/01/2020	19:59:25	1006647
3	200021222	T4 05.1.10.3 CD	22	X	200027191	ZOCASTRO	1406	Posição 3	P31		05/01/2020	19:57:32	05/01/2020	12:05:00		05/01/2020	19:58:25	1006699
4	200021221	T4 05.1.9.6 BS CAM	22	X	200027190	ZOCASTRO	1406	Posição 6	P28		05/01/2020	19:56:12	05/01/2020	10:30:00		05/01/2020	19:57:14	1006712
5	200021220	T4 05.1.9.2 FLUTUAÇÃO	22	X	200027189	ZOCASTRO	1406	Posição 2	P41		05/01/2020	19:54:44	05/01/2020	15:07:00		06/01/2020	19:55:52	1006663
6	200021219	T4 05.1.9.3 CALIB+FAULT	22	X	200027188	ZOCASTRO	1406	Posição 3	P51		05/01/2020	19:52:16	05/01/2020	12:20:00		05/01/2020	19:53:24	1006655
7	200021218	T4 05.1.9.1 PULSOS	22	X	200027187	ZOCASTRO	1406	Posição 1	P25		05/01/2020	19:51:43	05/01/2020	10:30:00		06/01/2020	19:52:07	1006709
8	200021217	T4 05.1.8.5 BS	22	X	200027186	ZOCASTRO	1406	Posição 5	P39		05/01/2020	19:50:46	05/01/2020	19:00:00		06/01/2020	19:51:18	1006687
9	200021216	T4 05.1.8.6 BS	22	X	200027185	ZOCASTRO	1406	Posição 6	P50		05/01/2020	19:49:23	05/01/2020	10:30:00		05/01/2020	19:50:34	1006653
10	200021215	T4 05.1.8.3 PH	22	X	200027184	ZOCASTRO	1406	Posição 3	P40		05/01/2020	19:48:28	05/01/2020	16:40:00		05/01/2020	19:49:09	1006689
11	200021214	T4 05.1.8.2 FESTO+RUN TIME	22	X	200027183	ZOCASTRO	1406	Posição 2	P57		05/01/2020	19:45:39	05/01/2020	10:30:00		05/01/2020	19:47:57	1006639
12	200021213	T4 05.1.7.4 PULSOS	22	X	200027182	ZOCASTRO	1406	Posição 4	P29		05/01/2020	19:44:06	05/01/2020	15:50:00		05/01/2020	19:45:10	1006695
13	200021212	T4 05.1.7.4 FESTO	22	X	200027181	ZOCASTRO	1406	Posição 4	P29		05/01/2020	19:42:39	05/01/2020	11:20:00		05/01/2020	19:43:32	1006695
14	200021211	T4 05.1.7.3 CD+SEM PICO AR	22	X	200027180	ZOCASTRO	1406	Posição 3	P11		05/01/2020	19:38:40	05/01/2020	12:05:00		06/01/2020	19:40:41	1006737
15	200021210	T4 05.1.5.3 CO	22	X	200027179	ZOCASTRO	1406	Posição 3	P59		05/01/2020	19:36:52	05/01/2020	12:20:00		05/01/2020	19:39:02	1006615
16	200021209	T4 05.1.5.1 ERRO CHAMBER	22	X	200027178	ZOCASTRO	1406	Posição 1	P24		05/01/2020	19:35:58	05/01/2020	11:40:00		05/01/2020	19:36:39	1006719
17	200021208	T4 05.1.6.4 ERRO SOFTWARE	22	X	200027177	ZOCASTRO	1406	Posição 4	P33		05/01/2020	19:34:03	05/01/2020	10:30:00		14/01/2020	19:35:11	1006703
18	200021207	T4 05.1.6.1 BS CAM	22	X	200027176	ZOCASTRO	1406	Posição 1	P17		05/01/2020	19:30:21	05/01/2020	10:30:00		05/01/2020	19:31:30	1006740
19	200021206	T4 05.1.5.2 ELEVADA REJEIÇÃO	22	X	200027175	ZOCASTRO	1406	Posição 2	P48		05/01/2020	19:29:41	05/01/2020	18:00:00		06/01/2020	19:30:06	1006749
20	200021205	T4 05.1.4.5 PULSOS	22	X	200027174	ZOCASTRO	1406	Posição 5	P20		05/01/2020	19:28:46	05/01/2020	17:00:00		06/01/2020	19:29:08	1006726
21	200021204	T4 05.1.4.5 PULSOS	22	X	200027173	ZOCASTRO	1406	Posição 5	P20		05/01/2020	19:27:54	05/01/2020	15:20:00		05/01/2020	19:28:38	1006726
22	200021203	T4 05.1.4.4 COC	22	X	200027172	ZOCASTRO	1406	Posição 4	P12		05/01/2020	19:17:57	05/01/2020	11:30:00		05/01/2020	19:18:40	1006732
23	200021202	T4 05.1.3.6 BS	22	X	200027171	ZOCASTRO	1406	Posição 6	P43		05/01/2020	19:17:06	05/01/2020	10:30:00		06/01/2020	19:17:33	1006667
24	200021201	T4 05.1.3.5 FAULT	22	X	200027170	ZOCASTRO	1406	Posição 5	P09		05/01/2020	19:16:21	05/01/2020	10:30:00		15/01/2020	19:16:56	1006730
25	200021200	T4 05.1.3.4 BS CAM	22	X	200027169	ZOCASTRO	1406	Posição 4	P06		05/01/2020	19:14:39	05/01/2020	12:40:00		05/01/2020	19:15:38	1006745
26	200021189	T4 05.1.3.3 CO	22	X	200027168	ZOCASTRO	1406	Posição 3	P36		05/01/2020	19:13:42	05/01/2020	12:30:00		05/01/2020	19:14:27	1006681
27	200021188	T4 05.1.3.2 CO	22	X	200027167	ZOCASTRO	1406	Posição 2	P62		05/01/2020	19:11:57	05/01/2020	12:30:00		05/01/2020	19:13:29	1006621
28	200021187	T4 05.1.2.5 PULSOS	22	X	200027166	ZOCASTRO	1406	Posição 5	P05		05/01/2020	19:10:56	05/01/2020	12:20:00		06/01/2020	19:11:15	1006744
29	200021186	T4 05.1.2.2 C O	22	X	200027165	ZOCASTRO	1406	Posição 2	P22		05/01/2020	19:07:54	05/01/2020	12:14:00		05/01/2020	19:08:55	1006718
30	200021185	T4 05.1.1.3 BS CAM	22	X	200027164	ZOCASTRO	1406	Posição 3	P13		05/01/2020	19:06:07	05/01/2020	11:25:00		05/01/2020	19:07:13	1006738
31	200021184	T4 05.1.1.2 FAULT	22	X	200027163	ZOCASTRO	1406	Posição 2	P08		05/01/2020	19:01:21	05/01/2020	10:00:00		05/01/2020	19:05:36	1006747
32	200021377	T4 06.1.3.4 BS	22	X	200027366	ZOCASTRO	1406	Posição 4	P06		06/01/2020	19:51:28	06/01/2020	18:40:00		07/01/2020	19:51:50	1006745
33	200021376	T4 06.1.3.5 BS	22	X	200027365	ZOCASTRO	1406	Posição 5	P39		06/01/2020	19:47:44	06/01/2020	18:00:00		08/01/2020	19:49:17	1006744
34	200021375	T4 06.1.3.3 PULSOS	22	X	200027364	ZOCASTRO	1406	Posição 3	P40		06/01/2020	19:46:09	06/01/2020	19:00:00		07/01/2020	19:47:11	1006689
35	200021374	T4 06.1.10.1 RUN TIME	22	X	200027363	ZOCASTRO	1406	Posição 1	P55		06/01/2020	19:44:10	06/01/2020	11:50:00		06/01/2020	19:44:46	1006635
36	200021373	T4 06.1.9.6 BS	22	X	200027362	ZOCASTRO	1406	Posição 6	P28		06/01/2020	19:38:39	06/01/2020	08:55:00		06/01/2020	19:40:41	1006712
37	200021372	T4 06.1.9.5 ALINHAMENTO MODULO	22	X	200027361	ZOCASTRO	1406	Posição 5	P53		06/01/2020	19:37:46	06/01/2020	10:30:00		06/01/2020	19:38:21	1006631

Figura 4.12: Base de dados da transação IW28 de SAP.

Material	Texto breve de material	Centro	Depósito	Tipo de movimiento	Txt.tipo mov	Lote	Tipo de aval	Qtd. UM registro	UM registro	Montante en	Doc.material	Data de lanc	Data de entr	Hora do regi	Orden
90605050	Material 86	1406	PK15	261	SM para ordi			-1	CDA	-1412,019	4904903065	05/01/2020	05/01/2020	19:51:40	200027180
90606413	Material 25	1406	PK15	261	SM para ordi			-1	CDA	-14,364	4904903055	05/01/2020	05/01/2020	19:37:40	200027176
91900246	Material 16	1406	PK15	261	SM para ordi			-2	CDA	-39,06	4904903055	05/01/2020	05/01/2020	19:37:40	200027176
91900263	Material 19	1406	PK15	262	DM para ordi			1	CDA	119,304	4904959319	06/01/2020	07/01/2020	14:15:00	200027362
91900184	Material 5	1406	PK15	261	SM para ordi			-1	CDA	-193,896	4904929480	06/01/2020	06/01/2020	20:00:13	200027365
91900185	Material 6	1406	PK15	261	SM para ordi			-1	CDA	-207,585	4904929480	06/01/2020	06/01/2020	20:00:13	200027365
91900250	Material 17	1406	PK15	261	SM para ordi			-1	CDA	-403,965	4904929480	06/01/2020	06/01/2020	20:00:13	200027365
90603733	Material 57	1406	PK15	261	SM para ordi			-2	CDA	-68,31	4904929418	06/01/2020	06/01/2020	19:46:12	200027362
90605043	Material 83	1406	PK15	261	SM para ordi			-1	CDA	-779,886	4904929418	06/01/2020	06/01/2020	19:46:12	200027362
91900207	Material 11	1406	PK15	261	SM para ordi			-2	CDA	-494,739	4904929418	06/01/2020	06/01/2020	19:46:12	200027362
90603733	Material 57	1406	PK15	261	SM para ordi			-2	CDA	-68,31	4904929085	06/01/2020	06/01/2020	19:39:11	200027189
91900184	Material 5	1406	PK15	261	SM para ordi			-1	CDA	-193,887	4904929085	06/01/2020	06/01/2020	19:39:11	200027189
91900250	Material 17	1406	PK15	261	SM para ordi			-1	CDA	-403,965	4904929085	06/01/2020	06/01/2020	19:39:11	200027189
91900273	Material 1	1406	PK15	261	SM para ordi			-1	CDA	-29,322	4904929085	06/01/2020	06/01/2020	19:39:11	200027189
90606425	Material 46	1406	PK15	261	SM para ordi			-1	CDA	0	4904928718	06/01/2020	06/01/2020	19:32:11	200027312
91900246	Material 16	1406	PK15	261	SM para ordi			-3	CDA	-58,59	4904928126	06/01/2020	06/01/2020	19:11:15	200027346
90605050	Material 86	1406	PK15	261	SM para ordi			-1	CDA	-1412,019	4904927743	06/01/2020	06/01/2020	18:57:09	200027340
90603733	Material 57	1406	PK15	261	SM para ordi			-4	CDA	-136,62	4904906559	06/01/2020	06/01/2020	07:10:11	200027212
90603733	Material 57	1406	PK15	261	SM para ordi			-2	CDA	-68,31	4904906559	06/01/2020	06/01/2020	07:10:11	200027186
90605050	Material 86	1406	PK15	261	SM para ordi			-1	CDA	-1412,019	4904906559	06/01/2020	06/01/2020	07:10:11	200027212
90606416	Material 93	1406	PK15	261	SM para ordi			-1	CDA	0	4904906559	06/01/2020	06/01/2020	07:10:11	200027212
90606416	Material 93	1406	PK15	261	SM para ordi			-1	CDA	0	4904906559	06/01/2020	06/01/2020	07:10:11	200027186
90606416	Material 93	1406	PK15	261	SM para ordi			-1	CDA	0	4904906559	06/01/2020	06/01/2020	07:10:11	200027186
91900185	Material 6	1406	PK15	261	SM para ordi			-2	CDA	-415,17	4904906559	06/01/2020	06/01/2020	07:10:11	200027186
91900185	Material 6	1406	PK15	261	SM para ordi			-1	CDA	-207,585	4904906559	06/01/2020	06/01/2020	07:10:11	200027186
91900185	Material 6	1406	PK15	261	SM para ordi			-1	CDA	-207,585	4904906559	06/01/2020	06/01/2020	07:10:11	200027212
91900185	Material 6	1406	PK15	261	SM para ordi			-1	CDA	-207,585	4904906559	06/01/2020	06/01/2020	07:10:11	200027212
91900250	Material 17	1406	PK15	261	SM para ordi			-1	CDA	-403,965	4904906559	06/01/2020	06/01/2020	07:10:11	200027186
91900269	Material 20	1406	PK15	261	SM para ordi			-1	CDA	-33,327	4904906559	06/01/2020	06/01/2020	07:10:11	200027212
91900273	Material 1	1406	PK15	261	SM para ordi			-1	CDA	-29,322	4904906559	06/01/2020	06/01/2020	07:10:11	200027186
91900185	Material 6	1406	PK15	261	SM para ordi			-1	CDA	-207,585	4904905941	06/01/2020	06/01/2020	06:00:11	200027174
90603733	Material 57	1406	PK15	261	SM para ordi			-6	CDA	-204,93	4904968991	07/01/2020	07/01/2020	19:48:19	200027548
91900207	Material 11	1406	PK15	261	SM para ordi			-2	CDA	-494,739	4904968991	07/01/2020	07/01/2020	19:48:19	200027548
91900250	Material 17	1406	PK15	261	SM para ordi			-1	CDA	-403,965	490494411	07/01/2020	07/01/2020	07:05:15	200027365
90603733	Material 57	1406	PK15	261	SM para ordi			-2	CDA	-68,31	4904944108	07/01/2020	07/01/2020	06:58:15	200027314
90605043	Material 83	1406	PK15	261	SM para ordi			-1	CDA	-779,886	4904944108	07/01/2020	07/01/2020	06:58:15	200027314
90605050	Material 86	1406	PK15	261	SM para ordi			-1	CDA	-1412,019	4904944108	07/01/2020	07/01/2020	06:58:15	200027314

Tabela 4.5: Formulação em Excel das novas colunas

Coluna	Fórmula em Excel
Mês	=MONTH(M2)
Semana	=WEEKNUM(M2)
Código equipamento	=VLOOKUP(TRIM(P2);'IW38_custos ate 14dez'!A2:AC999997;29;FALSE)
Descrição equipamento	=VLOOKUP(TRIM(P2);'IW38_custos ate 14dez'!A2:AC999997;14;FALSE)
Loc. Instalação	=VLOOKUP(TRIM(P2);IW28_tempo!E2:T99999;16;FALSE)
Duração parada (horas)	=VLOOKUP(TRIM(P2);IW28_tempo!E2:Y99999;17;FALSE)
Motivo paragem	=INDEX(IW28_tempo!B2:B99999;MATCH(MB51_material!P2;IW28_tempo!E2:E99999;0))

Na realidade, toda esta informação está consequentemente associada à ordem, não havendo assim a necessidade de a introduzir na designação do motivo de paragem:

- Data: está automaticamente preenchida no caso de se fazer o registo no momento da paragem, existindo também a possibilidade de registar paragens de dias passados, pelo que essa informação é desnecessária constar no "Texto breve";
- Turno: está associado ao dia e à hora em que acontece a paragem;
- Localização do módulo: é um dos campos de preenchimento obrigatório aquando a abertura de uma Ordem.

À semelhança do *Access*, também em SAP existe falta de normalização das paragens, pelo que a sugestão inicial passava por usar a Listagem de Motivos de Paragem (4.3) já normalizada. Por outro lado, existiam, tal como em *Access*, diferentes designações para o mesmo motivo, veja-se:

Atualmente

Exemplo:

T3 003.2 7.2 BSG

T2 07.1 5.5 Bs Geral

T2 08.1 4.5 BS Geral

T2 314.1 1.2 Baixa Sensibilidade Geral

Todas estas designações apontam para o mesmo motivo de paragem, no entanto aquando da análise em Excel foi necessário organizar os dados, agrupando as diferentes designações, resultando assim numa nova coluna, designada por "Motivo filtrado", onde se procurou não só agrupar as diferentes nomenclaturas, mas também remover toda a informação indesejada.

Tabela 4.6: Informação contida no campo Texto Breve em SAP

Text breve	Informação
T4	Equipa 4
003	Dia Juliano 3
2	Turno Noturno
7.2	Linha 7, Módulo 2
BSG	Baixa Sensibilidade Geral

Posteriormente aquando da formação aos Operadores, na "Escola de Operadores"(Anexo A), que será apresentada posteriormente, foi sugerido por estes registar-se apenas as iniciais do motivo, de modo a acelerar o processo de registo, ou seja:

Objetivo

Ex: "BSG"

Para garantir que as alteações de como proceder aquando de um registo de uma ordem em SAP fossem de conhecimento geral elaborou-se uma norma, Anexo B que contempla já essas alterações. Esta norma foi afixada e transmitida a informação em reunião de chefes de turno com as suas equipas.

Recorrendo às funcionalidade do Excel, criaram-se então diversas Tabelas Dinâmicas, que permitem uma análise tanto mensal como semanal da evolução da Manutenção, permitindo assim acompanhar o impacto da implementação da filosofia TPM no setor. Este acompanhamento terá como base os Indicadores apresentados aquando dos Fundamentos Teóricos.

Nas Tabelas 4.7 e 4.8 são apresentados, a título de exemplo, os dados analisados relativamente à Semana 48.

Tabela 4.7: Análise do Tempo Parado na semana 48.

Mês	11	
Semana	48	
Row Labels	Sum of Duraç.Parada	Count of Paragens
2.14.1406.NDTE.L001.S002	0,33	1
2.14.1406.NDTE.L001.S004	44,78	6
2.14.1406.NDTE.L002.S001	13,24	6
2.14.1406.NDTE.L002.S003	2,83	4
2.14.1406.NDTE.L002.S004	7,66	2
2.14.1406.NDTE.L002.S005	4,51	4
2.14.1406.NDTE.L002.S006	1,08	1
2.14.1406.NDTE.L003.S001	0,25	1
2.14.1406.NDTE.L003.S002	0,25	1
2.14.1406.NDTE.L003.S003	7,55	4
2.14.1406.NDTE.L003.S004	6,75	4
2.14.1406.NDTE.L003.S005	49,16	6
2.14.1406.NDTE.L003.S006	7,08	4
2.14.1406.NDTE.L004.S001	24,19	7
2.14.1406.NDTE.L004.S002	0	1
2.14.1406.NDTE.L004.S003	79,28	17
2.14.1406.NDTE.L004.S004	16,17	6
2.14.1406.NDTE.L004.S005	2,58	1
2.14.1406.NDTE.L005.S001	0,6	2
2.14.1406.NDTE.L005.S002	0,75	2
2.14.1406.NDTE.L005.S003	0,25	1
2.14.1406.NDTE.L005.S004	4,57	2
2.14.1406.NDTE.L005.S005	1,48	2

Esta análise permite o foco em duas janelas temporais distintas, a nível mensal ou semanal. No caso apresentado, está em análise um excerto da Semana 48 do mês de novembro (11).

Na análise do tempo parado, Tabela 4.7, podemos ver a Duração Parada por módulo, bem como o números de paragens registadas. Por outro lado, na Tabela 4.8 está explícito o material consumido, associado ao módulo em causa, bem como o motivo de paragem que originou aquele consumo.

Tabela 4.8: Análise do Consumo de Material na semana 48.

Mês	11	
Semana	48	
Row Labels	Sum of Qtd.	Valor
2.14.1406.NDTE.L010.S001	-23	-€4 038
P55	-23	-€4 038
BSG	-23	-€4 038
Material 72	-12	-€1 474
Material 59	-4	-€1 023
Material 58	-2	-€63
Material 53	-1	-€1 233
Material 46	-1	-€47
Material 23	-1	-€43
Material 28	-1	-€34
Material 91	-1	-€122
2.14.1406.NDTE.L003.S005	-11	-€2 167
P09	-11	-€2 167
BSG	-8	-€1 809
Material 59	-5	-€1 278
Material 79	-1	-€376
Material 91	-1	-€122
Material 92	-1	-€33
BAIXA SENSIBILIDADE COLUNA	-3	-€358
Material 91	-1	-€122
Material 77	-1	-€203
Material 92	-1	-€33
2.14.1406.NDTE.L004.S001	-10	-€2 167
Festo Nº 21	-1	€0
Robot Módulo	-1	€0
Material 50	-1	€0
P38	-9	-€2 167
BSG	-9	-€2 167
Material 59	-8	-€2 045
Material 91	-1	-€122
2.14.1406.NDTE.L004.S003	-9	-€1 871
P61	-9	-€1 871
BSG	-9	-€1 871
Material 72	-3	-€369
Material 91	-2	-€243
Material 76	-1	-€202
Material 65	-1	-€20
Material 84	-1	-€1 004
Material 92	-1	-€33

Com base nestes dados, podem-se introduzir os indicadores já referenciados anteriormente, sendo eles o MTBF, MTTR e a Disponibilidade.

Uma vez que estes indicadores são propriedades de um equipamento, nesta análise focar-nos-emos nos dois módulos da Linha 1 que apresentaram paragens na Semana 48, o Módulo "2.14.1406.NDTE.L001.S002" e "2.14.1406.NDTE.L001.S004". Os dados estão apresentados na Tabela 4.9.

Tabela 4.9: Análise dos Indicadores dos Módulos na Semana 48.

Variáveis	2.14.1406.NDTE.L001.S002	2.14.1406.NDTE.L001.S004
Tempo Disponível	23 (h/Dia) x 7 (Dias/Semana) = 161 h	23 (h/Dia) x 7 (Dias/Semana) = 161 h
Tempo Parado	0,33 h	44,78 h
Número de Paragens	1	6
MTBF	160,7 h	19 h
MTTR	0,33 h	7,5 h
Disponibilidade	99,8 %	72,2 %

Esta análise serve de exemplo do acompanhamento que virá a ser feito semanalmente. Os ganhos deste acompanhamento ainda não podem ser fiavelmente mensurados, no entanto estima-se que permita entre outros ganhos, melhorar a qualidade da manutenção, identificar erros de registos, detetar padrões de anomalias nos equipamentos, avaliar possíveis ganhos com alterações técnicas e/ou melhorias que venham a ser implementadas, funcionando como ferramenta de validação das mesmas, entre outros.

No Anexo C, está apresentada a *Dashboard* em Excel que contempla toda esta informação previamente referida. Com vista a tornar esta informação visualmente mais perceptível, estabeleceram-se em reunião de equipa três categorias no que respeita a Disponibilidade:

- Categoria A: Disponibilidade do Equipamento [90 - 100] %;
- Categoria B: Disponibilidade do Equipamento [80 - 90] %;
- Categoria C: Disponibilidade do Equipamento [0 - 80] %.

No exemplo em estudo, Semana 48, os dados registados foram os apresentados na Figura 4.14. Facilmente é possível identificar oito Módulos críticos no decorrer dessa semana, que serão posteriormente analisados quanto ao material consumido e aos motivos de paragem que os originaram.

Para garantir um bom funcionamento desta Base de Dados, é necessário não só que os registos sejam fiáveis, daí que o acompanhamento seja obrigatório, bem como que o conhecimento de retirar os dados da Base de Dados em SAP seja de conhecimento do responsável da manutenção. Para isso criou-se uma norma que engloba todo o procedimento para que funcione e produza resultados de confiança, Anexo B.

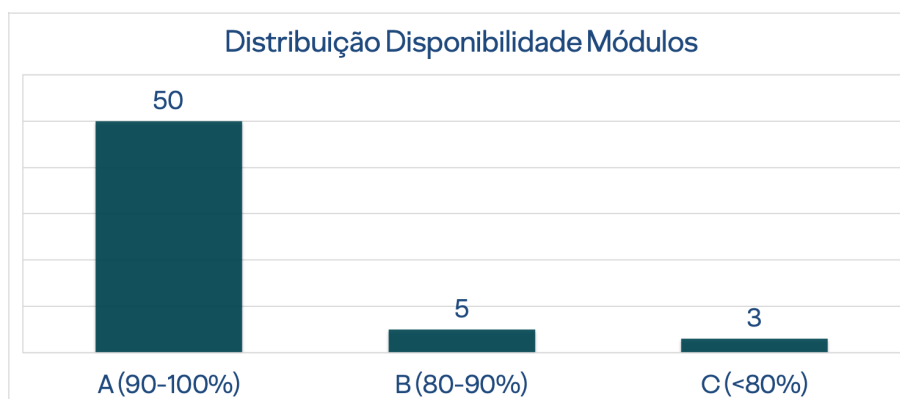


Figura 4.14: Distribuição Disponibilidade Módulos.

4.2 Dashboard da Manutenção

Com vista a reunir a informação previamente trabalhada e apresentá-la de forma clara, rápida e de fácil análise, construiu-se inicialmente uma *dashboard* em Excel que será apresentada à equipa semanalmente, bem como exposta nos quadros de acompanhamento da evolução do setor, como podemos ver na Figura 4.15.



Figura 4.15: Quadro de Indicadores e acompanhamento do NDtech.

Esta *dashboard*, Figura 4.16, recolhe a informação das três transações previamente referidas de SAP e devolve informação quanto ao tempo de paragem, o número de avarias que foram apontadas ao equipamento, o valor do MTBF e MTTR e disponibilidade para o período temporal escolhido (mês/semana). Em suma, resume de forma bastante visual a informação apresentada na Tabela 4.9 e permite identificar onde deve ser o principal foco da equipa.

Dada a quantidade de registos presentes nas diversas transações de SAP, que se analisaram em Excel, estudou-se a hipótese de desenvolver a *dashboard* em *PowerBI*.

O *Power BI* é um serviço de análise de negócios da Microsoft. O objetivo é o de fornecer visualizações interativas e recursos de *business intelligence* com uma interface simples para que os usuários finais criem os seus próprios relatórios e *dashboards*. Algumas vantagens do *Power BI* relativamente às outras ferramentas de visualização são: capacidade de carregar visualizações personalizadas através do *AppSource*, acesso à informação em tempo real, acesso de informação em qualquer aplicativo móvel, uso empresarial e facilidade de uso.

Efetivamente, esta ferramenta, permite uma análise à informação já tratada muito mais dinâmica e de simples acesso, um dos principais objetivos desde o início.

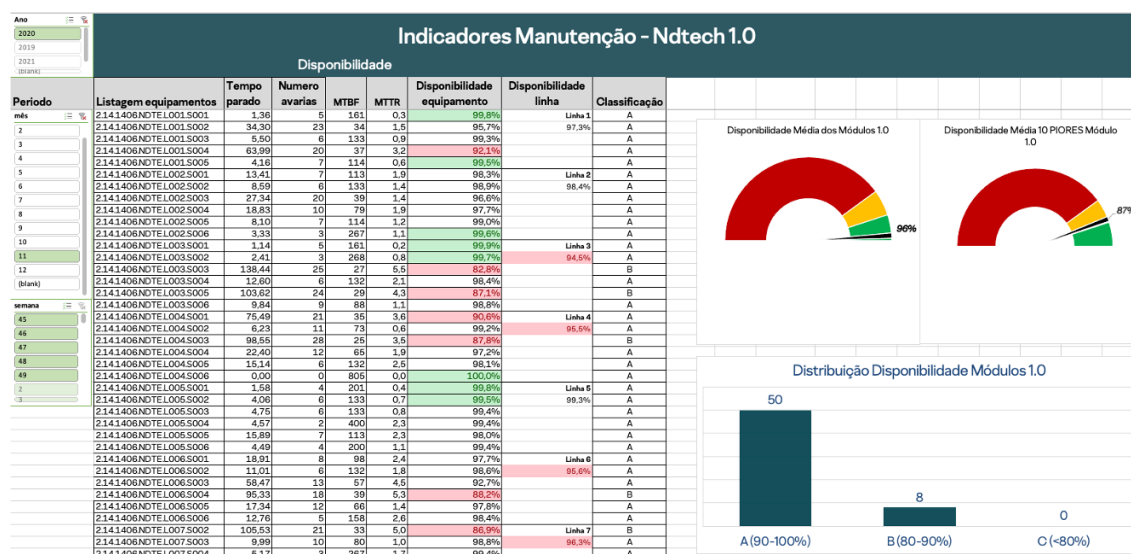


Figura 4.16: Dashboard da Manutenção do NDtech em Excel.

Nas Figuras 4.17 e 4.18 está apresentada a *dashboard* construída em PowerBI. Uma das principais vantagens centra-se em facilmente se poder estabelecer comparações do setor ao período homólogo do ano anterior. Por outro lado, o facto de ser bastante intuitivo, permite tirar conclusões quanto ao material consumido relativamente ao motivo de paragem que o originou. Tudo isto filtrado pela janela temporal que maior interesse apresentar à data da análise.

Outra grande vantagem deste *software*, prende-se com o visual da Figura 4.18 que permite obter uma janela sobreposta ao gráfico do "Tempo Parado Mensalmente" com informação relativamente ao *Top/Bottom* 5 dos equipamentos no período temporal em análise.

Acompanhamento anual 2020

Com base nestes dados, apresentaram-se ainda os valores médios e globais de MTBF e MTTR dos equipamentos ao longo do ano 2020. Um dos principais objetivos destes dados é permitir estabelecer comparação quanto ao decorrer deste ano.

Na Figura 4.19 pode-se concluir que o tempo médio de funcionamento teve uma tendência crescente ao longo do ano, sendo que em média o equipamento esteve operacional por um período de 29 horas em janeiro, sendo que em dezembro mais que quadruplicou esse valor, 125 horas.

Por outro lado, o MTTR também apresenta uma tendência de melhoria. Iniciou o ano com tempo médio de reparação de aproximadamente 5 horas e atingiu-se em dezembro um valor médio de 2,7 horas.

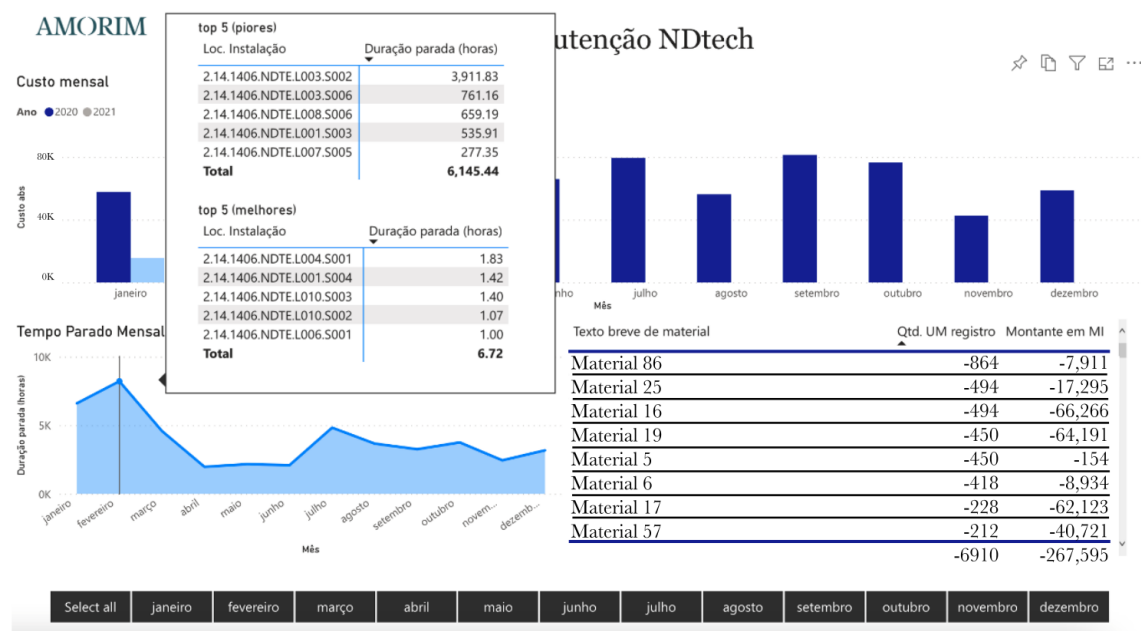


Figura 4.17: *Dashboard* Manutenção em PowerBI - Visual 1; neste caso, está visível a janela do Top/Bottom 5, que surge ao passar o cursor no mês de fevereiro.

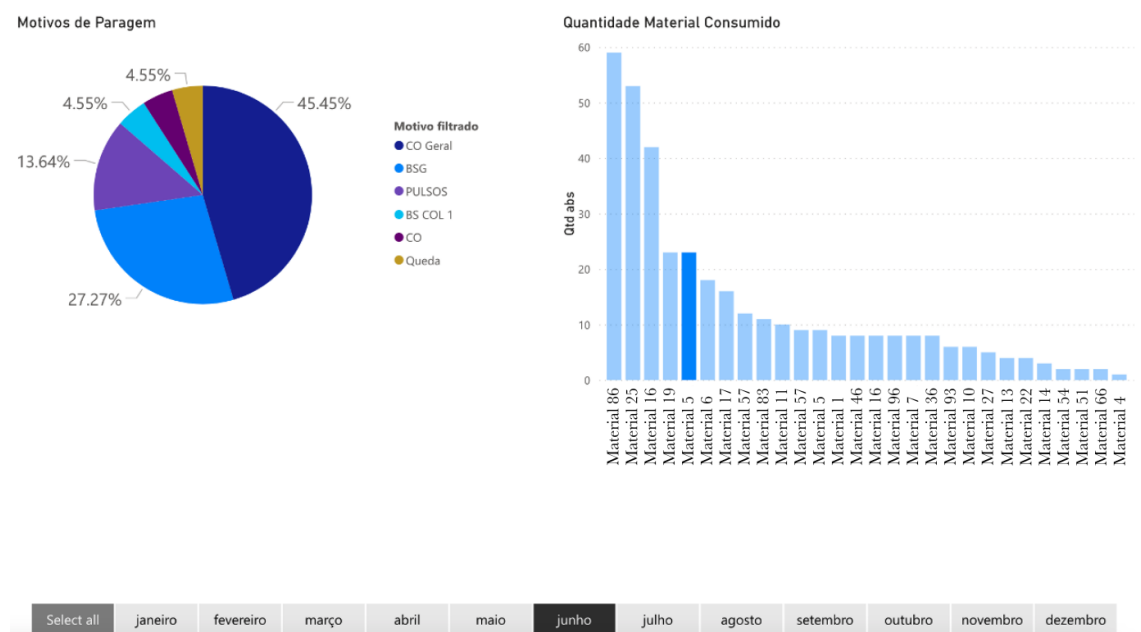


Figura 4.18: *Dashboard* Manutenção em PowerBI - Visual 2.

4.3 Implementação de Melhorias

Como apresentado inicialmente, o Grupo Amorim é constituído por diversas unidades industriais que, atualmente, têm uma abordagem muito própria ao tema da Gestão da Manutenção. No decorrer do projeto, procurou-se conhecer o que já existia nas restantes fábricas, com vista, não só uniformizar e homogeneizar os dados que fossem extraídos, bem como permitir uma comparação

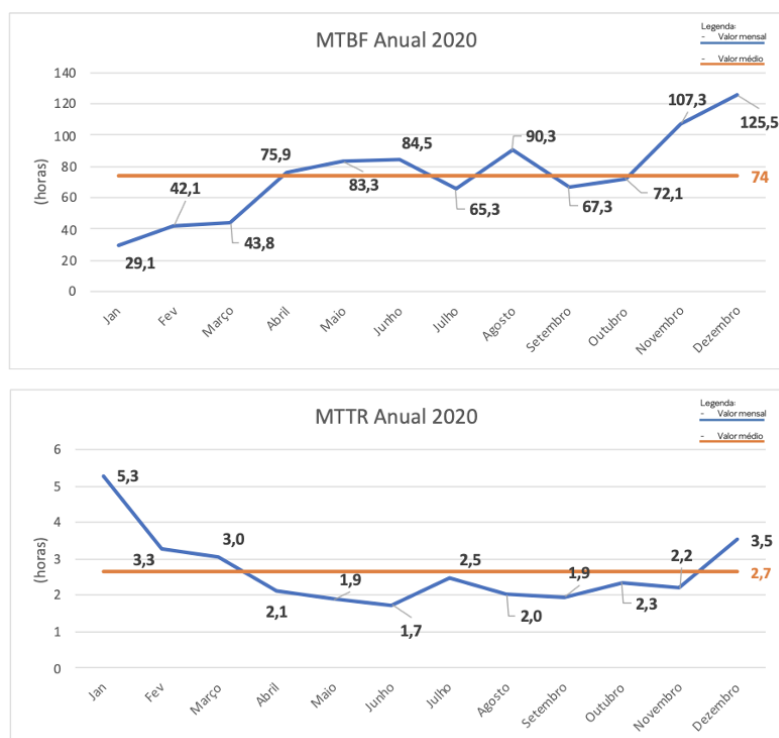


Figura 4.19: Evolução da MTBF e MTTR em 2020.

dos indicadores entre setores com elevado rigor e confiança.

Destas visitas, foi possível extrair melhorias que se adequam com a filosofia TPM e que poderão ser implementadas no setor.

4.3.1 Registo de Intervenções

Mobilidade SAP

Como foi explorado ao longo do Capítulo 3, os registos das paragens e intervenções acontecem na plataforma SAP. Uma vez que atualmente o tempo de paragem é introduzido manualmente pelo operador aquando da finalização da intervenção, existe um erro inerente ao rigor desse valor, visto não existir uma espécie de cronómetro que contabilize ao certo o tempo de trabalho real, dispendido pelo operador.

Uma das soluções prende-se com a introdução da mobilidade em SAP, onde cada chefe de turno terá ao seu dispor um dispositivo móvel, com acesso a uma *App* ligada a SAP, que permite que o registo da paragem seja feito de forma imediata. Através da leitura de um código de barras presente em cada equipamento, Figura 4.20, é possível localizar de uma forma bastante intuitiva qual o equipamento a necessitar de ser intervencionado e posteriormente indicar o motivo da sua paragem.

Assim, nesse momento o equipamento está localizado e a abertura da ordem em SAP está registada. A partir do momento em que o técnico de manutenção ou um operador com o nível de



Figura 4.20: Código de barras dos equipamentos.

formação indicado para a avaria em questão, inicie a intervenção, basta iniciar o "cronómetro" na *App*. Assim que der por terminada a intervenção, basta encerrar a mesma. Isto permite um elevado rigor entre a distinção do tempo de paragem e do tempo de trabalho real.

Por outro lado uma grande vantagem desta implementação prende-se com a redução dos desvios de inventário, uma vez que no caso de ser necessária a substituição de qualquer material ou equipamento, o processo de "dar consumo/baixa de material" no sistema, pode ser executado na hora, reduzindo assim possíveis erros ou esquecimentos posteriores por parte da equipa.

Folha de registo de consumo material

Como foi possível concluir nas análises previamente feitas, existem materiais com consumos bastante superiores relativamente aos demais. Por outro lado, existem materiais com custo muito elevado, sendo estes que representam uma grande fatia nos custos da manutenção do setor.

Com vista a garantir que as substituições destes materiais se reduzem ao estritamente necessário, na porta do módulo foi colocado uma folha de registo, Figura 4.21, com o objetivo de permitir acesso direto ao que foi consumido no módulo nos últimos dias, de modo a evitar uma repetição de ações.

Nesta listagem reuniram-se apenas as intervenções mais críticas a nível de custos associados.

AMORIM CORK

Registo das datas de intervenção do módulo 1.0

Unidade Industrial: PORTOCORK | Nome Máquina: NDtech

Nº	Descrição da Intervenção		Data de intervenção
1	Substituição da SSV	Limpeza do rotor	
2	Limpeza da SSV		
3	Limpeza da transfer-line		
4	Substituição da cabeça/diafragma		
5	Substituição da válvula de diafragma		
6	Substituição do Loop		
7	Substituição da pré-coluna		
8	Substituição da STF	Substituição do rotor	24/11 T2
9	Substituição das 4 colunas analíticas		
10	Substituição da SC	Substituição do rotor	24/11 T2
11	Limpeza do detector	Substituição da linha do detector	26/11 - T4
12	Substituição dos rolamentos de fecho		
13	Substituição do mini-slido		

PR-002.044.1

Figura 4.21: Folha de registo da Intervenção no módulo.

4.3.2 Formação Operadores

Um dos pilares do TPM assenta na formação contínua. Sendo os operadores a base de toda a pirâmide produtiva, visto serem as pessoas que mais intervêm diretamente nas máquinas, incluiu-se no plano de formação da Escola dos Operadores a componente da manutenção.

Nesta apresentação, Anexo A, introduziram-se os conceitos básicos da Metodologia TPM, procurando transmitir e consciencializar os operadores da sua importância para que se consigam atingir bons resultados desta implementação.

Abordou-se ainda a manutenção do NDtech, na qual se focalizou principalmente nas medidas preventivas que já estão implementadas e a sua importância. Por outro lado, o tratamento de dados que se realizou, anteriormente explicado, teve como finalidade garantir que as normalizações que tinham sido feitas e sugeridas eram cumpridas e conhecidas por todos.

Por fim, apresentaram-se os indicadores que serão analisados semanalmente em reunião de equipa e para isso fez-se uma análise dos mesmo até à data da formação.

4.3.3 Plano de redução de defeitos

Ao longo do Estágio, estive ainda envolvido no Plano de Ações responsável pela redução de defeitos. Como possível melhoria, desenvolveu-se um suporte para a montagem dos Pré-Incubadores, Figuras 4.22 e 4.23, com vista a tornar mais rápida a montagem/desmontagem, bem como facilitar o alinhamento do mesmo em relação à mesa.

Este suporte foi dimensionado de modo a ficar debaixo do tabuleiro onde o Pré-Incubador está assente. Colocaram-se dois destes suportes na diagonal, com vista a bloquear-lhe os movimentos.

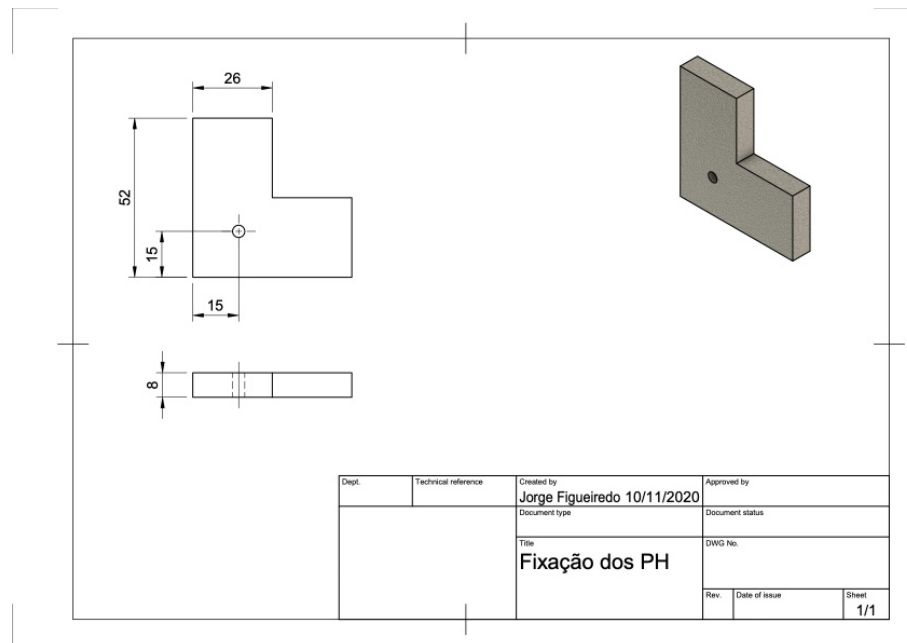


Figura 4.22: Desenho 2D da solução de fixação dos Pré-Incubadores à mesa.



Figura 4.23: Aplicação da solução de fixação dos Pré-Incubadores à mesa.

4.4 Sumário

Neste capítulo, foram inicialmente apresentados os dados provenientes das Bases de Dados existentes. Com estes dados foi possível iniciar um primeiro estudo quanto aos principais motivos de paragem, o seu peso tanto a nível de incidência como de tempo parado, bem como aos custos associados.

No entanto, procedeu-se a diversas normalizações referentes ao registo de intervenções, com objetivo de aumentar o rigor dos mesmos. Estas normalizações foram desde cedo transmitidas a toda a equipa.

Posteriormente, identificaram-se grandes discrepâncias entre equipamentos idênticos, pelo que além de identificados os *Top 5/Bottom 5* dos equipamentos, foi feita uma análise ao historial de cada um e apresentada em reunião semanal à equipa e chefia com o objetivo de se lançarem ações.

Apresentou-se uma *dashboard* criada em Excel, onde foram reunidos os principais indicadores calculados com base nos dados previamente analisados. Posteriormente expôs-se uma solução idêntica em PowerBI, com o objetivo de tornar esta ferramenta de análise mais dinâmica e visual.

Por fim, divulgou-se um conjunto de melhorias, em diferentes fases de implementação, que representam não só ganhos financeiros para a empresa, como também dotam a equipa de ferramentas que serão fundamentais para continuar a evoluir na metodologia TPM.

Capítulo 5

Conclusões e Perspetivas Futuras

5.1 Conclusão

Neste capítulo analisar-se-à o resultado da implementação da filosofia TPM no setor. Aquando do término do Estágio pôde concluir-se que os objetivos inicialmente propostos foram cumpridos. Foi feita uma análise ao estado atual da manutenção no NDtech e foram identificados vários problemas que poderiam ser alvo de melhoria, tanto ao nível do registo e tratamento de informação, bem como relativamente à Manutenção Autónoma e Preventiva, tendo sempre por base a implementação da metodologia TPM.

Analisou-se então o sistema de informação existente na empresa tendo-se estudado o seu funcionamento, quais as falhas que apresentava e quais as limitações do próprio sistema para o uso num sistema de manutenção TPM. Foram encontrados vários problemas, essencialmente na forma como a informação era registada e tratada, uma vez que grande parte dos dados registados não eram alvo de análise, induzindo duplicação de informação e, conseqüentemente a falta de rigor no seu registo.

Inicialmente procurou-se normalizar o registo de intervenções, instalando junto a cada máquina uma listagem dos principais motivos de paragem. Posteriormente criou-se em Excel uma *dashboard* com os indicadores obtidos com recurso aos registos no *software* de gestão da empresa, para permitir de forma simples e quase automática, uma análise permanente ao estado do processo e da evolução da manutenção. Além disso, foram também propostas melhorias para o registo no software de gestão de forma a tornar a análise mais fiável no momento de retirar conclusões. Este novo método de registo e tratamento da informação traduz-se em ganhos significativos para o processo. Visto que se trata de um projeto recente, quantificar os ganhos é ainda uma tarefa pouco precisa, contudo, deste modo, passa a existir um método que possibilita examinar e medir o estado do processo de manutenção podendo, assim, analisar-se padrões de falhas, disponibilidade de equipamentos, o tempo médio entre falhas, a durabilidade de certos materiais, bem como um histórico completo das ações de manutenção realizadas.

Relativamente à metodologia TPM, a empresa está a dar os primeiros passos neste âmbito. No entanto, existem pilares desta filosofia que já estavam enraizados no setor, ainda que numa fase

inicial. A manutenção preventiva já está a ser praticada no NDtech, ainda que em reduzida escala e com uma abordagem empírica por parte dos responsáveis do setor. Tarefas de inspeção, lubrificação e limpeza são boas práticas já em vigor. A implementação da metodologia permitiu dotar a equipa de ferramentas que possibilitam um maior conhecimento da evolução da manutenção.

Por outro lado a manutenção autónoma foi um dos pilares com grande atuação, através do escalonamento da equipa em níveis da manutenção, permitindo garantir equipas multidisciplinares capazes de intervir com qualidade nas máquinas em diversas áreas.

Os registos tornaram-se uma atividade de elevada responsabilidade por parte de toda a equipa, uma vez que são a fonte das futuras análises. Através da formação aos operadores, foi possível consciencializar toda a equipa da responsabilidade e contribuição de todos neste processo.

Com a introdução dos indicadores, a manutenção passa a ser reconhecida como um setor de elevado potencial e com a capacidade geradora de ganhos. Através de um acompanhamento regular dos equipamentos, pode-se antecipar potenciais problemas, bem como identificar situações irregulares que devem ser alvo de uma análise imediata pormenorizada.

Com a realização deste trabalho, foram obtidos ganhos substanciais para a empresa, já que a empresa passou a estar beneficiada de um sistema de recolha e tratamento de dados fiável que é essencial para o processo, e deu um passo sólido e importante para a continuação da implementação da metodologia TPM.

5.2 Trabalho futuro

Após a conclusão deste trabalho, o NDtech deve continuar a implementação da metodologia TPM, fazendo uso da experiência adquirida até aqui.

A *dashboard* criada em *PowerBI*, dada as suas capacidades de tratamento de dados, abriu um grande leque de possibilidades que poderá ser alvo de análise e controlo. Uma vez que neste momento, na Corticeira Amorim, já existe a ligação automática entre as transações em SAP e o *PowerBI* para diversas vertentes do negócio (Vendas e Produção), a expansão para a Manutenção, permitirá que estas análises sejam feitas em tempo real.

Deve-se também dar continuidade ao trabalho feito na implementação da manutenção autónoma, implementando os *standards* de manutenção noutros equipamentos, que embora não tão críticos, são também de grande importância para o processo produtivo. A árvore de decisão das intervenções deve alargar-se a novas avarias que surjam, de forma a garantir o mesmo procedimento por parte de todos os intervenientes.

Para que o processo de manutenção seja gerido de forma ampla, capaz de responder adequadamente a novas exigências, outros pilares da metodologia podem vir a ser introduzidos. Dada que a implementação da metodologia TPM centrou-se no NDtech, setor da Unidade Industrial Porto-Cork, com resultados sustentados e promissores, no futuro poder-se-ia considerar a sua expansão para a restante fábrica.

Bibliografia

- Ahuja, I. P. and J. S. Khamba (2008). Total productive maintenance: Literature review and directions.
- Amorim (2020). Documentação Interna, Amorim. Technical report.
- APCOR - Associação Portuguesa da Cortiça (2019). Information Bureau | Cortiça em Números. Technical report.
- Armstrong, T. (1987). World of plant maintenance management. In *PICS Conference Proceedings*, pp. 116–119.
- Bhadury, B. (2000). Management of productivity through TPM. *Productivity* 41(2), 240–251.
- Borris, S. (2006). *Total Productive Maintenance*. McGraw Hill.
- Brook, R. (1998). Total predictive maintenance cuts plant costs. *Plant Engineering* 52.
- Cabral, J. S. (1998). *Organização e Gestão de Manutenção: Dos Conceitos à Prática* (LIDEL ed.).
- Coque, J., M. Rodríguez, M. Goswami, and R. Martínez (2006). Causes and origins of wine contamination by haloanisoles (chloroanisoles and bromoanisoles). *INBIOTEC, ASECOR*.
- Costa, C., E. Moreira, and N. Lopes (2020). Documentação da Formação de Integração, Amorim. Technical report.
- Eti, M. C., S. O. Ogaji, and S. D. Probert (2006). Development and implementation of preventive-maintenance practices in Nigerian industries. *Applied Energy*.
- Geraerds, W. (1985). The cost of downtime for maintenance: Preliminary considerations. *Maintenance Management International* 5, 13–21.
- Hervé, E., S. Price, G. Burns, and P. Weber (2004). Chemical Analysis of TCA As a Quality Control Tool For Natural Corks. *ETS Laboratories*.
- Higgins, L. and L. Morrow (1977). *Maintenance Engineering Handbook*. McGraw-Hill.
- Hora, M. E. (1987). The unglamorous game of managing maintenance. *Business Horizons*.
- Imai, M. (1997). *Gemba Kaizen: A Commonsense Approach to a Continuous Improvement Strategy*.
- ISO 20752:2014 (2014). Cork stoppers — Determination of releasable 2, 4, 6-trichloroanisol (TCA).

- Jain, A., R. Bhatti, H. Singh Deep, and S. kumar Sharma (2012). Implementation of TPM for Enhancing OEE of Small Scale Industry. *International Journal of IT, Engineering and Applied Sciences ResearchXplore International Research Journal Consortium*.
- Kardec, A. and J. Nascif (2009). *Manutenção - Função Estratégica*. Qualitymark.
- Kulkarni, A. and M. Dabade (2013). Investigation of Human Aspect in Total Productive Maintenance (TPM): Literature Review. *International Journal of Engineering Research and Development*.
- Lawrence, J. J. (1999). Use mathematical modeling to give your TPM implementation effort an extra boost. *Journal of Quality in Maintenance Engineering*.
- Mad Lazim, H. and T. Ramayah (2010). Maintenance strategy in Malaysian manufacturing companies: a total productive maintenance (TPM) approach. *Business Strategy Series*.
- Mobley, R. K. (2002). *An Introduction to Predictive Maintenance (Second Edition)*.
- NP EN13306:2007 (2007). Norma Portuguesa EN 13306:2007 – Terminologia da Manutencao.
- Panda, S. (2007). Optimal JIT safety stock and buffer inventory for minimal repair and regular preventive maintenance. *International Journal of Operational Research*.
- Park, K. S. and S. W. Han (2001). TPM - Total productive maintenance: Impact on competitiveness and a framework for successful implementation. *Human Factors and Ergonomics In Manufacturing* 11(4), 321–338.
- Pereira, H. (2009). TPM – Total Productive Maintenance – Uma importante ferramenta da logística empresarial (Parte I). *Informação Técnico-científica de Metalurgia e Metalomecânica Maio/Junho de 2009* 182, 14–19.
- S., J. R. and H. M. M. (1994, 1). Total Productive Maintenance and Its Link to Total Quality Management. *Work Study* 43(7), 18–20.
- Samanta B., M. S. (2001). Reliability centred maintenance (RCM) for heavy earth-moving machinery in an open cast coal mine. *CIM Bulletin*.
- Sangameshwaran, P. and R. Jagannathan (2002). HLL's manufacturing renaissance. *Indian Management November*, 30–35.
- SAP. What is SAP.
- Shirose, K. (2018). Definition of TPM. In *TPM for Workshop Leaders*.
- Singer, T. (1999). Are you using all the features of your CMMS? Following this even-step plan can help uncover new benefits. *Plant Engineering*, 53.
- Smit, K. (1988). Modern concepts and methods in maintenance. In *Improving Maintenance Performance*, Scheveningen.
- S.Nakajima (1988). Introduction to TPM: Total Productive Maintenance.pdf. *Productivity Press, Cambridge*.
- Telang, A. (1998). Preventive maintenance. *Government Engineering College, Thissur India, Institution of Engineers, Cochin Local Centre Proceeding*.

- Thomas, A., R. Barton, and P. Byard (2008). Developing a Six Sigma maintenance model. *Journal of Quality in Maintenance Engineering* 14, 262–271.
- Torell, B. W. and V. Avelar (2004). Mean Time Between Failure: Explanation and Standards. *Power*.
- Tsarouhas, P. (2007). Implementation of total productive maintenance in food industry: a case study. *Journal of Quality in Maintenance Engineering* 13(1).
- Verbrugge, S., D. Colle, P. Demeester, R. Huelsermann, and M. Jaeger (2005). General availability model for multilayer transport networks. In *5th International Workshop on Design of Reliable Communication Networks*.
- Waeyenbergh, G. and L. Pintelon (2002). A framework for maintenance concept development. *International Journal of Production Economics*.
- Wireman, T. (2004). *Total Productive Maintenance*.
- Yamashina, H. (1995). Japanese manufacturing strategy and the role of total productive maintenance. *Journal of Quality in Maintenance* 1, 27–38.

Anexo A

Apresentação à Escola dos Operadores

Este anexo contém a apresentação feita em conjunto com o responsável da manutenção do setor NDtech. Esta apresentação foi incluída no âmbito do plano de formação dos operadores, Escola de Operadores, de forma a que estes tivessem conhecimento da filosofia TPM, um primeiro contacto com os dados que foram alvo de análise e quais as ferramentas criadas para acompanhar a evolução da manutenção, bem como o estado inicial da mesma.

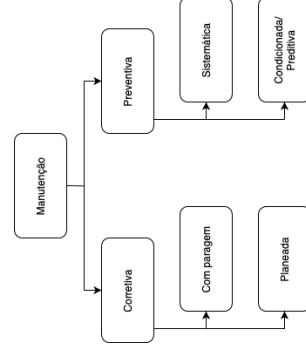
ESCOLA TÉCNICA DE OPERADORES MANUTENÇÃO



O QUE VAMOS ABORDAR?

- Conceitos e Tipos de Manutenção;
- Organização da Manutenção:
 - Amorim Cork vs NDtech;
 - Equipa NDtech;
- Níveis de Manutenção:
 - Ficheiro do Colaborador;
 - SAP
- Comunicação Manutenção NDtech – Manutenção Amorim Cork;
- Gestão da Manutenção:
 - TPM – Manutenção Produtiva Total;
- Custos e Indicadores de Manutenção;
- Manutenção NDtech 2021;

MANUTENÇÃO TIPOS DE MANUTENÇÃO



Manutenção corretiva: efetuada após a deteção de uma avaria e que tem como objetivo a reposição, o mais breve possível, das funções do equipamento.

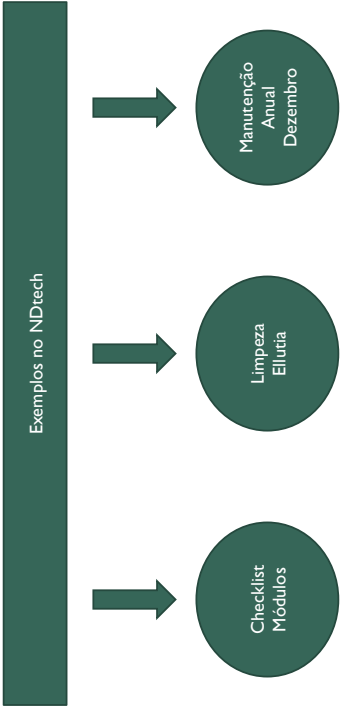
Manutenção preventiva: realizada com uma frequência pré-definida, com o objetivo de reduzir a probabilidade de avaria ou quebra do equipamento.

- **Sistemática:** efetuada em períodos de tempo previamente definidos ou segundo um número de unidades de utilização (horas, kms, etc.)
- **Condição/Previsão:** vigilância do funcionamento de uma máquina, avaliando parâmetros de referência (medições de vibrações, medições de temperatura, etc.).

MANUTENÇÃO CONCEITO

- **Visão clássica:** ato de consertar equipamentos danificados.
Nesta perspetiva restrita, as atividades de manutenção ficavam confinadas às tarefas reativas de ações de reparo ou de substituição de equipamentos acionados por falhas (conhecida atualmente como **manutenção corretiva**).
- **Visão atual da manutenção:** conjunto de ações técnicas, administrativas e de gestão, durante o ciclo de vida de um equipamento, destinadas a mantê-lo ou repô-lo num estado em que ele desempenha a função pretendida.

MANUTENÇÃO PREVENTIVA - NDTECH



NÍVEIS DE MANUTENÇÃO

Os níveis da manutenção não dependem só das tarefas que se executam, mas também das competências e meios disponíveis para que seja possível efectuar essas tarefas. :

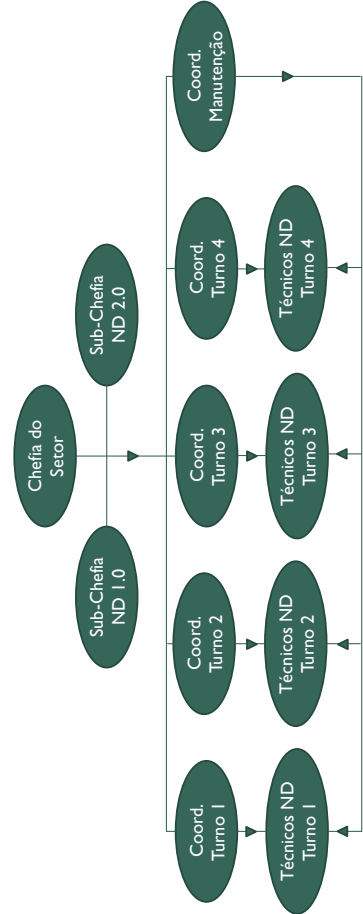
Nível 1 - Indicações fornecidas ao operador pelo construtor/ fornecedor do equipamento, através de elementos simples de substituição com a máxima segurança possível para quem efectua a operação. Inspeção, análise sensorial e limpeza.

- Técnico NDtech com competências bases, onde intervém ao nível das câmaras;

Nível 2 – Reparações que podem ser efectuadas com substituição de elementos standard, tais como lubrificações e verificações de funcionamento. Simples operações de manutenção preventiva de média complexidade onde é garantido toda a segurança através de instruções de funcionamento.

- Técnico NDtech com competências até ao final da Transferline;

MANUTENÇÃO EQUIPA NDTECH



NÍVEIS DE MANUTENÇÃO

Nível 3 – Substituição de peças e elementos através de diagnóstico e localização de avarias, onde são efectuadas reparações mecânicas simples e operações de manutenção preventiva frequente por técnicos especializados, onde deverão ser efectuados ensaios e medições garantindo as instruções indicadas.

- Técnico NDtech com competências para atuar ao nível das válvulas (intervenção mecânica);

Nível 4 – Trabalhos de manutenção preventiva e correctiva, efectuado por empresa especializada no equipamento ou área de intervenção, onde devem ser efectuadas calibrações e aferições dos aparelhos de medida e controlo utilizados recorrentemente nas operações de manutenção.

- Técnico NDtech com competências para atuar em completo nos componentes do forno;

NÍVEIS DE MANUTENÇÃO

Nível 5 – Reparações importantes a efetuar que podem ser a renovação total de um equipamento ou processo que devem ser confiadas a técnicos altamente especializados dentro ou fora da empresa.

- Técnico NDtech com competências para atuar sobre todos os componentes eletrónicos;

Ficheiro do Colaborador NDtech (disponível brevemente):

- Perfil Pessoal;
- Identificado o nível de conhecimento do Técnico no setor;
- Registrado a progressão que o Técnico está a ter no setor;

SAP

TRANSAÇÕES MAIS USADAS NDTECH

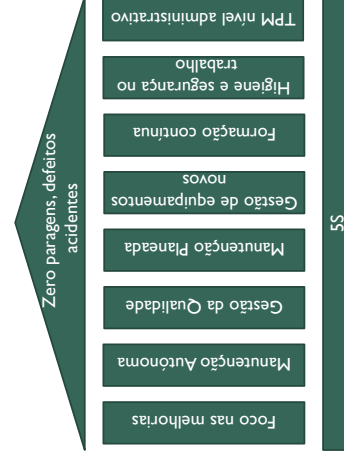
- IW21 – Criação de Notas Manutenção
- IW31 – Criação de Ordens Manutenção
- IW38 – Consultar Ordens de Manutenção
- IW41 – Consumos e Tempos Trabalho Real
- IW49 – Consultar Históricos de Ordens
- MB51 – Consulta de Movimentos Mercadorias
- MB52 – Consulta de Stocks

Criação de manual de utilização

GESTÃO DA MANUTENÇÃO

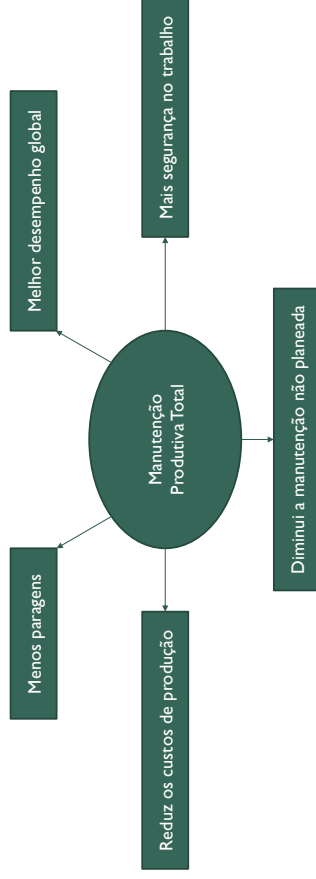
TPM: "TOTAL PRODUCTIVE MAINTENANCE", MANUTENÇÃO PRODUTIVA TOTAL

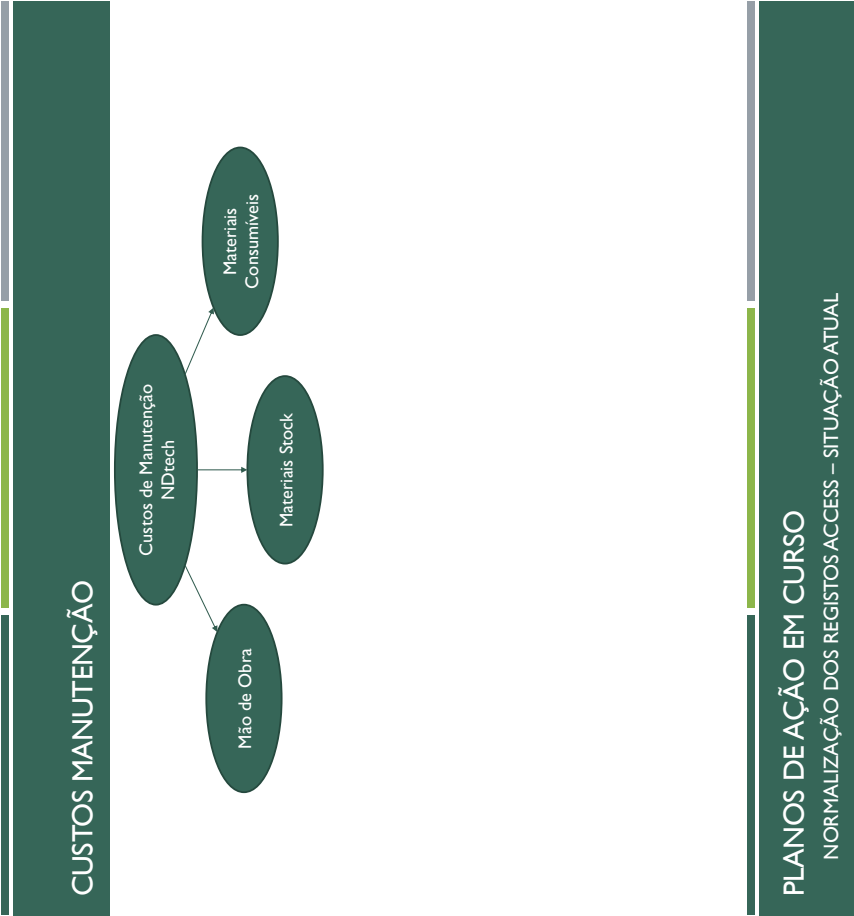
- Filosofia de manutenção industrial, que começou a ser pensada na década de 70.
- **Não limita a manutenção a um só departamento.** Abrange a participação de todos os trabalhadores através de rotinas diárias.
- Define-se como a **procura constante da eficiência e rentabilidade dos equipamentos.**



TPM

OBJETIVOS





- Desenvolver novos Indicadores de Manutenção e reforçar os já existentes:
 - Custos Manutenção por Milheiro;
 - Análise dos Equipamentos Mais Dispendiosos vs Menos Dispendiosos (TOP 5);
 - Análise Pormenorizada dos Motivos de Paragem;
 - Disponibilidade dos Equipamentos;
 - Análise e Controlo do Material utilizado em Intervensões;
 - Introdução de Análises de Pareto;
 - MTBF – Tempo Médio de Bom Funcionamento;
 - MTTR – Tempo Médio de Reparação
 - ...

Intervenções	Tempo parado	
Tringal - Robot	12.5%	3.5%
Baixa Sensibilidade Geral	8.6%	2.1%
Erro Software - Run Time	7.3%	2.1%
Pre-Incubador (PH)	7.3%	2.1%
Baixa Sensibilidade Câmara(i)	5.9%	6.2%
Erro Software - Integration Resulta File	5.9%	1.8%
Manutenção Programada	5.6%	6.0%
Erro Software - Chamber	5.3%	0.6%
Feito - Robot Módulo	4.8%	1.9%
Erro Software - (Software)	4.8%	1.3%
Máquina de Lote	3.7%	0.9%
Calibração (Software)	2.0%	1.3%
Sell Lot	1.9%	8.5%
Outro - Elevada Rejeição (pulso mecânico)	1.9%	3.4%
Câmara - Encerramento Câmara(i)	1.8%	0.7%
Paragem Teor Alinhado	1.7%	0.7%
Erro Software - Run Time	1.7%	0.7%
Erro Software - Run Time	1.6%	1.2%
Carry-over Geral	1.4%	1.8%
Feito - Robot Módulo (pinças)	1.4%	0.3%
Controlo	1.1%	0.6%
Limpeza Eluta	1.1%	1.1%
Manutenção Preventiva	1.0%	0.5%
Σ	90.7%	9.3%

- Número de intervenções e tempo parado
- Normalizar motivos de paragem
- Eliminar o campo "Outros"

PLANOS DE AÇÃO EM CURSO

NORMALIZAÇÃO DOS REGISTOS ACCESS - OBJETIVO

[illegible]

PLANOS DE AÇÃO EM CURSO

NORMALIZAÇÃO DOS REGISTOS SAP – SITUAÇÃO ATUAL

Ordem	Inst. instalação	Projeto	Equipamento	Id data inst.	Nº encol.	Status sistema	Trabalho na	Unidade taxa
020001005	200027154	2.14.1406. NOTE U.001.5003	1.065738	05/01/2020	00000000	ENTE JBF1	0,000 H	0,000 H
020001008	200027154	2.14.1406. NOTE U.001.5003	1.065738	05/01/2020	00000000	ENTE JBF1	0,000 H	0,000 H
	200027671	2.14.1406. NOTE U.001.5003	1.065738	08/01/2020	00000000	ENTE JBF1	0,000 H	0,000 H
020001009	200027671	2.14.1406. NOTE U.001.5003	1.065738	08/01/2020	00000000	ENTE JBF1	0,000 H	0,000 H
	200027671	2.14.1406. NOTE U.001.5003	1.065738	08/01/2020	00000000	ENTE JBF1	0,000 H	0,000 H
020001010	200027878	2.14.1406. NOTE U.001.5003	1.065738	09/01/2020	00000000	ENTE JBF1	0,000 H	0,000 H
	200027878	2.14.1406. NOTE U.001.5003	1.065738	09/01/2020	00000000	ENTE JBF1	0,000 H	0,000 H
020001011	200027925	2.14.1406. NOTE U.001.5003	1.065738	09/01/2020	00000000	ENTE JBF1	0,000 H	0,000 H
	200027925	2.14.1406. NOTE U.001.5003	1.065738	09/01/2020	00000000	ENTE JBF1	0,000 H	0,000 H
020001013	200038332	2.14.1406. NOTE U.001.5003	1.065738	13/01/2020	00000000	ENTE JBF1	0,000 H	0,000 H
	200038414	2.14.1406. NOTE U.001.5003	1.065738	13/01/2020	00000000	CPNA ENTE JBF1	0,333 H	0,333 H
020001015	200028803	2.14.1406. NOTE U.001.5003	1.065738	15/01/2020	00000000	ENTE JBF1	0,000 H	0,000 H
	200028803	2.14.1406. NOTE U.001.5003	1.065738	15/01/2020	00000000	ENTE JBF1	0,000 H	0,000 H

PLANOS DE AÇÃO EM CURSO

NORMALIZAÇÃO DOS REGISTOS SAP – OBJETIVO

	Ordem	Ver instalada	CDOS	Tipo de CDOS	Emparelhamento	1ª data inicial	Nº parcelas	Parcela sistema	Totalidade x Unidade taxa
02000105	200027154	2.14.1406.NOTE.U001.S003	14.08.19.1.38 C&M	MEMORIA RAM	1.006738	05/01/2020	20000000	ENTE I/FBI	0.000 H
02000108	200027671	2.14.1406.NOTE.U001.S003	20.08.19.1.35 C&M	Memoria Ram e placa grafica	1.006738	05/01/2020	20000000	ENTE I/FBI	0.000 H
02000109	200027671	2.14.1406.NOTE.U001.S003	Subst. Mediane Cam 6		1.006738	08/01/2020	20000000	ENTE I/FBI	0.000 MIN
02000109	200027671	2.14.1406.NOTE.U001.S003	Mandado Tulo Azoto Cam 6		1.006738	08/01/2020	20000000	ENTE I/FBI	0.000 H
02000109	200027878	2.14.1406.NOTE.U001.S003	T2 09 1.3 Festo		1.006738	09/01/2020	20000000	ENTE I/FBI	0.000 MIN
02000109	200027878	2.14.1406.NOTE.U001.S003	Subst Garra festo		1.006738	09/01/2020	20000000	ENTE I/FBI	0.000 H
02000109	200027925	2.14.1406.NOTE.U001.S003	T2 09 1.3 Runtime		1.006738	09/01/2020	20000000	ENTE I/FBI	0.000 H
02000109	200027925	2.14.1406.NOTE.U001.S003	Cilindro 4to		1.006738	09/01/2020	20000000	ENTE I/FBI	0.000 H
02000113	200028342	2.14.1406.NOTE.U001.S003	Rolam Trigueal		1.006738	13/01/2020	20000000	ENTE I/FBI	0.000 H
02000113	200028414	2.14.1406.NOTE.U001.S003	T2 09 1.3 FRNO		1.006738	13/01/2020	20000000	ENTE I/FBI	0.000 H
02000115	200028863	2.14.1406.NOTE.U001.S003	T4 11 1.3 C&M		1.006738	13/01/2020	20000000	CPRA ENTE I/FBI	0.333 H
02000115	200028863	2.14.1406.NOTE.U001.S003	T2 015 1.3 Mem alarmes		1.006738	15/01/2020	20000000	ENTE I/FBI	0.000 MIN
02000115	200028863	2.14.1406.NOTE.U001.S003	Subst tulo tubo de azoto cam2		1.006738	15/01/2020	20000000	ENTE I/FBI	0.000 H

Baixa Sensibilidade Câmara

Unidade trabalho - apenas hor:

PARA FINALIZAR...

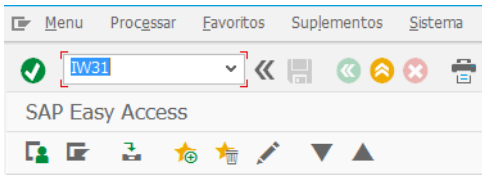
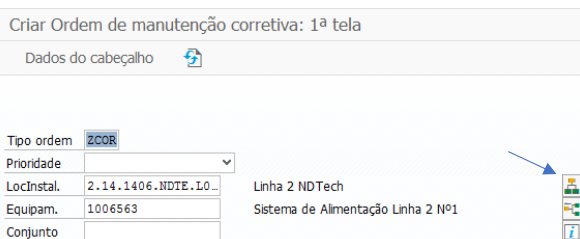
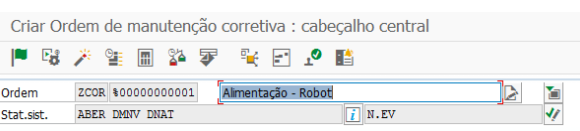
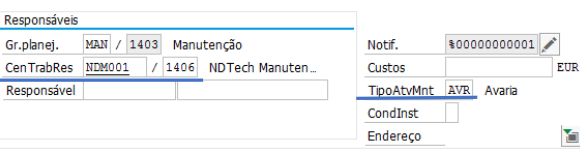
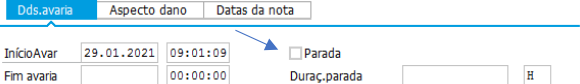
- Todos os elementos que estão relacionados com o NDrech, direta ou indiretamente, têm um papel fundamental no que diz respeito à Manutenção.
- A Manutenção e a Produção estão sempre interligadas. Após termos conseguido atingir uma produção estável no NDrech, cabe agora continuar e melhorar as práticas de manutenção (que passa por aumentar significativamente as manutenções de caráter preventivo) para que esses níveis continuem elevados.
- O NDrech é o setor com o maior Custo de Manutenção do Grupo Amorim (o valor estimado para 2020 é cerca de 1,8 Milhões de Euros) – um dos Objetivos é diminuir este valor com a introdução de melhores práticas de manutenção.

Anexo B

Norma de Registo de Ordens de Manutenção em SAP

A criação desta norma surge por forma a garantir que o registo de interrupções era um processo normalizado em todo o setor. Com esta normalização pretendeu-se garantir que a introdução dos dados seguia, por todos os intervenientes, um determinado procedimento, garantindo assim fiabilidade às análises feitas.

Posteriormente à sua elaboração foi divulgada a toda a equipa.

AMORIM CORK		Registo Ordens Manutenção SAP			
Unidade Industrial		PORTOCORK	Setor/ Máquina	NDtech	
Nº	Descrição da Operação	Fotografia/ Esquema			
1	Efetuar o Login, com o respetivo User SAP, na aplicação;				
2	Pesquisar a transação IW31;				
3	Preencher os seguintes campos: • Tipo Ordem • LocInstal. • Equipamento Nota: em ordens gerais de setor, não é necessário preencher o nº equipamento. Estes equipamentos, podem ser consultados carregando no símbolo indicado pela seta;				
4	O cabeçalho deve ser preenchido, apenas com o motivo da paragem, conforme está estipulado na folha de Motivos de Paragem que se encontra na prancheta de todas as máquinas;				
5	Confirmar que o CenTrabRes indica o nosso centro de manutenção – NDM001/1406 e é necessário preencher o TipoAtvMnt;				
6	Preencher o InícioAvar, com a data e hora, e caso já tenha sido reparada a avaria e o equipamento já se encontre a trabalhar normalmente, preencher o Fim avaria, com a data e hora. Nota: sempre que é feita uma intervenção, que implique a paragem do equipamento, deve ser selecionado o quadrado Parada (como indica a seta);				

Anexo C

***Dashboard* de Manutenção em Excel**

No Capítulo 4 foi referida e apresentada esta *dashboard* em Excel, no entanto, a sua inclusão como anexo prende-se com o facto de os dados não serem muito perceptíveis devido ao reduzido tamanho.

Aqui estão reunidos os principais indicadores que foram criados e acompanhados aquando da implementação da filosofia TPM no setor NDtech.

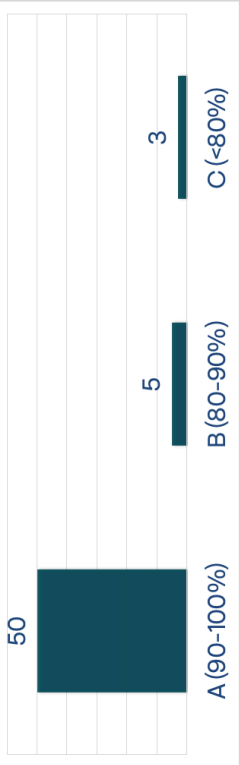
Indicadores Manutenção NDtech

Disponibilidade

Período	Listagem equipamentos	Tempo parado	Numero avarias	MTBF	MTTR	Disponibilidade equipamento	Disponibilidade linha	Classificação
mês								
11	2.14.1406.NDTELO01.S001	0.00	0	161	0.0	100.0%	Linha 1	A
	2.14.1406.NDTELO01.S002	0.33	1	161	0.3	99.8%	94.4%	A
1	2.14.1406.NDTELO01.S003	0.00	0	161	0.0	100.0%		A
	2.14.1406.NDTELO01.S004	44.78	6	19	7.5	72.2%		B
2	2.14.1406.NDTELO01.S005	0.00	0	161	0.0	100.0%		A
	2.14.1406.NDTELO02.S001	13.24	6	25	2.2	91.8%	Linha 2	A
3	2.14.1406.NDTELO02.S002	0.00	0	161	0.0	100.0%	97.0%	A
4	2.14.1406.NDTELO02.S003	2.83	4	40	0.7	98.2%		A
5	2.14.1406.NDTELO02.S004	7.66	2	77	3.8	95.2%		A
6	2.14.1406.NDTELO02.S005	4.51	4	39	1.1	97.2%		A
7	2.14.1406.NDTELO02.S006	1.08	1	160	1.1	99.3%		A
8	2.14.1406.NDTELO03.S001	0.25	1	161	0.3	99.8%	Linha 3	A
9	2.14.1406.NDTELO03.S002	0.25	1	161	0.3	99.8%	92.6%	A
10	2.14.1406.NDTELO03.S003	7.56	4	38	1.9	95.3%		A
	2.14.1406.NDTELO03.S004	6.75	4	39	1.7	95.8%		A
12	2.14.1406.NDTELO03.S005	49.16	6	19	8.2	69.5%		C
(blank)	2.14.1406.NDTELO03.S006	7.08	4	38	1.8	95.6%		A
semana								
47	2.14.1406.NDTELO04.S001	24.19	7	20	3.5	85.0%	Linha 4	B
	2.14.1406.NDTELO04.S002	0.00	1	161	0.0	100.0%	87.3%	A
48	2.14.1406.NDTELO04.S003	79.28	17	5	4.7	50.8%		C
49	2.14.1406.NDTELO04.S004	16.17	6	24	2.7	90.0%		B
	2.14.1406.NDTELO04.S005	2.58	1	158	2.6	98.4%		A
50	2.14.1406.NDTELO04.S006	0.00	0	161	0.0	100.0%		A
51	2.14.1406.NDTELO05.S001	0.60	2	80	0.3	99.6%	Linha 5	A
(blank)	2.14.1406.NDTELO05.S002	0.75	2	80	0.4	99.5%	99.0%	A
	2.14.1406.NDTELO05.S003	0.25	1	161	0.3	99.8%		A
	2.14.1406.NDTELO05.S004	4.57	2	78	2.3	97.2%		A
	2.14.1406.NDTELO05.S005	1.48	2	80	0.7	99.1%		A
	2.14.1406.NDTELO05.S006	1.83	1	159	1.8	98.9%		A
	2.14.1406.NDTELO06.S001	7.50	5	31	1.5	95.3%	Linha 6	A
	2.14.1406.NDTELO06.S002	0.50	1	161	0.5	99.7%	98.6%	A
	2.14.1406.NDTELO06.S003	3.09	4	39	0.8	98.1%		A
	2.14.1406.NDTELO06.S004	0.00	0	161	0.0	100.0%		A
	2.14.1406.NDTELO06.S005	2.67	7	23	0.4	98.3%		A



Distribuição Disponibilidade Módulos 1.0



Anexo D

Outras Atividades Desenvolvidas

Ao longo dos seis meses de Estágio, foram diversas as atividades desenvolvidas para além da concretização do projeto sob o qual assenta esta dissertação. Fruto da integração total na equipa, surgiram as oportunidades de executar tarefas ligadas a outros projetos em curso na fábrica. Assim, neste capítulo estão apresentadas e resumidas as tarefas de maior relevância.

Câmaras Híbridas

Com a pandemia da COVID-19, sofreu-se uma grande queda em quase todos os setores de bebidas, no entanto, o impacto no vinho Champagne foi superior, com o valor de aproximadamente 12%. Uma vez que na fábrica existem duas linhas que analisam exclusivamente rolhas de champagne, que apresentam características próprias que as impede de serem analisadas nas restantes linhas, levantou-se a questão da possibilidade de alterar estas linhas, permitindo assim que as rolhas naturais fossem lá analisadas.

Uma das alterações necessárias ao equipamento prendia-se com a adaptação das câmaras, tornando-as híbridas, ou seja, funcionais tanto para rolhas naturais, como de champagne, aumentando assim a capacidade produtiva da fábrica. Uma das principais alterações prende-se com o tamanho da rolha de champagne, que em regra geral apresenta um maior diâmetro. Quanto à análise de TCA, a rolha natural é apenas avaliada nos topos, onde apresenta discos de cortiça natural.

Na Figura D.1 está apresentado o desenho 2D, uma sugestão de uma possível alteração à atual câmara usada para as rolhas de Champagne. Na Figura D.2, pode-se acompanhar o desenvolvimento das diferentes etapas deste projeto, desde a impressão em tecnologia 3D com vista a experimentar e a validar a peça e posteriormente a final em alumínio.

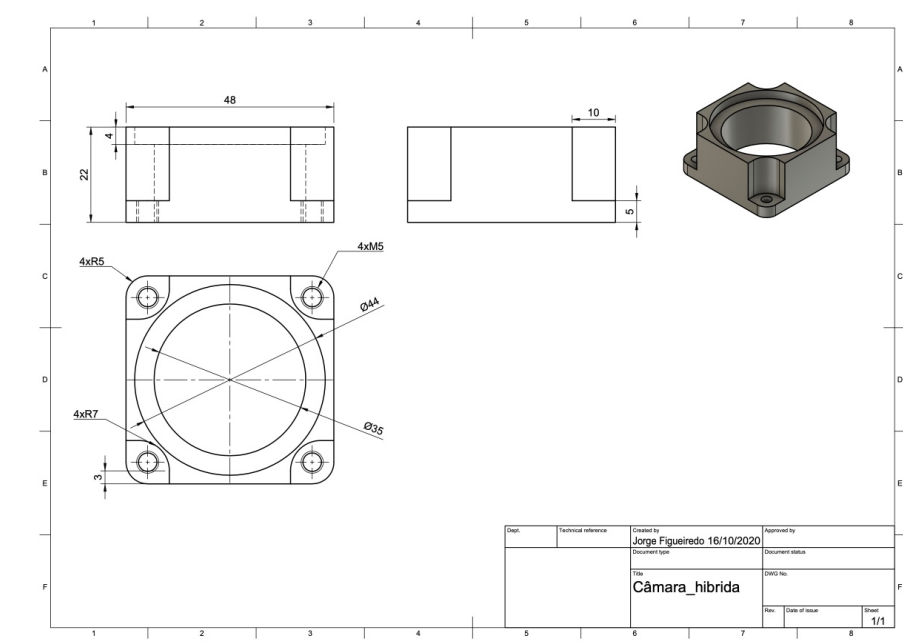


Figura D.1: Desenho CAD 2D da câmara híbrida



Figura D.2: Desenvolvimento da peça de alteração na câmara híbrida