



Instituto Superior de Engenharia

Politécnico de Coimbra

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA QUÍMICA E
BIOLÓGICA

Melhoria Contínua na Gestão de Peças Sobressalentes na Pecol Automotive

Relatório de Estágio para a obtenção do grau de Mestre em
Engenharia e Gestão de Ativos Físicos

Autor

Tomás Lopes Amorim

Orientador

Professor Doutor José Luís Martinho

Supervisor na empresa Pecol Automotive, S.A

Engenheiro Miguel Mieiro

Coimbra, dezembro de 2025



INSTITUTO POLITÉCNICO
DE COIMBRA

INSTITUTO SUPERIOR
DE ENGENHARIA
DE COIMBRA

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar, gostaria de expressar o meu sincero agradecimento ao meu orientador professor Dr. José Luís Martinho, pela sua dedicação incansável, pela disponibilidade constante e pela orientação prestada ao longo de todo o trabalho. A sua motivação e apoio foram fundamentais para a concretização desta etapa.

Agradeço igualmente a todos os colaboradores da Pecol Automotive, S.A., dos diversos departamentos, que contribuíram para a minha integração e para o sucesso deste estágio. Um reconhecimento particular ao Departamento de Tecnologia e Manutenção, pelo acolhimento, disponibilidade e partilha de conhecimento.

Dirijo um agradecimento especial ao Engenheiro Miguel Mieiro, pela paciência, transmissão de conhecimento e aconselhamento ao longo de todo o estágio. O teu exemplo e experiência foram determinantes para a minha aprendizagem e desenvolvimento profissional.

Agradeço profundamente à minha família por toda a compreensão e incentivo demonstrados ao longo de todos os meus anos de estudo. O vosso apoio incondicional foi essencial para ultrapassar os desafios e manter o foco nos objetivos traçados.

Um especial agradecimento à minha namorada, Ana, pela presença constante e pela compreensão demonstrada ao longo de todo o percurso. A tua paciência, o teu carinho e a serenidade que transmitiste nos momentos de maior exigência foram fundamentais para manter a motivação e o equilíbrio necessários ao longo destes anos. A tua companhia e apoio incondicional foram, sem dúvida, indispensáveis.

Por fim, mas não menos importante, agradeço aos meus amigos por todo o companheirismo, em especial ao Pedro e ao João, pela força, pelas palavras de encorajamento e pela compreensão nos momentos de maior exigência. A vossa presença foi um pilar importante neste percurso académico.

RESUMO

Com o aumento da competitividade no mercado atual, as empresas enfrentam a necessidade de otimizar continuamente os seus processos internos para garantir eficiência e redução de desperdícios. Este trabalho, realizado na Pecol Automotive, S. A., empresa portuguesa inserida no setor da metalomecânica, foca-se na melhoria dos processos de gestão de stocks de peças sobressalentes associadas a equipamentos considerados críticos, um elemento essencial para a eficiência e continuidade operacional da empresa.

O objetivo principal consistiu em propor e implementar melhorias aos problemas identificados na análise inicial, como a organização do layout de armazenamento, a falta de controlo preciso dos stocks, a ausência de padronização nos fluxos internos e externos de materiais e a indefinição de componente críticos. Para abordar estas questões, recorreu-se a ferramentas e metodologias como o *Toyota Production System* (TPS) e o *Lean Thinking*, o 5S, a Gestão de Stocks e a Gestão Visual.

Como resultado da implementação das melhorias propostas, obteve-se um sistema significativamente mais eficiente, que permite o controlo dos *stocks* em tempo real, maior disponibilidade de componentes e um layout de armazenamento mais seguro, limpo e funcional. Foi ainda estabelecido um processo padronizado e sustentável que abrange todas as etapas, desde a encomenda até ao fim de vida útil dos componentes, promovendo a competitividade e a fiabilidade das operações.

O projeto reforçou a importância da padronização e do envolvimento de todos os intervenientes na melhoria contínua, contribuindo para uma gestão mais eficiente e sustentável dos ativos físicos.

Palavras-chave: Peças sobressalentes, Gestão de *Stocks*, Manutenção, 5S, Lean

ABSTRACT

With the increasing competitiveness of today's market, companies face the need to continuously optimize their internal processes to ensure greater efficiency and waste reduction. This work, carried out at Pecol Automotive, S.A., a Portuguese company operating in the metalworking sector, focuses on improving spare parts stock management processes associated with equipment classified as critical—an essential element for the efficiency and operational continuity of the organization.

The main objective was to propose and implement improvements addressing the issues identified in the initial analysis, such as the organization of the storage layout, the lack of precise stock control, the absence of standardization in internal and external material flows, and the unclear definition of critical components. To address these challenges, several tools and methodologies were applied, including the Toyota Production System (TPS) and Lean Thinking, 5S, Inventory Management, and Visual Management.

As a result of the implemented improvements, a significantly more efficient system was achieved, enabling real-time stock control, greater component availability, and a safer, cleaner, and more functional storage layout. A standardized and sustainable process was also established, covering all stages from ordering to end-of-life of components, thus enhancing the competitiveness and reliability of operations.

This project reinforced the importance of standardization and the involvement of all stakeholders in continuous improvement, contributing to more efficient and sustainable physical asset management.

Keywords: Spare Parts, Stocks Management, Maintenance, 5S, Lean

ÍNDICE

Agradecimentos	i
Resumo	ii
Abstract.....	iii
Índice.....	iv
Índice de figuras.....	vii
Índice de Tabelas	ix
Lista de siglas e acrónimos	x
1 Introdução	1
1.1 Enquadramento.....	1
1.2 Objetivos.....	2
1.3 Estrutura do Relatório.....	2
2 Enquadramento teórico	4
2.1 Conceitos e Ferramentas de Manutenção	4
2.1.1 Evolução Histórica da Manutenção	4
2.1.2 Objetivos	6
2.1.3 Tipos de Manutenção.....	7
2.1.4 Gestão de <i>stocks</i>	7
2.1.5 Indicadores de Desempenho (KPIs)	8
2.1.6 FMECA	10
2.2 Filosofia <i>Lean</i>	11
2.2.1 <i>Toyota Production System</i> (TPS).....	11
2.2.2 <i>Lean Thinking</i>	14
2.3 Ferramentas <i>Lean</i>	16
2.3.1 5S.....	16
2.3.2 Kaizen	18
2.3.3 Gestão Visual.....	19
2.3.4 PDCA	20
3 Pecol Automotive	23
3.1 O Grupo Pecol.....	23
3.2 Missão, Visão e Valores.....	25
3.3 Produtos comercializados	25

3.4	Processo produtivo	26
3.5	Departamento de Tecnologia e Manutenção.....	29
4	Gestão de Stocks de Peças Sobressalentes	32
4.1	Descrição e Análise da Situação Inicial	32
4.1.1	Organização do Layout de Armazenamento dos stocks relativos aos Fornos Contínuos.....	33
4.1.2	Falta de Controlo de Stocks	35
4.1.3	Padronização nos Processos de Fluxo Interno e Externo na Gestão de Stocks	37
4.1.4	Inexistente Identificação de Componentes de Maiores Dimensões ..	38
4.1.5	Indefinição de Componentes Críticos	39
4.1.6	Síntese da Situação Inicial.....	40
4.2	Melhorias apresentadas.....	42
4.2.1	Identificação dos Componentes Críticos	42
4.2.2	Acerto de <i>Stocks</i> e Gestão em Tempo Real.....	45
4.2.3	Arrumação e Padronização do Layout de Armazenamento com o Uso do 5S	48
4.2.4	Melhoria do Processo de Fluxo Interno e Externo na Gestão de Stocks	53
4.2.5	Identificação dos Componentes de Maiores Dimensões	55
4.2.6	Síntese das Melhorias Apresentadas.....	58
5	Outras Propostas e Atividades Desenvolvidas	60
5.1	Armazenamento de Veios Maquinados e Organização do Local	60
5.2	Planos de Manutenção de 1.º Nível.....	63
5.3	Indicadores de Desempenho	65
5.4	Análise das Participações de Avaria.....	69
5.4.1	Queimadores	71
5.4.2	Bóia de Nível.....	72
5.4.3	Rolamentos.....	72
5.4.4	Bombas das Lavadoras	73
5.4.5	Veios.....	73
5.4.6	Análise dos Indicadores de Desempenho para cada Modo de Falha	74
5.5	Taças Vibratórias.....	76
5.6	Desenho de Peças em Inventor	77

6	Conclusões.....	82
	Referências Bibliográficas.....	85
	Anexos	91
	Anexo A – Organograma PECOL AUTOMOTIVE.....	92
	Anexo B – Organograma do Departamento de Tecnologia e Manutenção	93
	Anexo C – Participações de Avaria.....	94
	Anexo D – Exemplo de uma OTM.....	95
	Anexo E – Layout dos Locais de Armazenamento	96
	Anexo F – Material de Maiores Dimensões Não Identificado.....	97
	Anexo G – Stocks Mínimos	99
	Anexo H – Estrutura de Suporte para os Veios.....	101
	Anexo I – Sugestão de Instrução de Trabalho	102
	Anexo J – Plano de Manutenção 1º Nível.....	104
	Anexo K – Lista de Taças Vibratórias.....	107
	Anexo L – Cotação de um desenho técnico	108

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1 - Casa TPS (Vieira, 2014)	13
Figura 2.2 - Relações entre os 5S's (Farinha, 2018).....	17
Figura 2.3 - Ciclo PDCA (Parkash & Kaushik, 2011)	21
Figura 3.1 – Evolução da Pecol Automotive (Pecol Automotive, s.d.).....	24
Figura 3.2 – Exemplos dos Produtos Comercializados pela Pecol Automotive: a) peças para Body; b) peças para Powertrain; c) peças para travões e suspensão; d) peças para Interior - (Pecol Automotive, s.d.)	26
Figura 3.3 - Processo Produtivo	27
Figura 3.4 – Máquina de Estampar de 6 Estações	28
Figura 3.5 - Participação de Avaria.....	30
Figura 4.1 - Armazém 30	33
Figura 4.2 - Kardex	33
Figura 4.3 – Local 66-00-00	34
Figura 4.4 – Segundo Local de Armazenamento.....	34
Figura 4.5 – Lixo no Local 66-00-00.....	35
Figura 4.6 - Local de Armazenamento sem identificação	37
Figura 4.7 – Local Provisório de Armazenamento	37
Figura 4.8 – Situação Inicial do Local 66-00-00	38
Figura 4.9 – Veios Armazenados em Paletes	39
Figura 4.10 - Modo de Identificação por Código de Barras	46
Figura 4.11 – Disponibilidade de <i>Stock</i>	47
Figura 4.12 – Quantidades Mínimas no Sistema	47
Figura 4.13 – Disponibilidade Insuficiente	48
Figura 4.14 – Planeamento do Layout do Local de Armazenamento 66-00-00.....	49
Figura 4.15 – Identificação Provisória das Estantes	50
Figura 4.16 – Chapa de Identificação.....	50
Figura 4.17 – Explicação da Identificação das Estantes	51
Figura 4.18 – Estruturas de Suporte para os Veios.....	52
Figura 4.19 – Situação Final do Local 66-00-00	53
Figura 4.20 – Processo Ideal.....	54

Figura 4.21 – Acerto de <i>Stock</i>	57
Figura 5.1 – Local de Armazenamento dos Veios por Soldar	60
Figura 5.2 – Ambiente de Trabalho em um Setor da Manutenção	61
Figura 5.3 - Planificação do Armazenamento dos Veios.....	62
Figura 5.4 – Relatório de Intervenção	69
Figura 5.5 - Taças Vibratórias	76
Figura 5.6 - Desenho no Inventor (1).....	77
Figura 5.7 - Desenho no Inventor (2).....	78
Figura 5.8 - Exemplo Real de um Componente.....	78
Figura 5.9 – Modelo no Inventor	79
Figura 5.10 – Impressão 3D.....	79
Figura 5.11 –Software de Impressão 3D	79
Figura 5.12 – Comparação da Peça Real e da Peça Impressa	80
Figura 5.13 - Encaixe do componente.....	81
Figura 5.14 - Protótipo Final.....	81
Figura 5.15 – Protótipo Final Pintado	81

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 2.1 - Comparação dos dados da manutenção em direntes eras da manutenção (Jasiulewicz-Kaczmarek, Legutko, & Kluk, 2020).....	5
Tabela 2.2 - Análise FMECA (Farinha, 2018)	11
Tabela 4.1 - Matriz de Decisão - Situação Inicial	40
Tabela 4.2 - Componentes Críticos.....	43
Tabela 4.3 – Levantamento das Redutoras em Uso.....	44
Tabela 4.4 - Encomenda de Redutoras.....	44
Tabela 5.1 - Planos de Mantuensão de 1º Nível Criados	64
Tabela 5.2 - MTTR/MTBF do Forno Contínuo 1000 kg/h (615)	66
Tabela 5.3 - MTTR/MTBF do Forno Contínuo 2000 kg/h (650)	66
Tabela 5.4 - MTTR/MTBF dos Fornos de Recozimento (654/655).....	67
Tabela 5.5 – Graus de Urgência.....	68
Tabela 5.6 - Ocorrências do equipamento 650.....	70
Tabela 5.7 - Ocorrências do equipamento 615.....	70
Tabela 5.8 - Análise dos Indicadores de Desempenho para cada Modo de Falha..	74

LISTA DE SIGLAS E ACRÓNIMOS

FMEA - *Failure Mode and Effects Analysis*

FMECA - *Failure Mode, Effects and Criticality Analysis*

MTTR – *Mean Time To Repair*

MTBF – *Mean Time Between Failures*

OP – Operador da Produção

OT – Ordem de Trabalho

OTM - Ordem de Trabalho da Manutenção

PA – Participação de Avaria

RA – Responsável do Armazém

TM – Técnico da Manutenção

TPS – *Toyota Production System*

1 INTRODUÇÃO

1.1 Enquadramento

O presente relatório descreve o estágio realizado na empresa Pecol Automotive, S.A., empresa do setor metalomênico, localizada em Águeda, no âmbito do plano curricular do 2.º ano do Mestrado em Engenharia e Gestão de Ativos Físicos pelo Instituto Superior de Engenharia de Coimbra.

O estágio decorreu no departamento de Tecnologia e Manutenção com a supervisão do seu respetivo diretor, Engenheiro Miguel Mieiro, e teve início a 28 de outubro de 2024 e termo no dia 30 de maio de 2025. A orientação académica do estágio foi conduzida pelo Professor Doutor José Luis Ferreira Martinho, tendo como foco a melhoria contínua dos processos de gestão de *stocks* de equipamentos críticos.

Considerando que todo o processo de manutenção dos equipamentos é realizado internamente pelo departamento, a necessidade de eficácia e de redução dos tempos de paragem torna-se absolutamente crítica face à relevância operacional dos ativos em questão. Paragens inesperadas, sobretudo quando prolongadas, representam custos diretos elevados, perdas significativas de produtividade, perturbações no planeamento e potenciais impactos na qualidade e no cumprimento de prazos de fornecimento.

Neste contexto, a manutenção assume um papel central na garantia da continuidade operacional e na preservação do desempenho dos equipamentos ao longo do seu ciclo de vida. Uma manutenção eficaz não se limita à intervenção técnica, depende igualmente de uma infraestrutura logística capaz de assegurar, de forma consistente e atempada, a disponibilidade dos materiais necessários. Assim, a gestão de stocks de peças sobressalentes torna-se um elemento estratégico do processo de manutenção. Uma gestão inadequada, seja por falta de peças críticas, seja por excesso de inventário, compromete a capacidade de resposta do departamento e provoca custos acrescidos, quer por atrasos na intervenção, quer por imobilização financeira desnecessária.

Dado que a manutenção praticada na empresa é maioritariamente corretiva, a probabilidade de intervenções inesperadas aumenta, reforçando a importância de um sistema de gestão de stocks estruturado, preciso e alinhado com a criticidade dos equipamentos e componentes. A existência de níveis de stock adequados, suportados por métodos de controlo e reposição rigorosos, contribui diretamente para a redução dos tempos de paragem, para a fiabilidade do processo produtivo e para a otimização dos recursos disponíveis.

1.2 Objetivos

O objetivo principal deste estágio é propor e implementar ações de melhoria nos processos de gestão de *stocks* de peças sobressalentes para equipamentos críticos, com o intuito de reduzir os tempos de paragem, aumentar a eficiência das ações de manutenção e a disponibilidade dos componentes nos momentos de avaria. Pretende-se alcançar uma maior precisão no controlo de componentes em *stock*, através da definição de componentes críticos e das respetivas quantidades mínimas, da organização e otimização do layout dos locais de armazenamento e da identificação e inserção de todos os componentes no sistema de informação, permitindo o acesso em tempo real às informações sobre os componentes em *stock*. Para atingir este objetivo, recorreu-se à aplicação da metodologia 5S e à melhoria dos fluxos internos e externos do armazém de manutenção, promovendo a eficiência e a eficácia das operações relacionadas com a gestão de materiais e da manutenção dos equipamentos. Paralelamente, foi conduzido um conjunto de análises e levantamentos essenciais para suportar o processo de melhoria, incluindo o estudo dos indicadores MTR e MTBF, a identificação e classificação da criticidade dos componentes, bem como o levantamento dos stocks existentes, de forma a estabelecer as bases para um controlo mais rigoroso e fiável dos materiais.

1.3 Estrutura do Relatório

O presente relatório está estruturado em cinco capítulos, cada um com uma visão específica que permite uma abordagem sistemática do tema em estudo.

No primeiro capítulo, é feita a introdução ao tema, incluindo o enquadramento, a motivação e os objetivos do trabalho, bem como a organização do relatório, oferecendo ao leitor uma visão geral sobre o conteúdo e a sua relevância.

O segundo capítulo apresenta o enquadramento teórico do trabalho, abordando os principais conceitos e ferramentas de manutenção e melhoria contínua. É feita uma introdução à manutenção, explorando os diferentes tipos e os objetivos, bem como os indicadores de desempenho utilizados para avaliar a sua eficácia. Inclui ainda a análise de metodologias como o TPS, o Lean Thinking e o 5S, além de diversas ferramentas Lean.

No terceiro capítulo, é apresentada a empresa em estudo, com uma descrição detalhada da sua história, missão, visão e valores. Este capítulo inclui ainda uma explicação do processo produtivo, dos produtos comercializados e uma introdução ao funcionamento do Departamento de Tecnologia e Manutenção.

O quarto capítulo é dedicado à análise da situação inicial da empresa, onde são identificados os principais problemas e oportunidades de melhoria da gestão de *stocks* de peças sobressalentes dos fornos. São descritas as ações implementadas para superar essas dificuldades e é feita uma análise crítica dos resultados obtidos.

No quinto capítulo, são apresentados alguns dos trabalhos da rotina operacional da empresa no setor da Manutenção, na qual estive integrado. São descritas as intervenções realizadas, os procedimentos seguidos, os desafios enfrentados e as soluções aplicadas, proporcionando uma visão prática do trabalho desenvolvido.

Por fim, no sexto capítulo, são apresentadas as conclusões do trabalho, sendo identificadas as dificuldades encontradas durante o desenvolvimento do projeto e sugeridas possíveis direções para trabalhos futuros.

2 ENQUADRAMENTO TEÓRICO

2.1 Conceitos e Ferramentas de Manutenção

Atualmente, a manutenção constitui um pilar fundamental na gestão de ativos físicos, desempenhando um papel decisivo na continuidade e na eficiência das operações industriais. Nenhum equipamento mantém, de forma indefinida, o mesmo nível de desempenho com que foi concebido. O desgaste natural, a intensidade de utilização, as condições ambientais e até a forma como é operado influenciam diretamente a sua fiabilidade. Neste sentido, a manutenção surge não só como um conjunto de ações corretivas, mas sobretudo como uma estratégia que procura preservar o valor dos ativos, reduzir riscos e prolongar o seu ciclo de vida útil.

Para além de responder a falhas inesperadas, a manutenção moderna assume-se como uma função integrada e planeada, capaz de se alinhar com os objetivos da organização. Um plano de manutenção bem estruturado não se limita a intervir perante avarias, antecipa problemas, otimiza recursos, assegura a qualidade e contribui para a sustentabilidade económica e ambiental. Assim, a manutenção deixa de ser vista como um custo inevitável e passa a representar uma oportunidade de ganho, de eficiência e de competitividade.

Em conformidade com os termos definidos pela norma NP EN 13306 Manutenção – Terminologia da Manutenção, entende-se por manutenção a "Combinação de todas as ações técnicas, administrativas e de gestão durante o ciclo de vida de um item destinado a mantê-lo ou restaurá-lo num estado em que possa desempenhar a função requerida" (Instituto Português da Qualidade, 2021).

2.1.1 Evolução Histórica da Manutenção

Inicialmente, a manutenção era predominantemente reativa, ou seja, realizada apenas quando os equipamentos falhavam. Essa abordagem era comum nas primeiras fases da revolução industrial, onde o foco estava em corrigir os problemas após a sua ocorrência (Essalih, Haouat, Ramadany, Bessouna, & Amegouz, 2025). Registos históricos indicam que, no Antigo Egito, já existiam práticas de manutenção, como evidenciado por um documento datado de 600 a.C., que menciona uma paragem no fornecimento de madeira de cedro para a manutenção do barco sagrado de Amun Ra (Poór, Ženíšek, & Basl, 2019).

Ao longo dos séculos, a manutenção industrial passou por diversas transformações significativas. Inicialmente, os equipamentos eram simples e a manutenção era vista apenas como uma consequência inevitável da produção. No entanto, durante a Primeira Guerra Mundial, a crescente necessidade de produção em larga escala, evidenciou a importância de ter equipas especializadas para reduzir os tempos de inatividade e aumentar a eficiência (Rodrigues, Farinha, & Cardoso, 2021). Com a

Segunda Guerra Mundial e a evolução da aviação comercial, surgiu a Engenharia de Manutenção como disciplina estruturada (Rodrigues, Farinha, & Cardoso, 2021). Já nos anos 50, com a popularização das linhas de produção, era essencial prevenir e prever falhas de modo a garantir a continuidade operacional.

Com a segunda revolução industrial e a eletrificação das fábricas, surgiram as inspeções e substituições programadas. Posteriormente, a terceira revolução industrial introduziu a manutenção baseada na condição dos equipamentos, utilizando sensores e ferramentas de diagnóstico avançadas (Essalih, Haouat, Ramadany, Bessouna, & Amegouz, 2025). Atualmente, com a Indústria 4.0, a manutenção está focada na previsão e prescrição de falhas através de novas tecnologias, como a Internet das Coisas (IoT), Big Data e Inteligência Artificial (Jasiulewicz-Kaczmarek, Legutko, & Kluk, 2020). Esta evolução além de ser tecnológica, é também organizacional e cultural, exigindo a integração de práticas como o Total Productive Maintenance (TPM) no contexto da digitalização (Mouhib, Gallab, Merzouk, Soulhi, & Di Nardo, 2025).

De um modo geral, e segundo Pãmîntaş et al., a manutenção pode ser entendida como um reflexo direto das revoluções industriais (Pãmîntaş & Banciu, 2018). De uma atividade reativa baseada na reparação imediata, evoluiu para um conjunto estruturado de metodologias que suportam a fiabilidade, a segurança e a eficiência operacional. A integração progressiva de filosofias de gestão, como o Lean, com novas tecnologias digitais, vem reforçar o papel estratégico da manutenção nas empresas contemporâneas (Mendes, Navas, Didelet, & Santos, 2022).

As diferenças nos principais fatores da recolha e análise dos dados da manutenção, podem ser constatadas na Tabela 2.1, ao longo da evolução da manutenção enumerada anteriormente. A evolução da tecnologia permitiu um avanço significativo na recolha, no armazenamento, na análise, nas transferências e na gestão dos dados. Os processos começam cada vez mais a serem automatizados, através das tecnologias realçadas ao longo do capítulo.

Tabela 2.1 - Comparação dos dados da manutenção em diretas eras da manutenção (Jasiulewicz-Kaczmarek, Legutko, & Kluk, 2020)

	Maintenance 1.0	Maintenance 2/0	Maintenance 3.0	Maintenance 4.0
Data source	Operator experience	Maintainer and machines	Operator, maintainer, machines, information and computer systems	Operator, maintainer, information systems, OEM and suppliers data
Data collection	Manual collection	Manual collection	Semi-automated collection	Automated collection via sensors and IoT
Data storage	Operator memory	Written documents	Databases	Cloud services
Data analysis	Arbitrary	Reliability theory based on Bathtub curve assumption	Conventional algorithms	Fuzzy logic, neural networks, evolutionary algorithms, machine learning
Data transfer	Verbal communication	Written documents	Digital files	Digital files
Data management	N/A	Human operators	Information systems	Cloud and artificial intelligence

A gestão da manutenção deixou de ser vista apenas como uma atividade corretiva e passou a ser considerada um fator estratégico para as empresas, uma vez que contribui para a competitividade e sustentabilidade, para a otimização de custos, da segurança e da eficiência operacional (Kobbacy & Murthy, 2008).

2.1.2 Objetivos

A manutenção industrial moderna envolve a otimização dos processos, a redução de custos e o alinhamento de práticas sustentáveis, garantindo a operação contínua dos equipamentos. Os objetivos da manutenção refletem a importância estratégica desta função para o desempenho global das organizações.

Um dos principais objetivos é a maximização da disponibilidade e da fiabilidade dos ativos, assegurando que os equipamentos estejam operacionais quando necessário e minimizando falhas inesperadas. Estudos como o de Rakyta et al. (2024) demonstram que a implementação de estratégias de manutenção adequadas pode aumentar de forma significativa a disponibilidade dos ativos, contribuindo diretamente para a eficiência operacional e a continuidade dos processos produtivos.

A redução de custos operacionais constitui outro objetivo central da manutenção. A adoção de práticas eficazes permite minimizar despesas associadas a falhas não planeadas, paragens imprevistas e manutenções corretivas. Achouch et al. realçam que a manutenção preditiva e baseada na condição permite reduzir significativamente os custos operacionais, ao evitar intervenções desnecessárias e otimizar o uso dos recursos disponíveis, promovendo assim uma gestão financeira mais eficiente e sustentada (Achouch, et al., 2022).

A manutenção desempenha igualmente um papel determinante na melhoria da segurança e na conformidade ambiental. Franciosi et al. (2018) destacam que a implementação da manutenção preventiva e preditiva contribui para a redução de riscos operacionais e ambientais, assegurando um ambiente de trabalho mais seguro e promovendo práticas industriais responsáveis e sustentáveis (Franciosi, Voisin, Miranda, & Iung, 2020).

Prolongar a vida útil dos ativos é outro objetivo estratégico da manutenção. Através da aplicação de práticas adequadas, é possível adiar investimentos dispendiosos em substituições, maximizando o retorno sobre os ativos. Meitz et al. (2025) enfatizam que a manutenção estratégica, alinhada com os objetivos organizacionais, permite extrair o máximo valor dos equipamentos, garantindo uma utilização prolongada e eficiente dos recursos industriais.

Finalmente, a manutenção apoia a sustentabilidade organizacional ao contribuir para a redução do consumo de energia e a melhoria da eficiência dos processos. Kihel (2022) evidencia que a adoção de estratégias de manutenção 4.0 pode promover práticas industriais mais verdes, responsáveis e alinhadas com metas de desenvolvimento sustentável, reforçando o papel da manutenção como elemento

chave na promoção de uma indústria moderna, eficiente e ambientalmente consciente.

2.1.3 Tipos de Manutenção

A manutenção pode ser classificada em diferentes categorias, dependendo da abordagem e do momento em que é realizada. Como visto anteriormente, com a evolução da indústria, foram desenvolvidas diversas estratégias para melhorar a eficiência dos equipamentos e reduzir o tempo de inatividade, tais como:

1. **Manutenção Corretiva:** Consiste na reparação dos equipamentos apenas após a ocorrência de uma falha. É a forma mais básica de manutenção, mas pode resultar em tempos de paragem elevados e custos imprevistos (Zhong, Jackson, West, & Cosma, 2024).
2. **Manutenção Preventiva:** Baseia-se na realização de intervenções periódicas para evitar falhas. Inclui inspeções regulares, substituição de componentes gastos e lubrificação, reduzindo a probabilidade de avarias inesperadas (Zhong, Jackson, West, & Cosma, 2024).
3. **Manutenção Baseada na Condição:** O estado do equipamento é monitorizado através de sensores e a manutenção é realizada apenas quando é registada uma avaria (Jasiulewicz-Kaczmarek, Legutko, & Kluk, 2020).
4. **Manutenção Preditiva:** Utiliza dados recolhidos através de sensores e sistemas de monitorização para prever falhas antes que estas ocorram. A análise da vibração, termografia e ultrassom são exemplos de técnicas aplicadas nesta abordagem (Zhong, Jackson, West, & Cosma, 2024).
5. **Manutenção Prescritiva:** Evolução da manutenção preditiva, que incorpora Inteligência Artificial e análise avançada de dados para recomendar ações específicas sobre como atrasar ou eliminar completamente a falha dos equipamentos, otimizando a gestão do mesmo (Balciunas, 2024).

2.1.4 Gestão de stocks

A gestão de stocks, em particular de peças sobressalentes, é crucial para garantir a disponibilidade dos equipamentos industriais e controlar os custos associados. Estas peças estão frequentemente ligadas a ativos específicos e ordens de trabalho, exigindo um controlo rigoroso dos seus movimentos e existências (Farinha, 2018). A complexidade reside em equilibrar a necessidade de segurança de *stock* com os custos de armazenamento e obsolescência.

Os métodos mais comuns para gerir *stocks* envolvem o ponto de encomenda, onde se encomenda uma quantidade fixa quando o *stock* atinge um limite, e o plano de aquisição, que faz pedidos em intervalos regulares com quantidades variáveis conforme o *stock* existente. O stock de segurança é essencial para responder a

variações inesperadas na procura ou atrasos na reposição, evitando paragens dispendiosas (Farinha, 2018).

Durante o ciclo de vida dos ativos, decisões estratégicas como a seleção de fornecedores e o aprovisionamento inicial são fundamentais, considerando fatores logísticos, operacionais e económicos que influenciam o custo total da propriedade. A análise da criticidade das peças e a utilização de modelos de otimização ajudam a reduzir custos sem comprometer o serviço (Duran, Roda, & Macchi, 2016).

A gestão de stocks envolve várias áreas da organização, sendo vital a coordenação e partilha de informação para evitar conflitos e garantir decisões eficientes sobre quantidades e tempos de reposição (Putra, Arvitrida, & Pujawan, 2021).

2.1.5 Indicadores de Desempenho (KPIs)

2.1.5.1 MTTR

O tempo médio de reparação (MTTR) é uma métrica de desempenho utilizada para quantificar o tempo médio necessário para reparar um equipamento ou sistema após a ocorrência de uma falha (Aji & Uchendu, 2025). Esta é fundamental na engenharia de fiabilidade e diversos estudos utilizam-na para avaliar o desempenho do equipamento ou sistema, e orientar assim as decisões de manutenção (Moemenishahraki, 2025). Quanto menor for o valor de MTTR, mais rápido um sistema pode ser restaurado após a ocorrência de uma falha, reduzindo assim o tempo de inatividade (Nurdiansyah & D.P, 2024).

O MTTR é calculado dividindo o tempo total de reparações pelo número de reparações que ocorreram durante esse período, como demonstrado de seguida (Aji & Uchendu, 2025):

$$MTTR = \frac{\text{Tempo Total de Reparções}}{\text{Número de Reparções}} \quad (1)$$

Esta medida, juntamente com o MTBF, ajuda as equipas de manutenção a compreender melhor o desempenho dos ativos. É possível identificar áreas que precisam de melhorias e tomar decisões sobre estratégias de manutenção, tais como manutenção preventiva ou manutenção preditiva (Hamasha, et al., 2023). Além disso, evidencia também a rapidez com que um técnico ou uma equipa de manutenção consegue atuar perante a ocorrência de problemas, intervindo e solucionando falhas em equipamentos ou sistemas de forma atempada. Este desempenho torna o indicador um elemento essencial para avaliar a prontidão da instalação na gestão de eventos de falhas inesperadas (Aji & Uchendu, 2025).

A implementação de estratégias de manutenção preditiva pode influenciar positivamente o MTTR. García e Salgado (2022) destacam que a utilização de dados em tempo real e algoritmos de previsão permite antecipar falhas, facilitando a programação de intervenções e, conseqüentemente, a redução do MTTR (García & Salgado, 2022).

2.1.5.2 MTBF

O tempo médio entre falhas (MTBF) é também ela uma métrica fundamental na gestão da manutenção industrial, e é utilizada para medir a fiabilidade do sistema ou equipamento (Aji & Uchendu, 2025).

Esta medida possibilita às equipas de manutenção compreender o desempenho dos ativos, identificar oportunidades de melhoria e definir estratégias de intervenção mais adequadas, incluindo manutenção preventiva ou preditiva (Hamasha, et al., 2023). Segundo o estudo de Moemenishahraki (2025), a análise do MTBF permite identificar padrões de falhas e avaliar a eficácia das estratégias de manutenção aplicadas, contribuindo para a melhoria contínua dos processos produtivos (Moemenishahraki, 2025).

O MTBF corresponde ao tempo médio que decorre entre uma falha e a subsequente durante o funcionamento normal do equipamento. A expressão é representada da seguinte forma (Aji & Uchendu, 2025):

$$MTBF = \frac{\text{Tempo Total de Funcionamento}}{\text{Número de Falhas}} \quad (2)$$

Um valor mais elevado de MTBF indica que o equipamento ou sistema poderá operar durante períodos prolongados sem apresentar falhas ou avarias, sendo este um aspeto fundamental para assegurar a continuidade e a fiabilidade dos serviços numa instalação ou ambiente laboral (Aji & Uchendu, 2025).

Apesar de ter particular relevância em análise de fiabilidade e disponibilidade, o uso do MTBF envolve várias limitações que é fundamental ter em conta. Podem surgir constrangimentos quando os dados se encontram censurados, por exemplo, quando não é possível determinar com rigor o instante em que ocorreu a falha de um componente ou a respetiva causa, situação que exige a aplicação de métodos estatísticos mais avançados, de modo a assegurar estimativas de fiabilidade consistentes e robustas (Dinkar, et al., 2021).

2.1.5.3 Disponibilidade

A disponibilidade é um indicador amplamente reconhecido na engenharia de manutenção e fiabilidade, sendo definida como a probabilidade de um equipamento se encontrar apto a desempenhar a sua função num determinado instante. De acordo com a norma portuguesa NP EN 13306 Manutenção – Terminologia da Manutenção, a disponibilidade é descrita como a “Capacidade de um bem para cumprir uma função, como e quando requerido, sob determinadas condições, assumindo que é assegurado o fornecimento dos necessários recursos externos.” (Instituto Português da Qualidade, 2021).

Em termos quantitativos, a disponibilidade média pode ser expressa pela relação entre o MTBF e o MTBF somado ao MTTR. Uma formulação amplamente utilizada é apresentada da seguinte forma (AcqNotes, 2017):

$$A = \frac{MTBF}{MTBF + MTTR} \quad (3)$$

Gonçalves (2005) reforça esta relação, salientando que a disponibilidade constitui um indicador integrador entre o comportamento técnico dos equipamentos e a eficiência das intervenções de manutenção.

Na prática industrial, elevados níveis de disponibilidade estão associados à diminuição de falhas e à redução da duração média das reparações. Estudos aplicados em contexto produtivo demonstram que a monitorização sistemática da disponibilidade permite identificar equipamentos críticos, otimizar planos de manutenção preventiva e sustentar decisões de investimento (Placca, 2017). Por sua vez, a abordagem operacional da disponibilidade pode incluir fatores adicionais, como atrasos logísticos ou tempos de espera por recursos (U.S. Army Corps of Engineers, 2003).

2.1.6 FMECA

A FMECA (*Failure Mode, Effects and Criticality Analysis*) constitui uma evolução natural da metodologia FMEA, razão pela qual importa, numa primeira fase, enquadrar o conceito base. A FMEA (*Failure Mode and Effects Analysis*) é uma ferramenta estruturada que visa identificar e prevenir potenciais falhas num equipamento, sistema ou processo, permitindo analisar de forma sistemática os modos de falha, as suas causas e os efeitos associados (Aboshosha, Haggag, George, & Hamad, 2023). Esta abordagem promove uma atuação proativa na gestão do risco, reforçando a fiabilidade dos sistemas, reduzindo custos associados a avarias e contribuindo para uma maior compreensão do funcionamento dos equipamentos (Pinto, 2019).

Apesar da sua relevância, a FMEA tradicional apresenta limitações ao nível da quantificação da criticidade dos modos de falha, o que motivou o desenvolvimento da FMECA. Este método, formalizado originalmente pelo Departamento de Defesa dos EUA em 1949, acrescenta à lógica da FMEA uma análise quantitativa que permite priorizar de forma rigorosa os riscos identificados (Arena, Florian, Zennaro, Orrù, & Sgarbossa, 2022). Assim, enquanto a FMEA descreve qualitativamente os modos de falha, as respetivas causas e efeitos, a FMECA integra uma avaliação adicional que mede a gravidade das consequências, a probabilidade de ocorrência e a capacidade de deteção de cada falha, possibilitando uma hierarquização objetiva dos riscos (Farinha, 2018).

Neste contexto surge o Número de Prioridade do Risco (RPN), frequentemente referido na literatura mais recente como parte da FMEA, embora historicamente e metodologicamente esteja mais associado à FMECA, devido à sua natureza quantitativa e ao papel que desempenha na análise da criticidade. O RPN é calculado através da multiplicação dos índices de Gravidade (S), Ocorrência (O) e Deteção (D), avaliados tipicamente numa escala de 1 a 10, conforme expresso na Equação 4 (Moleda, Malysiak-Mrozek, Ding, Sunderam, & Mrozek, 2023):

$$RPN = \text{Gravidade} \times \text{Ocorrência} \times \text{Deteção} \quad (4)$$

Os valores possíveis variam entre 1 e 1000, sendo que valores mais elevados indicam modos de falha mais críticos, que devem ser alvo de ações corretivas prioritárias (Sangode, 2023). Após a implementação dessas ações, os valores de RPN devem ser recalculados para verificar a redução do risco e confirmar a eficácia das medidas adotadas (Liu, Zhang, Ping, & Wang, 2019).

A FMECA, ao combinar análise qualitativa e quantitativa, tornou-se amplamente utilizada em diversos setores industriais, destacando-se como uma ferramenta essencial na engenharia de manutenção e na gestão de ativos. A sua aplicação permite detetar antecipadamente potenciais falhas, melhorar a segurança operacional, aumentar a fiabilidade dos equipamentos e otimizar o desempenho global dos sistemas (Arena, Florian, Zennaro, Orrù, & Sgarbossa, 2022). A análise é geralmente organizada numa tabela semelhante à Tabela 2.2, onde se registam os modos de falha, as suas causas e efeitos, os valores da gravidade, ocorrência e deteção, bem como o respetivo RPN, oferecendo uma visão clara e estruturada da criticidade dos elementos analisados.

Tabela 2.2 - Análise FMECA (Farinha, 2018)

FMECA Analysis										
Equipment/Process:							Location:			
Responsible / Group:							Date:			
Code	Designation	Failure Modes	Effects of faults	Severity (S)	Service level	Occurrence (O)	Detection means	Detection (D)	RPN	Solutions

2.2 Filosofia Lean

2.2.1 Toyota Production System (TPS)

A metodologia *Toyota Production System* consiste num conjunto de princípios e práticas concebidas para assegurar a entrega de produtos com padrões de qualidade de nível

mundial, de forma a satisfazer as expectativas dos clientes, eliminando desperdícios e ineficiências, e assegurando também um ambiente de trabalho seguro e motivador (Vieira, 2014).

Surgiu no Japão no final da década de 1970 (de Treville, Browning, Marewski, & Jordi, 2023). Após a Segunda Guerra Mundial, Taiichi Ohno, foi transferido para o setor automóvel. O seu trabalho e esforço resultou na sua maioria na formulação do que é atualmente reconhecido como o *Toyota Production System* (Riva, 2023).

Ohno identificou sete tipos de desperdício, que podem ocorrer nos processos de fabrico, sendo eles (Riva, 2023):

- Sobreprodução
- Tempo de Espera
- Transporte
- *Stock*
- Movimentação
- Defeitos
- Potencial subutilizado

O TPS é frequentemente representado como uma casa composta por várias divisões, cada uma com funções claramente definidas, mas inteligadas de forma integrada, como ilustrado na Figura 2.1 (Vieira, 2014). A “Casa TPS” é composta por dois pilares principais, *Just-in-Time* e *Jidoka*, apoiados por fundamentos como Heijunka, Trabalho Standard e Kaizen, todos assentes na estabilidade dos processos.

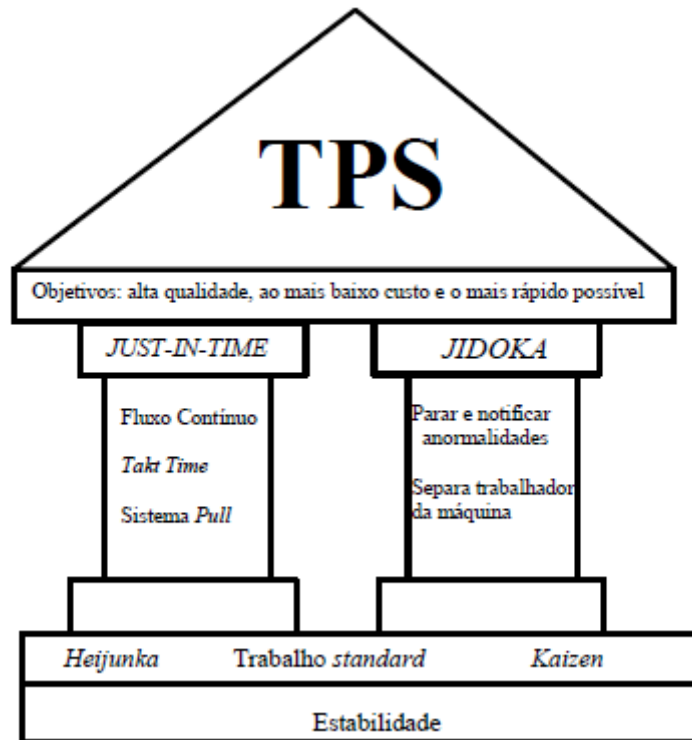


Figura 2.1 - Casa TPS (Vieira, 2014)

Para além destes elementos estruturais, diversos autores destacam que o TPS deve ser entendido como um sistema sociotécnico integrado, no qual a interação entre ferramentas, processos e comportamentos organizacionais é essencial para alcançar níveis elevados de estabilidade, qualidade e eficiência. Spear e Bowen (1999) descrevem quatro regras fundamentais que constituem o “DNA do TPS”:

1. O trabalho deve ser especificado quanto ao conteúdo, sequência, tempo e resultado.
2. Cada ligação entre cliente e fornecedor deve ser direta e sem ambiguidade.
3. O fluxo de materiais e informação deve seguir caminhos simples e claramente definidos.
4. As melhorias devem ser realizadas através de um método científico, conduzidas ao nível mais próximo do trabalho e suportadas por um mentor.

Estas regras demonstram que o TPS combina normalização rigorosa com aprendizagem contínua, distinguindo-se de abordagens que utilizam ferramentas *Lean* de forma isolada (Spear & Bowen, 1999).

A literatura científica reforça ainda que a eficácia do TPS resulta da aplicação de princípios de conceção de processos altamente estruturados. Segundo Spear (2002), a Toyota recorre a dispositivos de prevenção de erros, *poka-yoke*, sistemas *Just-In-Time*, células de produção desenhadas para maximizar fluxo contínuo e mecanismos de deteção imediata de anomalias, *jidoka*. Estes elementos são complementados por práticas como *takt time*, trabalho padronizado, *heijunka* e mecanismos visuais de

controle, que asseguram estabilidade e previsibilidade do sistema produtivo (Spear, 2002).

Estudos recentes sublinham também a evolução histórica e conceptual do TPS. Gil-Vilda, Yagüe-Fabra e Sunyer (2021) realizaram uma revisão sistemática da literatura científica que demonstra que o TPS permanece como referência global para sistemas de produção eficientes. Os autores descrevem que os pilares *Just-In-Time* e *Jidoka* continuam a ser reconhecidos como os elementos centrais do sistema, enquanto o *kaizen*, o trabalho padronizado e o *heijunka* constituem a base de sustentação que garante a sua estabilidade operacional (Yagüe-Fabra, Sunyer, & Gil-Vilda, 2021).

A componente cultural é igualmente considerada essencial para o funcionamento eficaz do TPS. Hopp e Spearman (2020) argumentam que o sistema deve ser analisado através de três lentes complementares:

- Científica - centra-se no método experimental utilizado pelas equipas para resolver problemas.
- Prática - associada à aplicação de técnicas *Lean*.
- Operacional - relacionada com fluxo, sincronização e estabilidade de processos.

Esta perspetiva evidencia que o TPS não se limita a ferramentas, integrando também comportamentos, rotinas e processos de aprendizagem contínua que permitem a melhoria sustentável do sistema (Hopp & Spearman, 2020).

Mais recentemente, a literatura tem explorado a evolução do TPS num contexto marcado pela digitalização industrial. A noção de “Lean 4.0” descrita por Gil-Vilda et al. (2021) evidencia que os princípios do TPS mantêm relevância na era da Indústria 4.0, sendo agora complementados por tecnologias digitais como sistemas ciberfísicos, Internet of Things (IoT), análise avançada de dados e monitorização inteligente (Yagüe-Fabra, Sunyer, & Gil-Vilda, 2021). Embora estas tecnologias ampliem o potencial de redução de desperdícios e aumento de eficiência, os autores alertam que a adoção de ferramentas digitais exige competências adicionais, adaptações culturais e integração com a filosofia *Lean* subjacente ao TPS. Assim, o TPS continua a evoluir, mantendo a sua essência baseada em fluxo contínuo, eliminação de desperdícios e cultura de melhoria, incorporando ao mesmo tempo novas capacidades digitais (Yagüe-Fabra, Sunyer, & Gil-Vilda, 2021).

2.2.2 Lean Thinking

O *Lean Thinking* teve a sua origem em 1945, quando o Japão perdeu a guerra. No entanto, só em 1996 é que este conceito de produção foi alargado pelo Womack e Jones, com o objetivo de reforçar a necessidade de implementar o Lean como uma forma de estar, transversal na organização como um todo (Bastos, et al., 2021). O primeiro artigo indexado sobre *Lean Thinking* é de 1997 e analisa o impacto desta filosofia nos processos de marketing. Em 2004, Hines et al. (2004) publicaram um

estudo aprofundado que aborda a origem do *Lean Thinking*, e os sucessos e os desafios enfrentados pelas empresas ocidentais na sua implementação. A mais recente revisão, realizada em 2020, explorou as sinergias entre *Lean Thinking* e Indústria 4.0, indicando ainda de que forma o *Lean Thinking* pode potenciar soluções associadas a esta nova era industrial (Yagüe-Fabra, Sunyer, & Gil-Vilda, 2021).

Womack e Jones (2003) acrescentam ainda que *Lean Thinking* é *Lean* porque fornece a realização de cada vez mais com cada vez menos, ou seja, menos esforço humano, menos equipamento, menos tempo e menos espaço, ao mesmo tempo que procura atender de forma mais precisa às necessidades e expectativas dos clientes.

Estes autores, definiram e publicaram os cinco princípios do *Lean Thinking*, como solução para evitar desperdícios (muda), sendo eles (Womack & Jones, 2003):

- Valor – algo que é definido e determinado pelo cliente.
- Fluxo de valor – conjunto de ações que devem ser realizadas para completar o produto.
- Fluxo contínuo – onde este fluxo produtivo deve ser contínuo.
- Produção puxada – onde é puxada pelo cliente e não empurrada pelo produtor.
- Perfeição – eliminação contínuo de desperdícios, também denominada de melhoria contínua.

Embora as categorias tradicionais de desperdício sejam úteis para identificar ineficiências óbvias, não são suficientes para diagnosticar e eliminar desperdícios mais complexos que surgem da interação entre processos e fatores externos. Por exemplo, processos rígidos com lotes grandes podem gerar desperdício de inventário que não se enquadra claramente nas categorias clássicas. A abordagem *Lean* deve, portanto, ir além da simples identificação de desperdício no processo e adotar estruturas que permitam priorizar melhorias contínuas e abordar causas subjacentes, promovendo uma eliminação sustentável do desperdício e melhor desempenho organizacional (Hopp & Spearman, 2020).

Segundo Farinha (Farinha, 2018), *Lean Thinking* é uma forma de especificar o valor, de alinhar a melhor sequência de ações que criam valor, de realizar atividades sem interrupção sempre que alguém as solicita e ainda de as realizar de forma mais eficaz.

Uma das tarefas vitais para a adoção da abordagem “*Lean*” é a criação de um sentido de urgência e a criação de objetivos a curto prazo para aproximar-se de um ritmo contínuo de pequenas melhorias (Leksic, Stefanic, & Veza, 2020), e promover um *mind-set* diferente onde os trabalhadores são encorajados e motivados a procurar pelos problemas, para pensar e resolvê-los (Bittencourt, Alves, & Leão, 2021).

A implementação do *Lean* resulta em melhorias operacionais mensuráveis, incluindo a redução de *lead times*, maior produtividade e menores custos operacionais (Bhamu

& Singh Sangwan, 2014). Organizações que adotam esta filosofia, revelam maior flexibilidade e capacidade de adaptação às necessidades do mercado (Liker, 2004).

Apesar dos benefícios, a transição para o *Lean* envolve barreiras culturais e técnicas, como a resistência à mudança e a necessidade de formação contínua (Bortolotti, Boscari, & Danese, 2015). Além disso, a sua aplicação deve ser adaptada ao contexto específico da empresa, de modo a evitar falhas.

Ferramentas como o 5S e o *Kanban* são essenciais para operacionalizar os princípios do *Lean*, promovendo a organização, controlo visual e identificação de desperdícios (Rother & Shook, 2003).

2.3 Ferramentas *Lean*

2.3.1 5S

A metodologia 5S é uma ferramenta essencial na gestão e organização de ambientes de trabalho, com o objetivo de otimizar a produtividade, segurança e qualidade dentro das empresas. A sua utilização tem resultados positivos provados em diversas áreas (Florez-Cáceres, Huamán-Echevaría, & Quiroz-Flores, 2024).

Provenientemente do Japão, esta metodologia surgiu após a Segunda Guerra Mundial como uma forma de reorganizar o ambiente de trabalho e reduzir desperdícios (Makwana & Patange, 2022).

A base do 5S são cinco princípios que começam com a letra "S", interligados entre si, ilustrado na Figura 2.2, sendo eles (Sousa, De Santana, Da Silva, Campos, & Tisott, 2024):

- i. Seiri - Separar
- ii. Seiton - Ordenar
- iii. Seiso - Limpeza
- iv. Seiketsu - Saúde
- v. Shitsuke – Disciplina

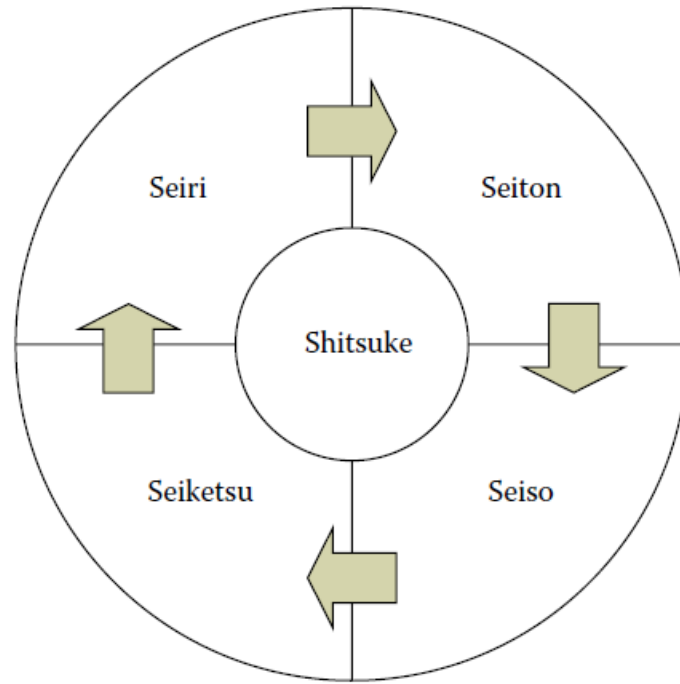


Figura 2.2 - Relações entre os 5S's (Farinha, 2018)

Cada um desses princípios tem como propósito melhorar a organização, e fomentar uma mudança comportamental que resulte em maior eficiência e num ambiente mais seguro e produtivo (Radoslaw, 2020).

O primeiro "S", Seiri, diz respeito à separação e organização do espaço de trabalho. Este princípio tem como objetivo a eliminação de itens desnecessários, como materiais obsoletos, que ocupem espaço e possam prejudicar a produtividade (Farinha, 2018). A remoção do que não é necessário permite aos colaboradores focarem-se nos itens essenciais para a realização das suas tarefas, otimizando o espaço disponível e reduzindo custos relacionados ao armazenamento (Makwana & Patange, 2022).

O segundo "S", Seiton, está relacionado à organização e arrumação do ambiente. Este princípio assegura que os itens essenciais estão sempre ao alcance de quem os necessita, criando uma disposição lógica e sistemática dos recursos. Além disso, a implementação de Seiton também reduz o tempo gasto à procura de ferramentas e materiais, facilitando a execução das atividades e eliminando movimentos desnecessários (Farinha, 2018). A organização do espaço de trabalho também ajuda a minimizar riscos de acidentes e melhora a segurança (Sousa, De Santana, Da Silva, Campos, & Tisott, 2024).

O terceiro "S", Seiso, é o princípio da limpeza. No contexto do 5S, a limpeza não é vista apenas como uma tarefa periódica, mas como uma prática constante que deve fazer parte do dia a dia de todos os colaboradores. Um ambiente limpo contribui para a segurança e saúde dos trabalhadores, e permite identificar problemas, como falhas em equipamentos ou materiais danificados, antes que estes se tornem graves (Farinha, 2018). A limpeza contínua reduz o risco de acidentes e melhora a moral

dos colaboradores, ao criar um ambiente de trabalho mais agradável e seguro (Sousa, De Santana, Da Silva, Campos, & Tisott, 2024).

O quarto "S", Seiketsu, refere-se à padronização das práticas de trabalho. Após a implementação das etapas anteriores, é crucial estabelecer normas e padrões que garantam a manutenção da organização, limpeza e separação adequadas. Este princípio procura garantir que todos na organização sigam as mesmas práticas, assegurando a continuidade dos resultados obtidos (Radoslaw, 2020). A padronização também contribui para a melhoria da saúde no ambiente de trabalho, uma vez que elimina condições nocivas ao ser humano e organiza de forma mais eficiente os processos produtivos (Sousa, De Santana, Da Silva, Campos, & Tisott, 2024).

O quinto "S", Shitsuke, está relacionado com a disciplina necessária para sustentar as melhorias alcançadas. Este princípio visa criar um hábito dentro da organização, onde as práticas de 5S tornam-se parte da cultura e do comportamento diário dos colaboradores (Makwana & Patange, 2022). A autodisciplina é fundamental para que as melhorias se mantenham a longo prazo e a organização não volte a adotar práticas desorganizadas. Além disso, a implementação de Shitsuke é importante para que novas melhorias ou ajustes sejam feitos de forma contínua, reforçando a procura pela excelência (Farinha, 2018).

A aplicação do 5S tem diversos benefícios para as organizações, como o aumento da produtividade, a redução de desperdícios e custos operacionais, e a melhoria na qualidade dos produtos e serviços oferecidos. A metodologia contribui também para a melhoria do ambiente de trabalho, tornando-o mais seguro, organizado e eficiente, o que impacta diretamente na satisfação e motivação dos colaboradores (Makwana & Patange, 2022). Além disso, a melhoria contínua proporcionada pelo 5S resulta em um ciclo de aperfeiçoamento que se reflete na performance global da organização (Sousa, De Santana, Da Silva, Campos, & Tisott, 2024).

Atualmente, já é adotado o sexto "S", *Safety* (Segurança), como extensão da metodologia 5S, com o objetivo explícito de integrar práticas de prevenção de riscos e a criação de ambientes de trabalho mais seguros (S. & Salins, 2023). Estudos de caso e investigações experimentais mostram que a inclusão estruturada do sexto "S" contribui para a redução mensurável de condições inseguras e acidentes, e reforça a eficiência operacional e o *safety climate* nas equipas (Jiménez, Romero, Fernández, Espinosa, & Domínguez, 2020) (Domínguez, Espinosa, Domínguez, & Romero, 2021).

2.3.2 Kaizen

A filosofia Kaizen baseia-se na utilização de várias ferramentas que conduzem à diminuição do desperdício (Teplická & Culková, 2011), promovendo uma produção otimizada, eliminando os processos redundantes, satisfazendo os requisitos dos clientes e melhorando o desempenho de cada funcionário (Kozhabayev, Mombekova, Keneshbayev, & Yessimzhanova, 2023).

A palavra Kaizen deriva de duas palavras japonesas, Kai que significa “mudança” e zen que significa “para melhor” (Kato & Smalley, 2011). Esta filosofia foi introduzida em 1981, implementada por Masaaki Imai nas empresas japonesas como uma resposta aos problemas enfrentados pela indústria japonesa após a Segunda Guerra Mundial (Maarof & Mahmud, 2015), para manter a melhoria contínua dos processos, produtos e sistemas, concentrando-se na eliminação de desperdícios, defeitos, variações e deficiências através da participação ativa dos trabalhadores (Kumar, Dhingra, & Singh, 2017).

Segundo Sawada (Ramírez & Álvaro, 2017), a melhor forma de aplicar este conceito é através de equipas, conhecidas como equipas Kaizen ou equipas de melhoria contínua de processos.

A metodologia Kaizen está estruturada em cinco etapas principais (Farinha, 2018):

- Definição do problema, ou seja, identificação de oportunidades de melhoria. Envolve a seleção do projeto e formação da equipa.
- Medição, isto é, o mapeamento de processos, seleção de indicadores e recolha de dados.
- Análise do processo atual, identificação e priorização das causas do problema
- Melhoria, ou seja, seleção e implementação de medidas de melhoria.
- Controlo, avaliação dos resultados e documentação do processo. Acompanhamento para garantir a manutenção e o desenvolvimento das melhorias.

Kaizen é também associado à redução de custos, melhoria da qualidade de bens e serviços, e ao desenvolvimento sustentável. Este conceito é integrado com eficiência energética e políticas ambientais, reforçando a sustentabilidade corporativa (Kozhabayev, Mombekova, Keneshbayev, & Yessimzhanova, 2023).

Além disso, as técnicas Kaizen têm sido aplicadas nos mais diversos setores, tal como o automóvel, onde se destacam pela sua eficácia em melhorar processos de produção e capacitar os trabalhadores (Maarof & Mahmud, 2015).

Em resumo, esta filosofia promove melhorias contínuas por meio de práticas estruturadas, ferramentas eficazes e o envolvimento de todos os membros da organização, adaptando-se a diferentes contextos e contribuindo para a eficiência e a sustentabilidade empresarial.

2.3.3 Gestão Visual

A gestão visual utiliza elementos visuais intuitivos, como indicadores, sinais e quadros informativos, para transmitir informações de forma rápida e eficaz (Farinha, 2018). Estes elementos permitem aos trabalhadores identificar desvios e tomar decisões de forma direta, promovendo a compreensão do estado das operações e

facilitando reações imediatas para restabelecer padrões desejados (Manti & Abbadi, 2022).

Inicialmente, baseadas em suportes físicos, as ferramentas de gestão visual evoluíram para soluções digitais (Manti & Abbadi, 2022). Esta transição permite a aquisição e compreensão mais rápida de informações, integrando tecnologias conectadas, que aumentam a capacidade de reação e a eficiência das atividades. A digitalização torna possível a utilização de recursos humanos de forma potencializada e incentiva a melhoria contínua (Gualtieri, Ohler, Revolti, & Dallasega, 2024).

A gestão visual é um recurso que permite a rápida identificação de problemas e ações corretivas imediatas, contribuindo para a eliminação de desperdícios e para a melhoria da eficiência operacional (Farinha, 2018). Este mecanismo está associado a ferramentas como o 5S, que reforçam a organização dos espaços de trabalho e o cumprimento de padrões, resultando em maior transparência e eficiência (Saudi, Juniati, Kozicka, & Razimi, 2019).

A gestão visual também engloba indicadores, sinais, controlo e dispositivos à prova de falhas, permitindo que apenas as ações corretas sejam executadas. Ferramentas avançadas, como o “*Single Minute Exchange of Die*” (SMED), em combinação com soluções da Indústria 4.0, têm demonstrado melhorias significativas em relação aos métodos tradicionais, promovendo maior autonomia e eficácia nas operações (Gualtieri, Ohler, Revolti, & Dallasega, 2024).

Por meio da combinação de princípios *Lean* e tecnologias emergentes, a gestão visual oferece suporte eficiente à organização e ao fluxo de informações, integrando aspectos fundamentais para o aprimoramento das atividades (Gualtieri, Ohler, Revolti, & Dallasega, 2024).

De forma geral, a gestão visual apresenta-se como uma ferramenta essencial para garantir a transparência, a organização e a eficiência em processos operacionais, adaptando-se continuamente às exigências e inovações do ambiente produtivo.

2.3.4 PDCA

A metodologia PDCA (Plan-Do-Check-Act), é uma ferramenta conhecida e amplamente utilizada, que permite às empresas melhorar continuamente os seus processos, aumentar a eficiência e produtividade, diminuir custos e aumentar a qualidade dos produtos e serviços oferecidos (da Silva, et al., 2024). A sua origem remonta à palestra do Dr. W. Edwards Deming no Japão, em 1950. Porém, Walther Shewhart já tinha aplicado o método científico em 1939, utilizando o seu próprio ciclo de apenas três fases, sendo elas: especificação, produção e inspeção. Em 1950, o Dr. Deming desenvolveu ainda mais o conceito, propondo um ciclo que incluía a: conceção, a produção, o lançamento no mercado, o teste de mercado e a reformulação do produto. A interpretação japonesa da “Roda de Deming” do Dr. Deming durante as suas palestras de 1950 e 1951, levou à criação do ciclo PDCA tal como o conhecemos aos dias de hoje (Rangel Sánchez, et al., 2024).

Segundo Nyakala, Kgashane Stephen et al (Nyakala, Moore, & Ramdass, 2022), muitos acreditam que a aplicação do ciclo PDCA é mais eficaz do que a adoção da correta abordagem à primeira. Isto ocorre porque, quando implementado corretamente em qualquer processo de fabrico, o ciclo promove uma procura contínua por sistemas de melhoria mais eficazes, garantindo que os gestores ou supervisores adotem medidas corretivas quando necessário.

O ciclo PDCA, Figura 2.3, pode ser descrito da seguinte forma (Parkash & Kaushik, 2011):

- Plan: estabelecer os objetivos e processos necessários para obter resultados de acordo com os requisitos do cliente e as políticas da organização.
- Do: implementar os processos.
- Check: monitorizar e medir os processos e o produto em relação às políticas, objetivos e requisitos do produto e comunicar os resultados.
- Act: tomar medidas para melhorar continuamente o desempenho do processo.

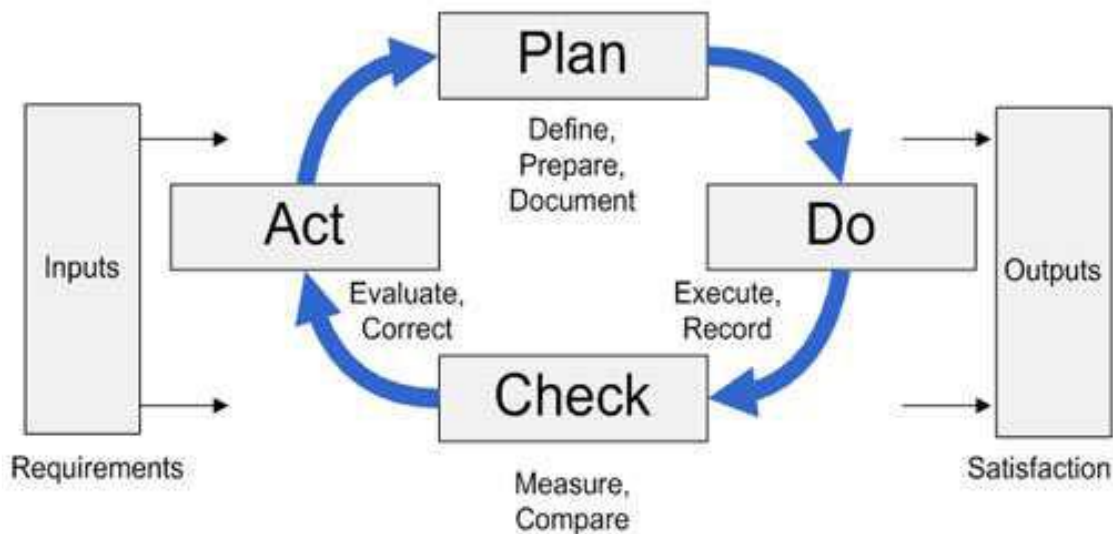


Figura 2.3 - Ciclo PDCA (Parkash & Kaushik, 2011)

Estes atributos fazem do ciclo uma ferramenta valiosa para diversas indústrias, com particular destaque no setor automóvel, onde as abordagens sistemáticas para aumentar a produtividade são cruciais (Rangel Sánchez, et al., 2024). Os erros humanos são também reduzidos e há assim um aumento da eficiência das máquinas e da qualidade dos produtos na indústria (Sukarsono, Irawan, & Pradana, 2024).

Porém, Rangel Sánchez, Miguel Ángel et al, afirmam que a literatura salienta ainda que, apesar da eficácia que o ciclo PDCA tem demonstrado na melhoria das operações organizacionais, existe ainda uma falta de conhecimento sobre como o aplicar para obter vantagens competitivas (Rangel Sánchez, et al., 2024).

Em resumo, o ciclo PDCA é uma metodologia eficaz e iterativa que promove a melhoria contínua nos processos, produtos e serviços das organizações, com impactos positivos na produtividade, qualidade e eficiência das operações.

3 PECOL AUTOMOTIVE

No presente capítulo, é apresentado o Grupo Pecol, com especial ênfase à Pecol Automotive, S.A., entidade acolhedora onde decorreu o estágio e onde foi desenvolvido o projeto descrito neste relatório.

3.1 O Grupo Pecol

A PECOL - Sistemas de Fixação, fundada em 1983, é uma empresa portuguesa com sede em Águeda, Portugal, que se destaca pela sua longa trajetória e pelo seu contínuo crescimento no mercado industrial. Iniciando a sua atividade como fabricante de parafusos, a empresa expandiu gradualmente o seu portfólio de produtos e serviços, consolidando-se como uma referência a nível europeu. A PECOL é especializada na produção e distribuição de sistemas de fixação, servindo diversas indústrias, incluindo o setor automóvel, a construção, e o retalho. Além disso, a empresa diversificou a sua oferta ao longo dos anos, incluindo ferramentas elétricas e equipamentos de proteção individual, através das suas sub-marcas Pecol PowerTools e Pecol Safety.

Com mais de 300 colaboradores e uma vasta capacidade logística, a PECOL realiza diariamente cerca de 900 expedições e oferece aproximadamente 40.000 referências de produtos, que incluem parafusos, buchas, abraçadeiras, ferramentas de corte, soldadura, entre outros. A empresa possui instalações em Águeda, ocupando uma área de cerca de 160.000 m², onde se encontram quatro unidades industriais que desempenham funções distintas: uma unidade de comercialização e distribuição de produtos (PECOL – Sistemas de Fixação), uma fábrica especializada em tratamentos térmicos (RETSACOAT), uma unidade dedicada ao fabrico de ferramentas e peças especiais em metal duro (SERMOCOL) e a maior unidade da Península Ibérica para a produção de peças por estampagem a frio (PECOL – Automotive). O grupo também tem presença internacional com plataformas logísticas em Portugal, Espanha, Itália, Polónia, Marrocos e Angola, e exporta para mais de 50 países, servindo aproximadamente 25.000 clientes. Em 2018 o Grupo Pecol alcançou um volume de faturação de cerca de 85 milhões de euros.

Dentro do contexto do presente estágio, a integração na PECOL focou-se na Pecol Automotive, S.A., uma unidade fundada em 2001 e especializada na produção de componentes especiais de fixação para a indústria automóvel, através do processo de estampagem a frio. Esta unidade, que anteriormente era conhecida como PECOL II – Componentes Industriais, Lda., é uma das divisões mais importantes do grupo, dada a sua orientação estratégica para o mercado automóvel. Conta com mais de 150 colaboradores e uma faturação anual superior a 20 milhões de euros. A Pecol Automotive dedica-se à conceção, fabrico e comercialização de componentes metálicos e de fixação, com um foco claro na qualidade, inovação e capacidade de

resposta às exigências do setor. A evolução da empresa pode ser observada na Figura 3.1.

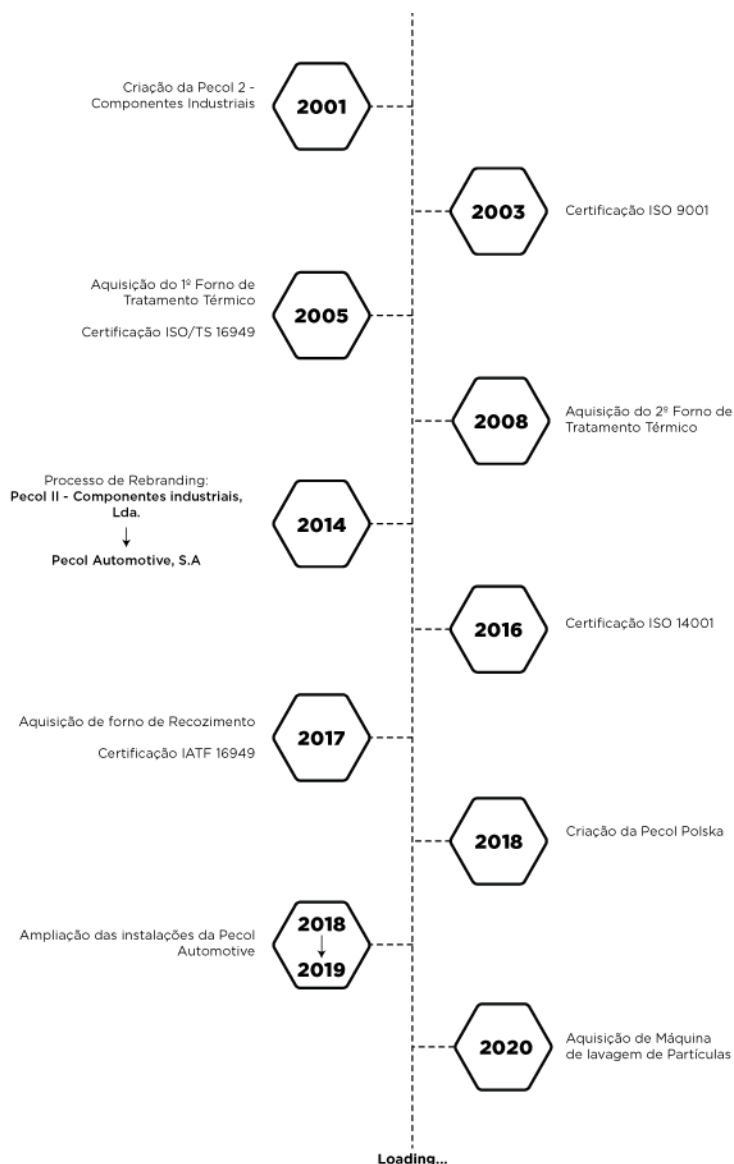


Figura 3.1 – Evolução da Pecol Automotive (Pecol Automotive, s.d.)

A Pecol Automotive apresenta uma estrutura organizacional bem definida, composta por diversos departamentos que asseguram o funcionamento da empresa. O organograma presente no Anexo A permite visualizar a hierarquia interna e a distribuição das principais áreas funcionais.

Na administração destacam-se os departamentos de Ambiente/HSST, Informática, Financeiro e Recursos Humanos. O departamento de Ambiente/HSST assegura o cumprimento das normas ambientais e de segurança. Já o departamento Informático gere os sistemas e tecnologias da empresa, o departamento Financeiro controla os recursos monetários e as obrigações fiscais, enquanto que os Recursos Humanos tratam da gestão do pessoal, recrutamento e desenvolvimento profissional.

Na direção geral encontram-se os departamentos de Qualidade, Produção, Tecnologia e Manutenção, Ferramentaria, Engenharia, Comercial, Logística e Compras. O departamento de Qualidade assegura que os produtos cumprem os requisitos técnicos, o de Engenharia desenvolve em software os componentes a fabricar, a Ferramentaria dedica-se às ferramentas utilizadas na produção, enquanto a Produção, tal como o nome indica, gere o fabrico dos produtos. O departamento de Tecnologia e Manutenção, tal como será visto mais à frente, assegura a fiabilidade dos equipamentos e promove a melhoria contínua. O departamento comercial, de Logística e Compras tratam, respetivamente, da relação com clientes, gestão dos produtos e aquisição de bens e serviços necessários à operação da empresa.

3.2 Missão, Visão e Valores

A missão da Pecol Automotive é fornecer soluções de fixação e componentes metálicos para a indústria automóvel, aproveitando a sinergia tecnológica e produtiva dentro do grupo.

A visão é ser reconhecida como um fornecedor de excelência no setor, com um portfólio diversificado de produtos e um elevado nível de serviço, mantendo uma postura de crescimento mesmo em tempos adversos.

Os valores da PECOL são alicerçados no compromisso com a qualidade, o profissionalismo, o trabalho em equipa e a melhoria contínua, os quais orientam todas as suas operações e a relação com colaboradores, clientes e parceiros.

3.3 Produtos comercializados

Os produtos são desenvolvidos na empresa, através do desenho técnico do cliente e com ferramentas feitas à medida. Os produtos comercializados consistem em componentes de fixação utilizados em diversos elementos de um automóvel, desde chassis, travões e suspensão, body, portas, interior, elétrico e eletrónico, powertrain, etc, Figura 3.2.

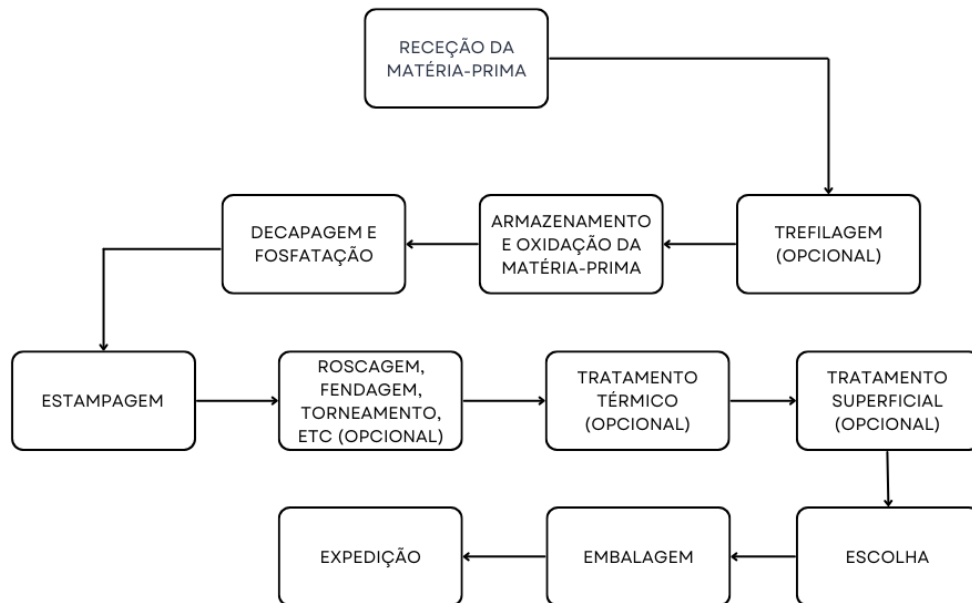


Figura 3.3 - Processo Produtivo

O desenvolvimento de projetos na Pecol Automotive é totalmente personalizado, tendo como base as requisições específicas de cada cliente, de modo a satisfazer as suas necessidades.

A empresa realiza o desenho completo dos projetos, incluindo as ferramentas necessárias para a produção, de modo a garantir que os produtos finais atendam exatamente aos requisitos estabelecidos. Esta abordagem integrada permite à empresa ajustar rapidamente os projetos e oferecer soluções altamente flexíveis.

Após a receção da matéria-prima, constituída essencialmente por aço, esta fica um período no exterior, onde o material fica exposto às condições atmosféricas, com o objetivo de remoção de calaminas. Quando surge a necessidade no setor da produção, é aplicada uma decapagem química e a fosfatação ao aço de modo a eliminar impurezas e gorduras. Isto permite ainda facilitar o processo de estampagem, facilitando a aderência do lubrificante que faz diminuir a resistência à deformação do aço.

Quando finalizado este processo, o arame é alimentado nas máquinas de estampagem, iniciando assim a produção.

A Pecol Automotive S.A. possui vários tipos de máquinas estampadoras, para peças mais simples com uma matriz com dois punções, até peças de elevada complexidade com máquinas de 6 estações (Figura 3.4).



Figura 3.4 – Máquina de Estampar de 6 Estações

O processo de estampagem a frio consiste na deformação plástica do metal, e tal como o nome indica, não há adição de calor, sendo unicamente usada a aplicação de força.

Este processo permite obter peças de várias dimensões e com geometrias bastante complexas a uma cadência elevada, podendo atingir cerca de 300 peças por minuto.

Este processo é caracterizado pelo elevado aproveitamento de material, comparado à maquinação. Até mesmo a conformação de rosca não se traduz em desperdício de material, uma vez que na maioria dos casos é feita por técnicas de esmagamento.

Após a realização da estampagem, caso o pedido do cliente envolva roscagem, procede-se a esta operação. É também ela feita por esmagamento, não havendo desperdício de material.

Os equipamentos presentes na empresa permitem fazer rosca por três processos: pentes, rolos e segmento.

A roscagem de interiores é geralmente conformada por arranque de aparas, apesar de também ser possível fazê-la por esmagamento.

Na necessidade de de outro tipo de operações, tais como maquinação ou ponteio, as peças passam para a área de segundas operações.

Na necessidade de proceder a lavagens entre estes processos, de modo a eliminar óleo de processos anteriores ou possíveis resíduos, algumas máquinas já se encontram equipadas com unidades independentes de lavagem. Porém, caso essas máquinas não estejam, existem duas máquinas lavadoras para o fazer.

O tratamento térmico é uma etapa crucial, onde peças com classe de dureza especificada em 8.8, 10.9 e 12.9 necessitam de ser tratadas termicamente para eliminar tensões internas. Para este processo a empresa possui duas linhas contínuas de Têmpera e Revenido, com capacidade de 2000 kg/h e outra de 1000 kg/h.

O tratamento de superfície é realizado para melhorar as características das peças, como a resistência ao desgaste e à corrosão.

É realizada uma seleção e inspeção, que tanto pode ser manual ou com o auxílio de máquinas de seleção automática, que permitem analisar as peças dimensionalmente, bem como analisar a sua estrutura.

Por fim, o processo de logística assegura que as peças acabadas sejam embaladas e expedidas para os clientes de forma eficiente e atempada.

3.5 Departamento de Tecnologia e Manutenção

O Departamento de Tecnologia e Manutenção desempenha um papel essencial na empresa, sendo o responsável pela preservação e operacionalidade de todos os ativos. A par dos departamentos de Qualidade, Produção, Ferramentaria, Engenharia, Comercial, Logística e Compras, reporta diretamente à administração da empresa. O seu principal objetivo consiste em garantir a assistência a cada equipamento, minimizando os períodos de inatividade. Para tal, conta com uma equipa multidisciplinar de 20 pessoas, ilustrada no Anexo B com a quantidade de pessoas em cada área, que respondem prontamente às exigências e necessidades de cada situação, assegurando a continuidade e eficiência dos processos produtivos.

O processo de manutenção corretiva de equipamentos inicia-se com a emissão de uma Participação de Avaria (PA), demonstrado no Anexo C, realizada pelos OP (Operadores da Produção) e na qual são atribuídos o grau de urgência, de 1 a 4, e uma descrição do problema identificado, como se pode verificar na Figura 3.5. Esta ação é realizada no *Glaciar*, que é o software desenvolvido internamente e usado pela empresa, e que no caso da manutenção é onde se realizam as PA, as OT (Ordens de Trabalho), controlo de *stock* de peças, entre outros.

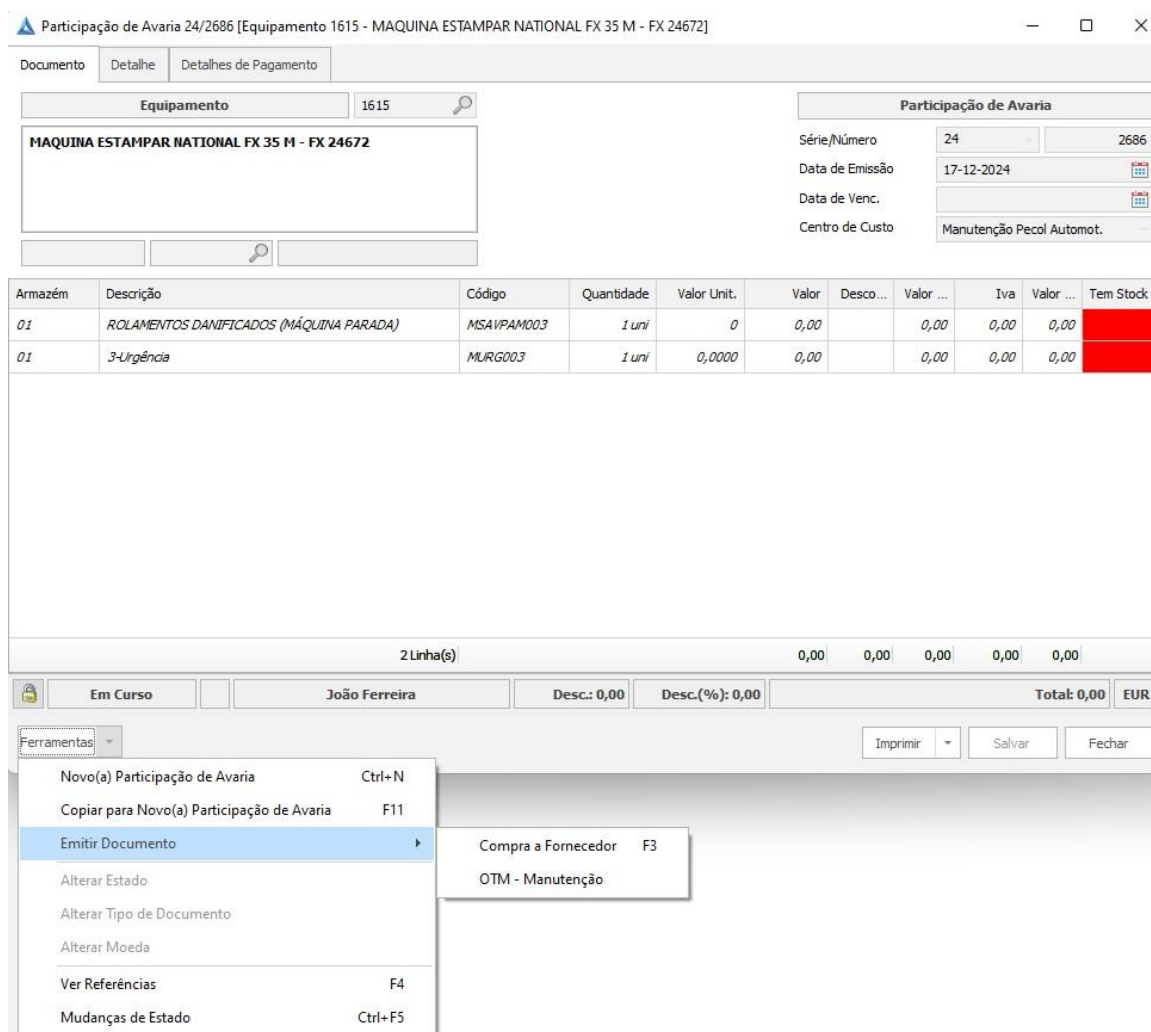


Figura 3.5 - Participação de Avaria

Estas PA são posteriormente analisadas pelo diretor de manutenção através do sistema. Após essa análise, é gerada uma OTM (Ordem de Trabalho de Manutenção), destinada ao TM (Técnico da Manutenção), que inclui três códigos de barras: um para registar o início da manutenção, outro para o término da intervenção e um terceiro destinado ao controlo do material consumido durante o processo, exemplificado no Anexo D. Importa referir que tanto a nota de consumo de material como o fecho da OTM não são realizados no local onde se encontram os equipamentos.

As manutenções realizadas aos equipamentos são predominantemente corretivas, complementadas por manutenções preventivas realizadas anualmente, e no caso dos fornos duas vezes ao ano, durante as paragens programadas de agosto e dezembro.

Durante estas paragens, a produção é interrompida, permitindo a execução de intervenções que não são possíveis com os equipamentos em funcionamento. No caso específico dos equipamentos em estudo, é realizada uma revisão planeada aos componentes críticos dos fornos, cuja inspeção e manutenção só podem ocorrer com o forno desligado, devido à necessidade de arrefecimento para garantir a segurança dos operadores. Estas paragens são previamente planeadas e

acompanhadas por um plano de manutenção detalhado, que define os componentes a serem verificados, substituídos ou ajustados.

Para garantir a eficácia destas intervenções, é essencial manter um *stock* adequado dos componentes críticos de cada equipamento. Para tal, a empresa dispõe de um procedimento bem definido, baseado no mapa de consumos dos componentes.

Neste contexto, o Engenheiro de Processo, responsável por cada setor, tem o dever de criar, caso ainda não exista, o armazém de peças sobressalentes para os equipamentos do respetivo setor. Este processo envolve a definição dos componentes a manter em *stock*, bem como o cálculo do *stock* mínimo necessário. Com recurso ao software *Glaciar*, realiza-se um levantamento detalhado dos consumos de componentes, analisando individualmente cada equipamento nos últimos dois anos. Posteriormente, procede-se a uma análise mais aprofundada, considerando os consumos dos últimos quatro anos para cada componente do anterior levantamento.

Se um componente tiver sido consumido mais de cinco vezes no período analisado, este deve ser incluído no armazém. A quantidade mínima em *stock* é determinada com base na quantidade máxima registada das diferentes ocorrências, considerando ainda fatores como a dificuldade de obtenção do artigo, frequência de rutura, quantidade e tipo de equipamentos que utilizam o componente, informações do manual do fabricante e a experiência da equipa de manutenção e dos operadores.

4 GESTÃO DE STOCKS DE PEÇAS SOBRESSALENTES

Neste capítulo serão descritas as condições iniciais identificadas, incluindo os problemas existentes e os desafios enfrentados. Serão igualmente apresentadas as propostas de melhoria, acompanhadas pelas ferramentas e metodologias selecionadas para a concretização dos objetivos delineados. Por último, serão constatados os resultados que se alcançaram.

4.1 Descrição e Análise da Situação Inicial

Tendo como objetivo implementar melhorias no setor da Tecnologia e Manutenção da Pecol Automotive S.A., o ponto de partida foi analisar a situação inicial. Para tal, foi essencial a presença no chão de fábrica, através da observação dos processos e rotinas associadas à gestão de *stocks* de peças sobressalentes e à execução das atividades de manutenção. Estas observações, complementadas pelo diálogo com os TM, permitiram identificar os principais constrangimentos que, direta ou indiretamente, afetavam o seu desempenho em ações de manutenção.

Através desta abordagem prática, foi possível compreender os fatores que comprometiam a eficiência dos TM, e também detetar oportunidades de otimização dos tempos de paragem dos equipamentos críticos. Surge assim a oportunidade de uma gestão mais integrada e eficiente, com impacto direto na redução de tempos de inatividade e no aumento da produtividade do setor.

No âmbito deste estudo, foram analisados alguns dos equipamentos considerados críticos da empresa, essenciais para a continuidade das operações e para garantir a eficiência do processo produtivo. A paragem destes equipamentos pode implicar custos significativos, sendo imprescindível a implementação de estratégias de manutenção eficazes.

Entre os equipamentos analisados, destaca-se o forno contínuo de têmpera e revenido BBI, com o código 650, uma capacidade de 2000 kg/h, e entrada em funcionamento desde 2011, operando 24 horas por dia.

Um equipamento semelhante é o forno contínuo de têmpera e revenido BBI, com o código 615 e uma capacidade de 1000 kg/h, que opera apenas em alguns momentos do ano, mas também ele com funcionamento contínuo. Ambos desempenham um papel crucial no processo produtivo, sendo responsáveis pelo tratamento térmico dos materiais.

Adicionalmente, os fornos de recozimento de arame *RAD-CON 1* e *RAD-CON 2*, com os códigos 654 e 655, respetivamente, são indispensáveis para o tratamento de material. O *RAD-CON 2* resulta de um investimento recente da empresa, com o objetivo de duplicar a capacidade atual de 25 toneladas de material recozido para 50 toneladas por dia, aumentando significativamente a sua capacidade produtiva.

4.1.1 Organização do Layout de Armazenamento dos stocks relativos aos Fornos Contínuos

O local de armazenamento das peças sobressalentes para a manutenção dos equipamentos é o armazém 30. Contudo, este armazém dispõe fisicamente de vários locais distribuídos pela empresa, sendo que cada um deles é geralmente destinado a um tipo específico de equipamento. O armazém 30 dispõe de várias estantes com diversas prateleiras, todas elas identificadas, como ilustra a Figura 4.1, e ainda de um *KarDex* com bastante arrumação (Figura 4.2). Neste espaço, são armazenados materiais de uso comum para diversos equipamentos, bem como componentes de menor dimensão que possam ser facilmente transportados pelos TM no momento das intervenções de manutenção. Especificamente, o *KarDex* tem alocados quatro tabuleiros para os fornos contínuos e *RAD-CON*.



Figura 4.1 - Armazém 30



Figura 4.2 - KarDex

Embora o armazém possua diversos locais de armazenamento, para este estudo serão destacados apenas os locais 66-00-00 e 68-00-00. O local 66-00-00 está dedicado aos fornos contínuos, sendo reservado para peças de maiores dimensões, componentes específicos dos equipamentos e materiais de uso frequente. No entanto, apesar de o local ter a designação 66-00-00, na prática trata-se de dois locais distintos de armazenamento. O local principal, denominado 66-00-00, como se pode observar na Figura 4.3, e um segundo espaço, onde também se encontram alguns componentes, juntamente com outros materiais, como é visível na Figura 4.4. Também no Anexo E é possível perceber a configuração do Layout dos locais de armazenamento. Assinalado a 2 é o local de armazenamento correspondente à Figura 4.4, e a 1, é o local 66-00-00, correspondente à Figura 4.3.



Figura 4.3 – Local 66-00-00

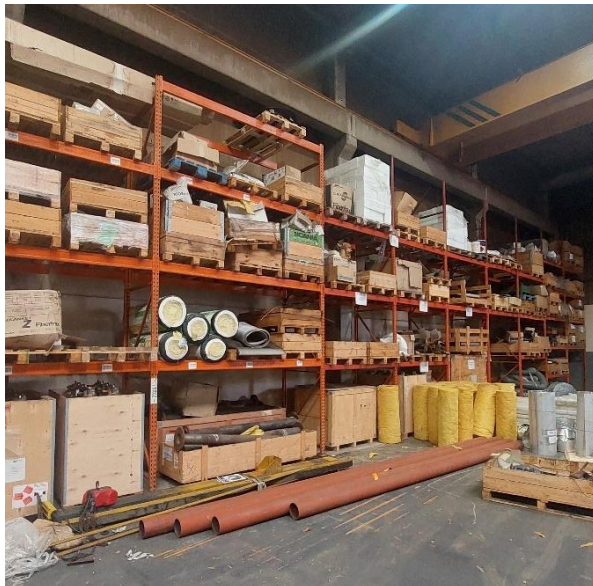


Figura 4.4 – Segundo Local de Armazenamento

Um dos problemas centrais na gestão do armazém, eram essencialmente a falta de um layout padronizado, organizado e limpo. Esta situação levava à falta de controlo e impossibilidade de acesso a certos materiais e equipamentos, que por vezes até se pensavam “perdidos”. As estantes, as prateleiras e os materiais não se encontravam identificados e caracterizados.

Não havia qualquer organização e distinção de materiais. Encontravam-se misturados materiais usados, materiais que nada tinham a ver com os fornos e ainda materiais obsoletos. Aliado a esta situação, o local encontrava-se frequentemente com caixas vazias amontoadas e com lixo, visível na Figura 4.5.



Figura 4.5 – Lixo no Local 66-00-00

É ainda visível nos dois locais de armazenamento a existência de diversas caixas, tubos, paletes, etc, que dificultavam a acessibilidade aos restantes materiais. Nas estantes os produtos estavam amontoados, sem qualquer organização e identificação, dificultando o seu alcance daqueles que os pretendem usar.

É visível uma má gestão do espaço, que dificulta a procura de qualquer material que seja necessário, não havia zonas de organização definidas e existiam congestionamentos e dificuldades aquando do armazenamento e da procura dos produtos nas estantes, resultando em tempos acrescidos.

4.1.2 Falta de Controlo de Stocks

A situação descrita na secção anterior leva a outro grande problema, que é a falta de controlo dos *stocks* de peças sobressalentes. Embora seja utilizado o sistema *Glaciar*, apresentado sucintamente na secção 3.5, o *stock* de peças sobressalentes apresentado em sistema não coincidia com as quantidades físicas existentes. A juntar a isto, o material considerado de maiores dimensões, não se encontrava registado em sistema.

Há ainda muita falta de registo de materiais em software, e as quantidades não batem certo. Esta situação verifica-se, na maioria das vezes, pela ausência permanente de um responsável no armazém, o que leva a que diversos colaboradores acedam livremente aos materiais, retirando-os sem proceder à respetiva nota de consumo. Acresce que, em determinadas circunstâncias, independentemente de ser ou não emitida uma PA, os OP contactam diretamente os TM por telefone ou pessoalmente, contornando o processo formal. Esta prática conduz a alguma falta de rigor por parte de todos os intervenientes, resultando na ausência de associação entre o consumo de materiais à PA em questão, e ao equipamento correspondente. Nessas situações, as saídas são posteriormente regularizadas através de acertos de *stock*, um procedimento que, contudo, não permite identificar o destino dos componentes, comprometendo a rastreabilidade e inviabilizando análises futuras de consumo. Além disso, verifica-se frequentemente a inexistência de identificação adequada dos materiais, seja por ausência de registo no software ou de etiquetagem física, o que agrava as dificuldades de controlo e gestão do armazém.

Esta falta de gestão de inventário traduzia-se em inúmeras perdas de tempo para os TM, frustração e ainda punha em causa a atividade do equipamento, caso a manutenção obrigasse a paragem.

No caso das peças sobressalentes dos fornos de recozimento, nenhum dos componentes estava identificado em sistema e o responsável dos equipamentos é que fazia esse controlo, uma vez que sempre que usava algo do *stock*, mandava vir em quantidades iguais.

Esta situação gera uma incerteza para o futuro, uma vez que caso o colaborador deixe a empresa ou fique indisponível por algum motivo, não haverá ninguém capaz de dar continuidade ao processo, sendo necessário recomeçar do zero.

Sem a identificação, não é possível fazer a gestão de *stock* em tempo real de forma precisa e deixa incerta as necessidades. Tudo isto aliado a uma visível desorganização em algumas das prateleiras, como mostra a Figura 4.6.



Figura 4.6 - Local de Armazenamento sem identificação

4.1.3 Padronização nos Processos de Fluxo Interno e Externo na Gestão de Stocks

Os processos de fluxo interno e externo do armazém apresentavam uma falta de padronização, o que resultava na ausência de uma abordagem uniforme para a gestão dos componentes, desde a sua encomenda até ao fim de vida útil. A avaliação das necessidades de *stock* era frequentemente realizada de forma manual, uma vez que não existia uma definição clara das quantidades mínimas a manter para cada componente. Como consequência, os TM precisavam de informar diretamente o RA (Responsável do Armazém) sobre as necessidades específicas.

Adicionalmente, nem todas as encomendas eram devidamente verificadas ou etiquetadas, e o armazenamento dos componentes muitas vezes não seguia procedimentos organizados. Em algumas situações, as encomendas permaneciam no chão ou deixadas em locais provisórios, comprometendo a eficiência do fluxo interno (Figura 4.7).



Figura 4.7 – Local Provisório de Armazenamento

Relativamente à substituição de componentes, as etapas seguidas incluíam:

- i. Substituição da peça avariada por uma nova;
- ii. Envio da peça danificada para reparação, caso fosse possível, sendo esta armazenada para futura reutilização, sem uma nova etiquetagem;
- iii. Envio da peça para a sucata, caso não fosse reparável, procedendo-se à encomenda de uma nova.

A falta de identificação e etiquetagem adequada das peças tornava impossível o seu rastreio eficiente e dificultava a localização imediata dos componentes quando estes eram necessários, agravando os tempos de resposta e impactando negativamente a eficácia dos processos de manutenção.

A falta de padronização de processos por um longo período levou a uma falta de organização geral e de comunicação entre equipas.

4.1.4 Inexistente Identificação de Componentes de Maiores Dimensões

O controlo do material de maiores dimensões apresentava diversas lacunas, uma vez que estes componentes não se encontravam inseridos no *Glaciar*. De modo a obter um registo dos materiais em *stock*, que não estavam identificados, foi feito um levantamento manual do inventário e analisadas as últimas encomendas (Anexo F). Além disso, o local de armazenamento destes materiais carecia de organização, como



Figura 4.8 – Situação Inicial do Local 66-00-00

ilustrado na Figura 4.8, o que comprometia a identificação dos componentes no local e a sua utilização.

Os veios, componentes essenciais no funcionamento dos fornos de têmpera e revenido, não dispunham de um local definido para armazenamento. A ausência de organização no espaço levava a que estes se encontrassem dispersos pelo chão, debaixo das prateleiras ou mesmo sobre paletes, sem qualquer critério, como representado na Figura 4.9. Esta situação, para além de representar um risco de danos no material, dificultava significativamente o acesso aos restantes componentes.



Figura 4.9 – Veios Armazenados em Paletes

Tal como referido anteriormente, o local onde os TM registam o consumo dos materiais não coincide com o espaço onde é realizada a reparação. Isto evidencia a necessidade de implementar uma solução que facilite a identificação e o destaque dos códigos de barras nos componentes para os TM poderem efetuar a nota de consumo.

4.1.5 Indefinição de Componentes Críticos

Como referido no capítulo 3.5 a definição de componentes críticos é feita através dos consumos de cada componente para cada equipamento. No entanto, devido à falta de precisão na gestão de *stocks*, nas incorretas picagens dos materiais na hora de consumo e na falta de identificação de certos materiais, as conclusões tiradas através dos mapas de consumo são enviesadas.

De modo a confirmar esta afirmação, foram analisados os mapas de consumo juntamente com os responsáveis dos equipamentos e os TM, e alguns dos componentes identificados como críticos não eram na verdade componentes de uso recorrente.

Embora este processo de definição dos componentes críticos seja uma mais valia, só após a correção dos *stocks* existentes e dos processos de identificação e baixa do material, é que esta prática será viável.

4.1.6 Síntese da Situação Inicial

Com base na análise efetuada aos problemas identificados, procedeu-se à avaliação do impacto e da facilidade em resolver esses mesmos problemas, bem como à sua priorização, tendo por base uma matriz de decisão. Esta classificação, construída a partir da análise direta do meio envolvente, serve de apoio à tomada de decisão quanto à ordem de intervenção mais adequada e eficaz, tal como mostra a Tabela 4.1. A facilidade foi ponderada em função do grau de dificuldade identificado, nomeadamente pela necessidade de recursos adicionais, como a utilização de empilhador, ou pela dependência de outros departamentos. Já o impacto foi avaliado considerando as repercussões para a realidade dos TM, sustentado em perceções recolhidas no chão de fábrica.

Tabela 4.1 - Matriz de Decisão - Situação Inicial

Posição na Matriz	Problema	Impacto (1-5)	Facilidade (1-5)	Dependência	Ações Propostas
1º	Padronização das entradas de stock	5	4	-	Padronização dos fluxos internos e externos
2º	Falta de controlo de stocks	5	5	Padronização das entradas de stock	Acerto de Stocks e Gestão em Tempo Real
3º	Componentes críticos e quantidades mínimas	4	3	-	Identificação dos componentes críticos
4º	Falta de registo em software (componentes maiores dimensões)	4	3	-	Identificação dos Componentes de Maiores Dimensões
5º	Falta de padronização do layout	5	2	Controlo de stocks, registo em software	Arrumação e Padronização do Layout de Armazenamento
6º	Falta de mapeamento das estantes e prateleiras	3	3	Organização do layout	Arrumação e Padronização do Layout de Armazenamento
7º	Desarrumação dos veios	5	2	Organização do layout	Arrumação e Padronização do Layout de Armazenamento

O primeiro problema a ser abordado deve ser a padronização das entradas de *stock*, uma vez que se trata de uma etapa crítica no início da cadeia da gestão de *stocks*. Sem uma normalização eficaz neste ponto, todas as melhorias aplicadas mais à frente, tornam-se insustentáveis ou ineficazes a médio prazo. Esta ação apresenta um grande impacto (5) e uma facilidade de implementação alta (4), podendo ser executada de imediato. O objetivo é garantir que todas as entradas físicas de materiais sejam devidamente registadas no *Glaciar*, assegurando a rastreabilidade, a coerência dos dados e a integridade das existências. A sua aplicação requer essencialmente rigor, disciplina e o cumprimento uniforme dos procedimentos por parte dos colaboradores, sem depender de outras ações prévias.

O segundo problema identificado é a falta de controlo de *stocks*. Esta ação apresenta um impacto máximo (5), já que permite conhecer, com rigor, a quantidade e o tipo de materiais armazenados. A facilidade de implementação é igualmente elevada (5), exigindo apenas um levantamento sistemático do *stock* existente e a análise das compras passadas. No entanto, para que este problema seja efetivamente

ultrapassado, é necessário que o primeiro problema identificado seja previamente resolvido, uma vez que dele depende a correta implementação do controlo de *stocks*.

O terceiro problema a ser resolvido corresponde à definição dos componentes críticos, cuja identificação é fundamental para garantir a disponibilidade dos materiais essenciais ao funcionamento dos equipamentos. A sua ausência pode originar paragens inesperadas, com impacto significativo na operação e na produtividade. Ao estabelecer quais os componentes considerados críticos, torna-se possível priorizar a sua gestão de forma mais eficaz. Esta ação apresenta um impacto elevado (4) e uma facilidade de execução média (3), podendo ser implementada de forma independente das restantes. A facilidade é considerada média, uma vez que o método usado inicialmente não era exequível, e dependia inteiramente do conhecimento técnico e da experiência dos TM.

Em quarto lugar surge a falta de registo no *Glaciar* dos componentes de maiores dimensões. Esta falha compromete a rastreabilidade destes materiais, dificultando o planeamento de intervenções e a reposição atempada de *stock*. A ação possui um impacto elevado (4), porque permite ter acesso em tempo real de todos os componentes. A sua facilidade de execução é considerada média (3), uma vez que dependia obrigatoriamente do uso de empilhador para a identificação física dos componentes.

Em quinto lugar a organização do layout de armazenamento, está classificada com impacto muito elevado (5), dada a sua influência na redução dos tempos de procura e melhoria da acessibilidade. No entanto, apresenta uma facilidade baixa (2), devido à necessidade de envolvimento de operadores para o uso do empilhador e à desorganização inicial em dois locais que dificulta movimentações. Esta ação depende do controlo de *stocks* e da identificação em software, de modo a garantir um correto planeamento do layout.

O sexto problema é a falta de mapeamento das estantes e prateleiras, classificada com impacto médio (3) e dificuldade de implementação também média (3). Esta melhoria visa facilitar a rastreabilidade dos componentes. A sua aplicação deve ocorrer após a organização do layout, para garantir que os materiais estejam corretamente posicionados e identificados.

Por fim, na sétima posição surge a arrumação dos veios, com impacto máximo (5), mas dificuldade significativa (2), devido à necessidade de construção e instalação de estruturas adequadas para o seu armazenamento seguro. Esta medida é particularmente relevante devido à criticidade e dimensão destes componentes. Contudo, a sua implementação depende da reorganização do layout e da disponibilização de espaço apropriado, razão pela qual deverá ser executada numa fase mais avançada do plano.

4.2 Melhorias apresentadas

4.2.1 Identificação dos Componentes Críticos

Devido à urgência da caracterização dos componentes críticos, foi realizada, com o responsável dos fornos contínuos, uma vistoria visual ao equipamento para identificação dos componentes críticos, tendo como base os seguintes critérios:

- i. Se a falha do componente obriga à paragem do equipamento;
- ii. Demora desde a encomenda até à chegada;
- iii. Valor unitário.

Com base nos critérios anteriormente referidos, foi efetuada uma classificação do critério (i) e (ii) com uma lógica binária, através da atribuição de “Sim” ou “Não” a cada um dos componentes, conforme estes obrigassem ou não à paragem imediata do equipamento, ou consoante o tempo de entrega fosse considerado elevado. Esta abordagem permitiu uma avaliação mais objetiva e direta da criticidade dos materiais, facilitando a sua análise e priorização.

Para os componentes cuja falha implica a paragem do equipamento (critério i = Sim), a prioridade foi garantir sempre a existência de pelo menos uma unidade em *stock*, independentemente do seu valor unitário. O mesmo foi feito para os componentes com tempo de entrega elevado (critério ii = Sim), uma vez que a demora nos tempos de entrega poderiam comprometer o equipamento e o processo.

Por outro lado, o valor unitário do componente foi tido em consideração sobretudo na definição do número mínimo a manter em *stock*, permitindo assim equilibrar a disponibilidade com a otimização de custos.

Este levantamento permitiu saber quais os componentes considerados críticos e a gestão a ser feita aos mesmos, em relação às peças sobressalentes a ter em *stock*.

No seguimento da identificação dos componentes críticos, todo o material assinalado como tal foi sistematizado numa tabela, com o objetivo de facilitar a gestão e o controlo de *stock*. A Tabela 4.2, contém, para cada componente, a designação, a quantidade recomendada em *stock*, bem como a existência ou não de fornecedor previamente identificado.

Tabela 4.2 - Componentes Críticos

DESCRIPTION	SUPPLIER DESCRIPTION	RECOMENDED	STOCK	LEAD TIME	OLD PRICE	NEW PRICE	SUPPLIER
Material Crítico							
Bombas de lavagem		1	0				
Motor ventilador do forno de Austenização (Ar)		1	0				
Controlador dos queimadores	Krom Schroder IFD 258-5/1W	2	0	Imed.	€ 473.60	€ 480.10	João Parente
Eléttodos e velas para os queimadores			0				João Parente
Atuador Válvula de Ar	Krom Schroder IC40A2A	1	0				
Válvula Solenoide de gás	VG 15R02LT31D	1	2				
Motor redutor revenido		1	0				Shanghai Best
Motor redutor tapete	TECO 3 phase induction motor	1	0				Shanghai Best
Motor redutor da 1ª lavadoura	Seipee	1	0				Shanghai Best
Controlador de temperatura de Austenização e de revenido	Eurotherm 3208	1	0				Falex
Controlador de temperatura	RKC CD901	1	4		€ 225.67		Pinto & Cruz ??
Controlador de Potencial de Carbono	Eurotherm 2404	1	0				Falex
Redutora	Chenta AFS	1	3			€ 468.00	Shanghai Best
Transformador de Ignição	Krom Schroder TGI 5-15/100W	1	1				
Sensor Fim de Curso		1	0				
Válvula Solenoide de Gás	IBS VML 1-2 Rp 1/2	1	0				IBS
Válvula Solenoide de Gás	IBS VMR 1-2 Rp 1/2	1	0				IBS
Válvula Solenoide de Ar	IBS VRA 4-2 Rp 1/2	1	0				IBS
Módulo Relé	Krom Schroder PFR 704	1	5				Parente
Power Supply	Krom Schroder PFP 700	1					
Bomba de Metanol	Tuthill - DGS.38EEET2NNSM342	1	1			€ 2,834.00	MegaControl
Sonda Oxigénio 600K		2	0			€ 893.00	Medipro
Bomba LOWARA	Eletrobomba 11/2 CO 350/03 0,37kW 18-7m 400V	1	0	2 sem / Imed.	328.14 € / 360.60 €	377.44 € / 360.60 €	Harker / Manuel da Silva Henriques
Sonda Potencial de Carbono	AP11-00128-401-1-0	1	0		€ 2,499.00	€ 2,778.00	Falex / Newintec

Verificou-se que alguns dos componentes já dispunham de um histórico de aquisição, pelo que foi possível registar os respetivos fornecedores com base em compras anteriores. Contudo, em alguns casos, os componentes nunca haviam sido substituídos, pelo que não existia ainda qualquer fornecedor associado, sendo necessário proceder à sua identificação e em alguns casos, posterior cotação.

No caso específico das redutoras, componentes essenciais ao funcionamento contínuo dos fornos, foi tida uma especial atenção à sua análise. Procedeu-se a um levantamento de todas as redutoras presentes nos fornos contínuos, nomeadamente nos fornos 615 e 650, com o intuito de perceber quais deveriam ser mantidas em *stock*, ilustrado na Tabela 4.3. Dado o elevado custo e as diferentes especificações existentes entre elas, tornou-se inviável a aquisição de todas.

Tabela 4.3 – Levantamento das Redutoras em Uso

Descrição	Forno	Type	Size	Ratio	M.F.G. Nº.
Suplente		ASF	120	1800	41130024
Austenização	615	ASF	120	900	41209022
Recuperador Óleo	615	ASX	100	450	60627038
Revenido	615	ASF	120	900	61102002
Saída a seco	615	ASX	100	450	50111035
Saída Oleado	615	ASX	100	450	41216012
Saída a seco	650	ASX	100	450	H90526275
Saída Oleado	650	ASF	100	450	90311010
Austenização	650	ASX	200	2000	90403022
Segunda Lavadora	650	ASX	100	450	41 216 014
Recuperador Óleo	650	ASF	1--	450	81-28031
Forno Revenido	650	ASX	200	2400	92629043

Assim, foi estabelecido contacto com a marca das redutoras existentes, tendo sido realizada uma análise técnica das redutoras em uso. O objetivo passou por identificar redutoras que, pela sua versatilidade ou equivalência técnica, pudessem substituir vários modelos existentes em caso de avaria. Desta forma, chegou-se à conclusão sobre três redutoras, de dois modelos diferentes, que deverão ser mantidas em *stock* para garantir a capacidade de resposta face a possíveis falhas, ilustradas na Tabela 4.4. A seleção destas redutoras permitirá otimizar o *stock*, reduzindo custos e assegurando, simultaneamente, a continuidade operacional dos equipamentos.

Tabela 4.4 - Encomenda de Redutoras

Description	Type	Size	Quantity
Speed Reducer	ASF	100	2
Speed Reducer	ASX	100	1

Foram igualmente solicitadas cotações para os controladores de temperatura dos processos de austenização e revenido, bem como para os controladores de potencial de carbono, tendo sido enviados pedidos de cotação à empresa que estava assinalada, como a um segundo fornecedor, com o intuito de efetuar uma comparação de preços e garantir a melhor relação custo-benefício.

Adicionalmente, procedeu-se à identificação da bomba de metanol utilizada no processo, tendo sido igualmente solicitado um orçamento a um fornecedor, de forma a avaliar a sua inclusão no *stock* de peças sobressalentes.

4.2.2 Acerto de Stocks e Gestão em Tempo Real

Para combater a falta de controlo de *stocks*, foi feito um levantamento de todos os *stocks* existentes nos vários locais da empresa, direcionados aos equipamentos em estudo.

O que se averiguou inicialmente veio a confirmar-se, com muito material não identificado em sistema, e com quantidades dispares das reais. Foi então registado em Excel, todo o material identificado com as quantidades corretas, e a sua localização, e foi posteriormente corrigido em sistema. O material não identificado, foi então caracterizado com a ajuda dos TM, identificado com códigos de barras e inserido em sistema. Também ainda com o apoio dos TM, foram registadas as quantidades mínimas a ter em *stock*, com base nas incidências de substituição.

Para o material de maiores dimensões, situado no Local 66, foi realizado um levantamento das quantidades dos materiais visíveis e de fácil acesso físico. Este levantamento teve como objetivo inicial uma primeira familiarização com o que havia. Só após a reorganização completa do espaço foi possível obter uma visão clara do *stock* total disponível relativamente aos materiais de maiores dimensões, proceder à sua identificação e posterior registo no sistema. O processo detalhado relativo a este material será descrito mais à frente, no capítulo 4.2.5.

Para os fornos de recozimento *RAD-CON*, nenhum do material disponível em *stock* estava inserido em sistema. Como tal, foi feito também um levantamento total do inventário. Em parceria com o Departamento de Informática, foi criado um local específico para o armazenamento destes equipamentos, o local 68-00-00.

Foi então inserido cada componente em sistema, novamente com as quantidades existentes e as mínimas. O passo seguinte foi a etiquetagem de todos os componentes. Como ilustrado na Figura 4.10, as etiquetas são compostas pela referência, pela descrição do componente, código de barras e o local onde estão armazenadas.



Figura 4.10 - Modo de Identificação por Código de Barras

Para o material de maiores dimensões relativo aos fornos de têmpera e revenido, foi realizada uma reunião com os TM e com o responsável dos fornos, com o objetivo de definir os *stocks* mínimos de cada componente. Como dito anteriormente, face à falta de dados fiáveis e ausência de histórico de consumos registados, a única alternativa viável foi recorrer à experiência prática dos operadores, permitindo assim estabelecer uma base de referência para o futuro.

A definição das quantidades mínimas teve em consideração a simulação do material consumido entre as duas paragens feitas ao ano, o prazo de entrega do material, que no caso do IBS é de 12 a 14 semanas, e o valor unitário.

Dado que o equipamento principal e com maior utilização regular é o forno 650, foi utilizado como referência para o dimensionamento dos *stocks*. No caso do forno 615, por apresentar metade da capacidade e possuir um número inferior de queimadores, dispendo de 27 em comparação aos 36 do 650, as quantidades foram ajustadas proporcionalmente em metade. Esta lógica foi aplicada de forma geral aos componentes, salvo raras exceções, nomeadamente em componentes como redutoras e motores elétricos, onde se optou por uma abordagem diferente devido às suas especificidades. Este processo pode ser analisado no Anexo G.

Posteriormente, os *stocks* mínimos definidos foram devidamente atualizados na plataforma *Glaciar*. Na Figura 4.11, é apresentado um exemplo de um componente sem *stock* mínimo definido, situação em que a disponibilidade surge assinalada a verde, independente das quantidades, se estas forem superiores a 0.

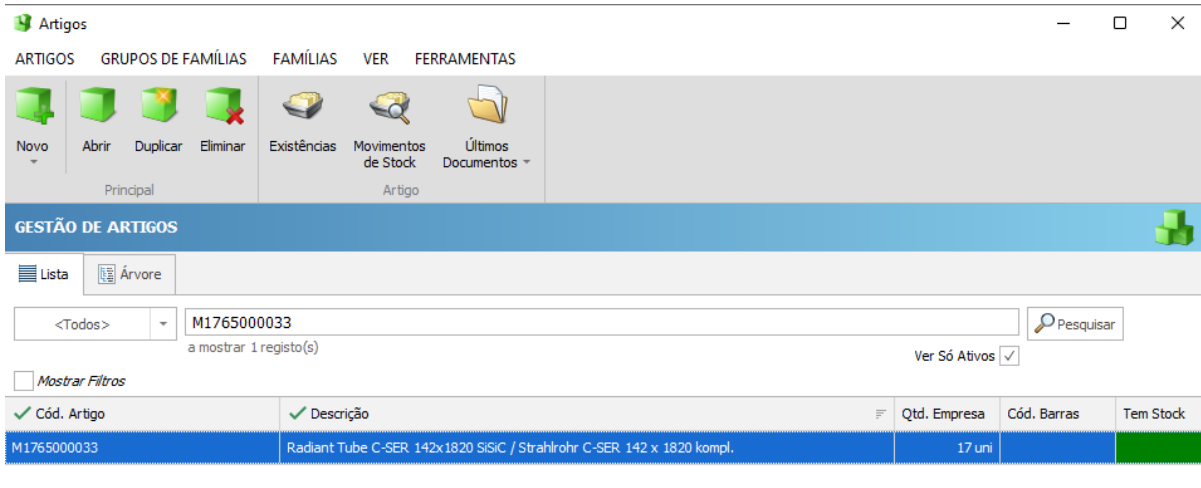


Figura 4.11 – Disponibilidade de *Stock*

Na Figura 4.12, é evidenciada a configuração efetuada no sistema, onde foi ativada a opção "Não permitir quantidades abaixo do *stock* mínimo". Neste momento, procedeu-se também à introdução da quantidade mínima recomendada para o componente em questão, de acordo com os critérios definidos anteriormente.

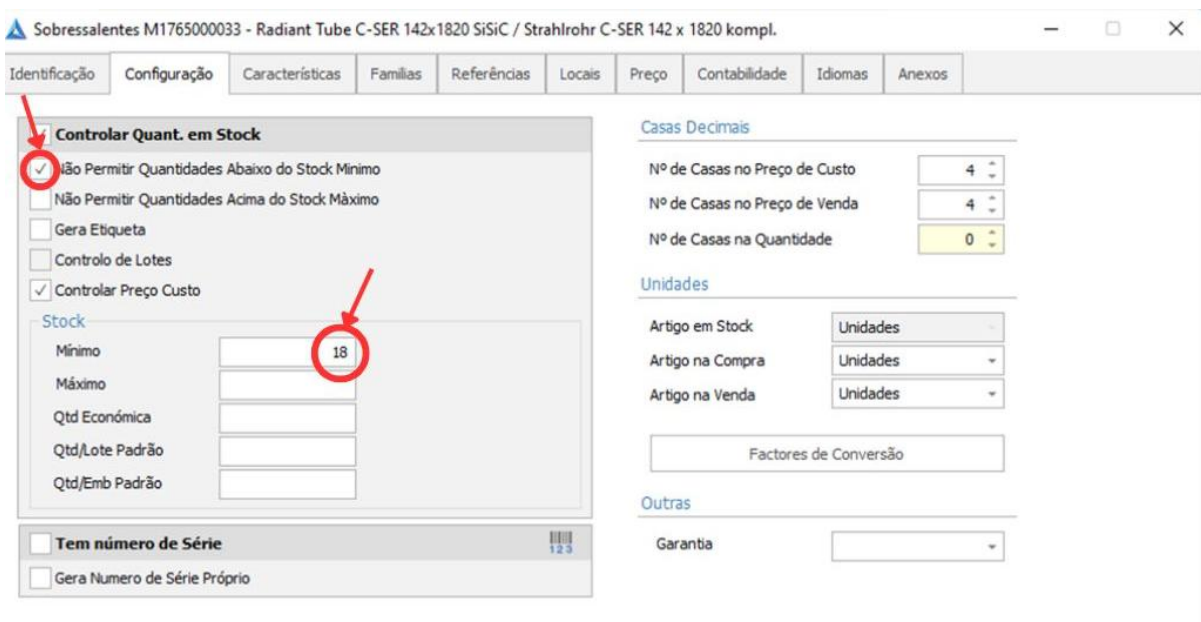


Figura 4.12 – Quantidades Mínimas no Sistema

Por fim, a Figura 4.13 demonstra o efeito desta parametrização, o mesmo componente, ao apresentar uma quantidade inferior ao novo valor mínimo estipulado, passa a ser sinalizado a amarelo, alertando visualmente para a necessidade de reposição. Esta funcionalidade permite, assim, a criação de um alerta visual, que se torna visível sempre que o componente é consultado ou utilizado, facilitando a identificação imediata da necessidade de reposição.

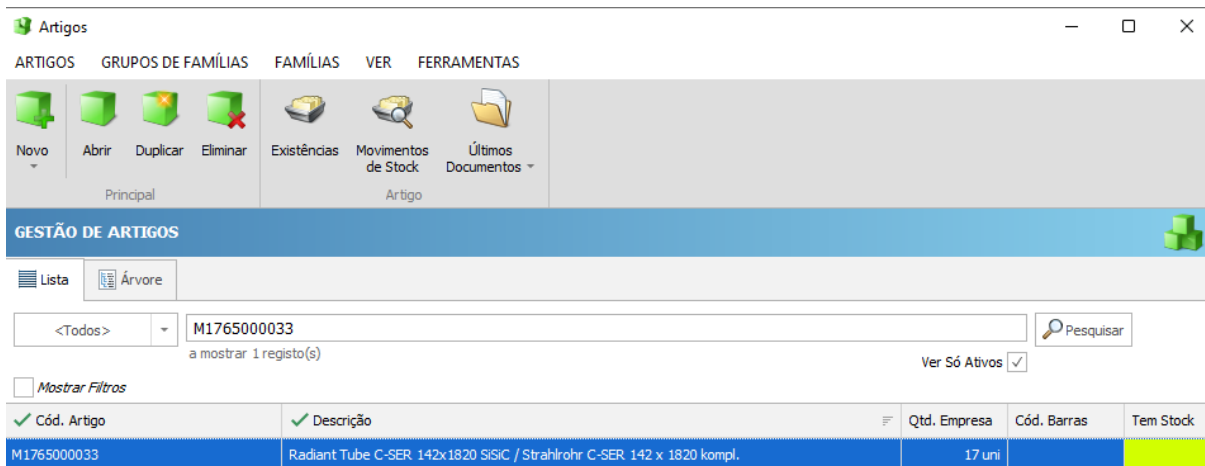


Figura 4.13 – Disponibilidade Insuficiente

Ainda relacionado ao tema, foi atualizado no *Glaciar* o mapa de sobressalentes dos equipamentos em estudo, com os componentes todos inseridos. Este mapa consiste numa listagem que, mediante a introdução do código do equipamento, permite identificar todas as peças sobressalentes a ele associadas. Para além da referência dos componentes, a plataforma disponibiliza ainda informação relevante para a sua gestão, como as quantidades existentes em *stock*, o fornecedor (quando registado no sistema) e o *stock* mínimo definido.

4.2.3 Arrumação e Padronização do Layout de Armazenamento com o Uso do 5S

Com o objetivo de melhorar o layout e a organização do local 66-00-00, associado ao armazém 30 e destinado ao armazenamento de componentes dos fornos contínuos, foi adotada a metodologia 5S como ferramenta de apoio. A sua aplicação revelou-se essencial para a otimização do espaço, a melhoria da arrumação e a padronização das práticas de armazenamento. Apesar dos benefícios, a implementação do 5S enfrentou diversos desafios de natureza logística e operacional, exigindo uma abordagem faseada e colaborativa.

A ausência de operadores disponíveis para a movimentação de cargas com empilhadores, aliada à elevada desorganização pré-existente no espaço, condicionou significativamente o ritmo do trabalho. Adicionalmente, a gestão dos fluxos de materiais entre os dois espaços afetos ao armazenamento implicou uma coordenação bastante rigorosa. Foi necessário criar espaço num dos locais para libertar o outro, o que obrigou à reorganização de forma gradual.

A colaboração do responsável pelos equipamentos, do Diretor de Manutenção e dos TM foi essencial para o processo, permitindo que as decisões tomadas fossem consensuais e tecnicamente viáveis.

1. *Seiri* – Senso de Utilização

Nesta primeira etapa, foi realizada uma triagem exaustiva de todos os materiais presentes no local, com o objetivo de eliminar componentes obsoletos ou desnecessários. O espaço encontrava-se com várias caixas não identificadas, o que obrigou à verificação manual do conteúdo de cada uma.

Durante este processo, foram identificadas diversas situações críticas, como:

- Materiais obsoletos sem qualquer utilidade;
- Utilização ineficiente do espaço nas caixas;
- Existência de componentes duplicados, dispersos por várias zonas.

O material obsoleto foi removido, e os componentes equivalentes foram agrupados, promovendo uma arrumação mais racional e eficiente.

2. *Seiton* – Senso de Organização

Concluída a triagem, iniciou-se a organização física dos componentes. Foi elaborado previamente um estudo do layout para definir, com lógica, a nova disposição dos materiais, ilustrado na Figura 4.14. A organização teve em conta principalmente o tamanho e a frequência de utilização dos componentes, sendo estes dispostos nas estantes de forma funcional e acessível.



Figura 4.14 – Planeamento do Layout do Local de Armazenamento 66-00-00

Dado que grande parte do material se encontrava em caixas, estas foram devidamente identificadas com folhas A4 visíveis, garantindo a fácil leitura à distância. A tentativa inicial de organizar os componentes com base na tipologia de

equipamento revelou-se pouco eficaz, dado que muitos dos componentes são comuns aos fornos 615 e 650. Assim, adotou-se uma organização com base em critérios como:

- Dimensão dos componentes;
- Tipologia e função;
- Fornecedor;
- Frequência de utilização.

As estantes e prateleiras foram também identificadas, com o objetivo de criar um sistema padronizado de localização. Embora se tenha inicialmente previsto o uso de etiquetas idênticas às do Departamento de Logística, as condições do local, devido à presença de óleo e gorduras, impediram a sua adesão adequada às superfícies. Como solução temporária, optou-se por aplicar fita-cola nas estantes, à qual foram coladas as etiquetas, evitando assim o contacto direto com a estrutura metálica, como mostra a Figura 4.15. Esta medida provisória justificou-se devido às chapas metálicas serem fabricadas por medida, semelhantes às usadas no Armazém 30, ilustradas na Figura 4.16, o que implica um determinado tempo de espera. Uma vez concluída a sua produção, estas serão aplicadas eliminando os problemas de adesão verificados com as soluções anteriores.



Figura 4.15 – Identificação Provisória das Estantes



Figura 4.16 – Chapa de Identificação

Em articulação com o Departamento de Informática, foram identificados os códigos livres no *Glaciar*. Dado que o local 66-00-00 pertence ao armazém 30, tal como outras áreas já registadas, foi atribuída a identificação 16 ao corredor de estantes, mantendo a coerência com a lógica do sistema do armazém. Uma explicação mais clara da identificação pode ser vista na Figura 4.17.

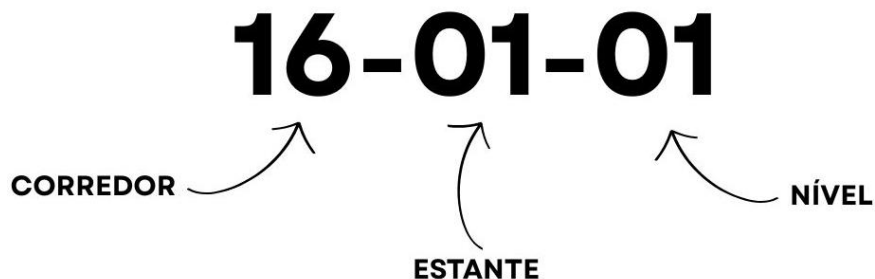


Figura 4.17 – Explicação da Identificação das Estantes

Esta identificação passa agora a ser utilizada nas entradas de novo material, permitindo associar imediatamente cada componente ao seu local de armazenamento, aumentando a rastreabilidade e organização dos *stocks*.

Após a libertação de espaço nas estantes, surgiu a necessidade de resolver o problema relacionado com o armazenamento dos veios dos fornos, que até então se encontravam no chão. Para tal, foi idealizada uma estrutura feita à medida, com capacidade de inserção na estante já existente.

Foram medidas as dimensões dos veios:

- 265 cm para o forno 650
- 210 cm para o forno 615

A estante onde a estrutura seria instalada apresenta as seguintes medidas: 270 cm de comprimento, 120 cm de altura e 99 cm de largura. A solução proposta consiste num suporte em "U", encaixável na estante, à semelhança de um sistema cantilever, com um tubo vertical ao centro para criar dois níveis de arrumação, um para cada forno.

Inicialmente foi desenhado um protótipo preliminar, Anexo H, que ainda não inclui os reforços necessários para suportar a carga, nem as medidas finais, aspetos esses a serem definidos posteriormente com o serralheiro. A proposta oferece uma solução segura e organizada para o armazenamento de veios, eliminando o risco de danos ou perda de espaço útil.

Posteriormente, a estrutura foi construída com base no protótipo previamente desenvolvido, com a inclusão dos reforços necessários e a definição das medidas finais. Após a sua finalização, esta foi ainda pintada, tal como ilustrado na Figura 4.18.



Figura 4.18 – Estruturas de Suporte para os Veios

3. *Seiso* – Senso de Limpeza

Durante o processo de limpeza do local, verificou-se a existência de diversos resíduos espalhados pelo chão, nomeadamente parafusos, esferovite e de óleo, tanto no pavimento como nas próprias estantes. Face a esta situação, procedeu-se a uma limpeza geral e cuidada de todo o espaço, de modo a garantir condições adequadas de segurança, organização e higiene.

4. *Seiketsu* – Senso de Padronização

Para manter as ações realizadas nas fases anteriores, foram implementadas medidas de padronização. Entre elas destaca-se a criação de ajudas visuais e normas de arrumação, com o objetivo de preservar a organização ao longo do tempo. Com o esquema ilustrativo desenvolvido anteriormente para a arrumação do local, fica um guia de referência para garantir que cada componente seja guardado no local definido.

5. *Shitsuke* – Senso de Disciplina

Por fim, foi dada especial atenção ao desenvolvimento da disciplina necessária para manter o espaço arrumado. Foi tudo devidamente explicado aos TM, no sentido de transmitir as boas práticas de organização e limpeza, bem como os procedimentos a seguir no uso do espaço. A criação de hábitos diários foi encorajada, com o objetivo de consolidar uma cultura de melhoria contínua e respeito pelo espaço comum.

O resultado final do local pode ser observado na Figura 4.19. De realçar que o espaço destinado ao armazenamento dos veios encontra-se, nesta fase, livre e ainda sem as estruturas instaladas. Embora já estivessem concluídas e prontas a ser aplicadas, não se verificou, até à data do fim do estágio, a oportunidade para a sua instalação.



Figura 4.19 – Situação Final do Local 66-00-00

4.2.4 Melhoria do Processo de Fluxo Interno e Externo na Gestão de Stocks

A melhoria do processo de fluxo interno e externo, desde a encomenda dos componentes até ao seu fim de vida, constitui uma das principais ações implementadas neste trabalho. A ausência de um procedimento padronizado constituía um fator crítico para a imprecisão dos *stocks*, sendo, por isso, estabelecido um novo processo, ilustrado na Figura 4.20, que assegura uma gestão mais eficiente e precisa dos componentes.

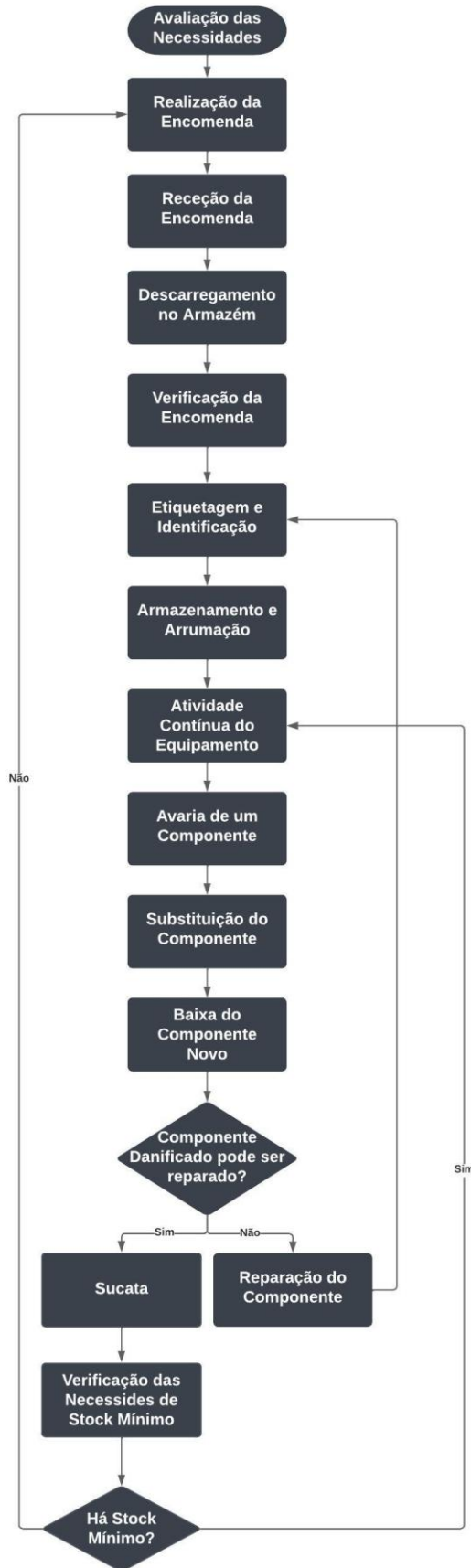


Figura 4.20 – Processo Ideal

Inicialmente, deve-se proceder à avaliação das necessidades, que pode surgir por solicitação de um TM ou pela deteção da ausência de quantidades mínimas de determinado componente. Posteriormente, é efetuada a encomenda.

Após a receção do material, realiza-se o descarregamento, a verificação e a etiquetagem dos componentes. Nos casos em que o componente ainda não esteja registado no sistema, é obrigatório proceder ao seu registo antes da etiquetagem. Os componentes são então armazenados no local que já lhes é designado.

Em caso de uma avaria e da necessidade de substituição, é registada a nota de consumo do componente na PA. Se o componente danificado for passível de reparação, é enviado para esse fim e, após a reparação, reinicia-se o processo começando pela sua etiquetagem. Caso o componente não tenha reparação, é enviado para a sucata, sendo posteriormente realizada uma nova avaliação das necessidades para reposição.

No processo inicial, verificavam-se várias lacunas ao longo do processo que comprometiam a rastreabilidade e a organização dos componentes. Muitas encomendas, sobretudo as de grandes dimensões, eram descarregadas sem qualquer verificação de conformidade, o que levava à falta de registo no *Glaciar* e a posterior etiquetagem. Consequentemente, não existia controlo em tempo real. Além disso, os materiais não eram armazenados corretamente, permanecendo frequentemente no caminho e dificultando o acesso aos restantes. No caso de componentes reparados, estes não eram novamente etiquetados nem inseridos após a reparação, o que originava perdas de informação e falta de controlo sobre o material disponível.

Este novo processo assegura a padronização das etapas para todos os componentes, eliminando lacunas e inconsistências existentes na situação inicial, e contribui para uma gestão de *stock* mais precisa e eficiente.

Para tal foi criada uma sugestão de instrução de trabalho, ilustrada no Anexo I, do procedimento descrito para o responsável do armazém 30, para que todos os componentes tenham sempre o mesmo processo. Porém, a proposta não foi implementada à data do término do estágio.

4.2.5 Identificação dos Componentes de Maiores Dimensões

Para a possibilidade de identificar todo o material na hora de entrada em *stock*, também a saída do material é um processo importante. Com isso em mente, o processo de saída teria de ser algo simples, que não mudasse muito o processo antigo para fácil introdução aos TM e algo que não lhes induzisse ao erro.

A ideia que é comum em muitas empresas, mas que no caso não era aplicada na Pecol Automotive, seria a identificação através de abraçadeiras. O papel do código de barras é furado, e é preso ao componente com uma abraçadeira. Assim, aquando da necessidade de fazer a nota de consumo, corta-se a abraçadeira e o código de barras fica solto para futura picagem.

Foram também discutidas as melhores opções de etiquetas para identificação dos componentes de maiores dimensões, considerando as condições de exposição a ambientes quentes a que estão sujeitos enquanto armazenados. A empresa dispõe de duas opções principais: etiquetas térmicas e etiquetas em ribbon. Apesar das etiquetas térmicas resistirem ao calor e serem mais económicas, apresentam sensibilidade à luz, o que resulta na perda rápida de nitidez. Por outro lado, as etiquetas em ribbon oferecem maior durabilidade, mas são significativamente mais dispendiosas. Após análise das condições do local de armazenamento, que não apresenta grande exposição à luz, optou-se pelas etiquetas térmicas, privilegiando a relação custo-benefício.

Apesar de ter sido realizado um levantamento inicial dos materiais no início do estágio, a implementação da proposta de melhoria, nomeadamente da identificação dos componentes, não foi imediata, o que originou uma nova instabilidade nos registos de *stock*, aquando da implementação do processo.

A Figura 4.21 ilustra o processo de acerto de *stock* realizado no sistema *Glaciar*, na sequência das discrepâncias detetadas. Esta instabilidade deve-se essencialmente à utilização de material sem a correspondente saída no sistema e à receção de novos componentes que não foram registados. As unidades negativas na coluna das quantidades como, por exemplo, o primeiro artigo com -1, indica que existe uma unidade a menos do que o registo inicial. Valores positivos, por sua vez, representam a entrada de novas unidades não previamente contabilizadas. Estes acertos foram fundamentais para restabelecer a fiabilidade dos dados de *stock*.

▲ Acerto de Stock 25 [Armazém 30 - Manutenção - Electromecanica (locais)]

Documento | Detalhe | Detalhes de Pagamento

Armazém: 30 | Manutenção - Electromecanica (locais)

Acerto de Stock: Série/Número: 25 | Data de Emissão: 08-05-2025 | Data de Venc.: | Centro de Custo: |

Armazém	Descrição	Código	Local	Quantidade	Valor Unit.	Valor	Desc...	Valor ...	Iva	Valor ...	Tem Stock
30	Radiant Tube C-SER 142x1820 SISIC / Strahlr...	M1765000033		-3 uni	0,0000	0,00	0	0,00	0,00	0,00	▲
30	Dichtung 350x220x4 mm Isoplan 1000	M1765000022		-6 uni	0,0000	0,00	0	0,00	0,00	0,00	
30	Dichtung 320x220x4 mm Isoplan 1000	M1765000023		-1 uni	0,0000	0,00	0	0,00	0,00	0,00	
30	Airguiding Tube C40-590 92x4x706 / Luftfüh...	M1765000011		5 uni	0,0000	0,00	0	0,00	0,00	0,00	
30	Ignition and Ionisation electrode 750x790 RE...	M1765000017		-16 uni	0,0000	0,00	0	0,00	0,00	0,00	
30	Chamber 64x38x22 RECUFIRE 40 / Brennkam...	M1765000014		-2 uni	0,0000	0,00	0	0,00	0,00	0,00	
30	Distanzkreuz 115x115x8-135 SISIC - C-SER C...	M1765000019		-1 uni	0,0000	0,00	0	0,00	0,00	0,00	
30	Flame Tube Segment for Radiant Tube C40 / ...	M1765000018		-3 uni	0,0000	0,00	0	0,00	0,00	0,00	
30	Gaslanze / Gaslanze RECUFIRE C/M 40a 590	M1765000025		-3 uni	0,0000	0,00	0	0,00	0,00	0,00	
30	Isolierung Abgasrohr Pecol	M1765000021		-3 uni	0,0000	0,00	0	0,00	0,00	0,00	
16 Linha(s)						0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	

Novo | Tomás Amorim | Desc.: 0,00 | Desc.(%): 0,00 | Total: 0,00 EUR

Ferramentas | Imprimir | Salvar | Fechar

Melhoria Contínua na Gestão de Peças Sobressalentes na Pecol Automotive

Acerto de Stock 25 [Armazém 30 - Manutenção - Electromecanica (locais)]

Documento | Detalhe | Detalhes de Pagamento

Armazém: 30

Manutenção - Electromecanica (locais)

Acerto de Stock

Série/Número: 25

Data de Emissão: 08-05-2025

Data de Venc.:

Centro de Custo:

Armazém	Descrição	Código	Local	Quantidade	Valor Unit.	Valor	Desc...	Valor ...	Iva	Valor ...	Tem Stock
30	Distanzkreuz 115x115x8-135 SISIC - C-SER C...	M1765000019		-1 uni	0,0000	0,00	0	0,00	0,00	0,00	▲
30	Flame Tube Segment for Radiant Tube C40 / ...	M1765000018		-3 uni	0,0000	0,00	0	0,00	0,00	0,00	▲
30	Gaslanze / Gaslanze RECUFIRE C/M 40a 590	M1765000025		-3 uni	0,0000	0,00	0	0,00	0,00	0,00	▲
30	Isolierung Abgasrohr Pecol	M1765000021		-3 uni	0,0000	0,00	0	0,00	0,00	0,00	▲
30	Isolationbody Recufire 30/40 E12 / Isolierun...	M1765000010		-5 uni	0,0000	0,00	0	0,00	0,00	0,00	▲
30	Dichtung Abgas-Anschlussflansch Recufire C ...	M17650400005		-13 uni	0,0000	0,00	0	0,00	0,00	0,00	▲
30	Isolierung für Abgas-Anschlussflansch RECU...	M1765000009		-3 uni	0,0000	0,00	0	0,00	0,00	0,00	▲
30	Gasket for RECUFIRE Gasflange 30/40 167x...	M17650400003		1 uni	0,0000	0,00	0	0,00	0,00	0,00	▲
30	Gasket for airflange 30/40 167x125x1,5	M1765000013		4 uni	0,0000	0,00	0	0,00	0,00	0,00	▲
30	Gasket Mainflange 182x182x4 M/C 30-40 / O...	M1765000015		14 uni	0,0000	0,00	0	0,00	0,00	0,00	▲
16 Linha(s)						0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	

Novo | Tomás Amorim | Desc.: 0,00 | Desc.(%): 0,00 | Total: 0,00 EUR

Ferramentas | Imprimir | Salvar | Fechar

Figura 4.21 – Acerto de *Stock*

Com a introdução das etiquetas com código de barras, espera-se que estas falhas deixem de ocorrer, permitindo um controlo de *stock* mais rigoroso e em tempo real.

Para tal, e depois de concluída a organização do Local 66, já com acesso ao conteúdo de todas as caixas lá presentes, é possível proceder à etiquetagem. Sempre que possível, a etiqueta foi colocada diretamente sobre o componente e, nos restantes casos, foi utilizada a solução da abraçadeira.

A identificação dos artigos revelou-se um desafio adicional, dado que muitos dos componentes não tinham qualquer referência visível. Para ultrapassar esta limitação, recorreu-se a dois CAD distintos, o que permitiu cruzar informação entre encomendas e peças físicas. De salientar que, em muitos casos, foi necessária a colaboração de um TM, já que as descrições dos artigos estavam em alemão e, ocasionalmente, em inglês.

Durante este processo, identificou-se também a necessidade urgente de reposição de determinados materiais em falta. Mais uma vez, com o apoio dos TM foi feita uma encomenda de vários componentes, com base no levantamento atualizado. Esta reposição era especialmente crítica, tendo em conta o tempo de entrega estimado (12 a 14 semanas) e a paragem de produção prevista para o mês de agosto. Dada a ausência de registos históricos fiáveis, a quantidade a encomendar foi estimada com base nas existências e no conhecimento empírico dos TM.

4.2.6 Síntese das Melhorias Apresentadas

Foram definidas e implementadas propostas de melhoria com foco na resolução eficaz dos principais problemas observados. As ações desenvolvidas visaram colmatar problemas evidentes, mas também garantir a sua sustentabilidade a longo prazo, contribuindo para um ambiente de trabalho mais seguro, funcional e controlado.

No que diz respeito à padronização das entradas de *stock*, foi elaborada uma instrução de trabalho que define de forma clara todo o processo, desde a encomenda dos componentes até ao seu fim de vida, apresentada no Anexo I. A padronização deste fluxo de trabalho permite eliminar ambiguidades e garantir que todos os intervenientes seguem as mesmas diretrizes, assegurando rastreabilidade e coerência em todo o ciclo de vida dos componentes.

Face à falta de controlo de *stocks*, foi realizado um levantamento exaustivo de todo o material existente relacionado com os equipamentos em análise, que permitiu corrigir e atualizar os dados no *Glaciar*, assegurando a correspondência entre o *stock* físico e o *stock* registado. Os materiais que não se encontravam identificados foram devidamente etiquetados, e foram também definidas quantidades mínimas para cada componente, permitindo uma reposição atempada e evitando ruturas desnecessárias.

Relativamente aos componentes críticos e quantidades mínimas, procedeu-se à identificação dos elementos considerados essenciais para o funcionamento dos equipamentos, com base na sua criticidade e impacto em caso de falha. Para cada um deles, foram definidas as quantidades mínimas a manter em *stock*. Sempre que possível, foram solicitadas cotações a fornecedores já existentes. Nos casos em que não havia fornecedor definido, foi feita uma pesquisa de mercado para identificar alternativas viáveis. Alguns dos componentes críticos foram sendo, o que representa um avanço importante na garantia da disponibilidade imediata destes materiais.

No caso da falta de registo em software dos componentes de maiores dimensões, foram todos identificados, etiquetados e registados no sistema. Quando a aplicação direta da etiqueta não era viável, foram utilizadas abraçadeiras para fixação, garantindo a durabilidade da identificação e facilitando a rastreabilidade sem comprometer a integridade dos componentes.

A falta de padronização e organização do layout foi abordada com uma ação de reorganização e limpeza de todo o espaço. Foram retirados materiais obsoletos ou que não estavam diretamente relacionados com os equipamentos em estudo, e as caixas de armazenamento foram identificadas. Todo o material relevante foi realocado para um único local, de forma lógica e funcional, garantindo uma disposição clara, acessível e segura, facilitando assim o trabalho dos TM e a reposição dos *stocks*.

Para colmatar a falta de mapeamento das estantes e prateleiras, foram aplicadas etiquetas identificativas em todas as estruturas de armazenamento. Com essa medida, tornou-se possível rastrear os materiais diretamente no sistema, identificando com

precisão o local exato onde cada componente se encontra, o que reduz significativamente o tempo de procura.

Por fim, no que se refere à desarrumação dos veios, foi desenvolvida uma solução prática com estruturas metálicas adaptadas às estantes já existentes, evitando a necessidade de implementação de novos cantilevers. Estas estruturas permitem a separação entre os veios destinados ao forno 615 e os do forno 650, assegurando a sua correta arrumação e prevenindo danos provocados pelo armazenamento inadequado. Embora as estruturas estejam concluídas, à data do término do estágio não foi possível observar a sua aplicação prática. Contudo, espera-se que, uma vez implementadas, resolvam de forma eficaz os problemas de desorganização, protegendo os materiais e garantindo melhores condições de trabalho e segurança.

5 OUTRAS PROPOSTAS E ATIVIDADES DESENVOLVIDAS

Neste capítulo será apresentado o conjunto de atividades desenvolvidas no contexto do trabalho diário na empresa. Serão descritos os procedimentos adotados, os desafios encontrados e, em alguns casos, os problemas identificados ao longo da execução das tarefas. Adicionalmente, serão também expostas as metodologias e ferramentas aplicadas, bem como, sempre que pertinente, os resultados alcançados, evidenciando a adaptação e integração nos processos da empresa.

5.1 Armazenamento de Veios Maquinados e Organização do Local

Um elemento relevante, também no contexto da gestão de *stocks* na empresa, diz respeito ao processo e organização dos veios desde que são maquinados, até serem utilizados nos fornos contínuos 615 e 650. Estes equipamentos utilizam veios maquinados internamente, que, em alguns casos, necessitam de ser soldados a tambores e bolachas, também produzidos na empresa. Existem atualmente dois locais distintos onde os veios são armazenados: no local 66-00-00 como referido anteriormente, juntamente com o restante material, e no Departamento de Tecnologia e Manutenção. Esta separação deve-se ao facto de os fornos utilizarem dois tipos de veios, com e sem tambor. Os veios sem tambor são mantidos perto do forno para facilitar o acesso. No entanto, os veios que requerem a soldadura de tambores são frequentemente deixados no chão, visível na Figura 5.1, sobre paletes, até haver necessidade de substituição, o que os expõe ao risco de danos.



Figura 5.1 – Local de Armazenamento dos Veios por Soldar

A somar ao problema dos veios, o local, visível na Figura 5.2, encontra-se desorganizado e sujo, com diversos componentes e materiais acumulados ao longo do tempo, tornando-se num ambiente pouco funcional e perigoso. A presença de objetos espalhados pelo chão compromete a segurança dos trabalhadores, aumentando o risco de quedas e dificultando a circulação. Dada a importância desta área para a equipa de manutenção, a sua reorganização é importante com impacto direto no dia a dia.



Figura 5.2 – Ambiente de Trabalho em um Setor da Manutenção

Para a melhoria da organização, da limpeza e da disciplina do local de trabalho, com impacto na eficiência dos trabalhadores, na segurança e na acessibilidade, a proposta sugerida é a implementação da metodologia 5S, à semelhança do procedimento realizado no capítulo 4.2.3.

A primeira etapa, *Seiri*, consistirá na identificação e remoção de materiais desnecessários. Verifica-se que, atualmente, diversos componentes permanecem no local sem uma finalidade clara, contribuindo para a desorganização do espaço. Assim, recomenda-se a realização de uma avaliação, em colaboração com os TM, de modo a determinar quais os materiais que deverão ser mantidos e quais poderão ser descartados ou transferidos para locais mais apropriados. Os materiais considerados necessários serão devidamente identificados e realocados. Propõe-se que as caixas de madeira existentes, conforme evidenciado na Figura 5.2, sejam armazenadas em prateleiras ou em áreas destinadas para esse efeito.

Concluída a fase de triagem, sugere-se a implementação da etapa de *Seiton*, organizando os materiais e equipamentos de forma a que cada item disponha de um local adequado e de fácil acesso. Propõe-se ainda a criação de um espaço específico para o armazenamento dos veios maquinados, recorrendo à instalação de um

cantilever, de modo a evitar que estes permaneçam dispersos pelo chão. Para facilitar a identificação e localização dos materiais, será igualmente recomendada a utilização de sinais visuais apropriados, permitindo uma rápida identificação dos componentes e, conseqüentemente, da redução do tempo na sua procura.

Com vista a apoiar a implementação desta etapa, foi desenvolvido um esboço para a reorganização do layout do espaço, conforme ilustrado na Figura 5.3. Esta nova configuração visa otimizar a disposição dos equipamentos e zonas de armazenamento, permitindo uma circulação mais fluida, facilitando o acesso dos operadores aos materiais e contribuindo para a redução do risco de acidentes no local. Devido à inexistência de espaço disponível junto aos cantilevers já existentes, propõe-se a instalação de um novo cantilever, assinalado na Figura 5.3 como Cantilever Ideal, na área mais próxima possível, que reúna as condições necessárias de espaço, e garantindo a segurança e a adequada organização dos componentes e dos TM.

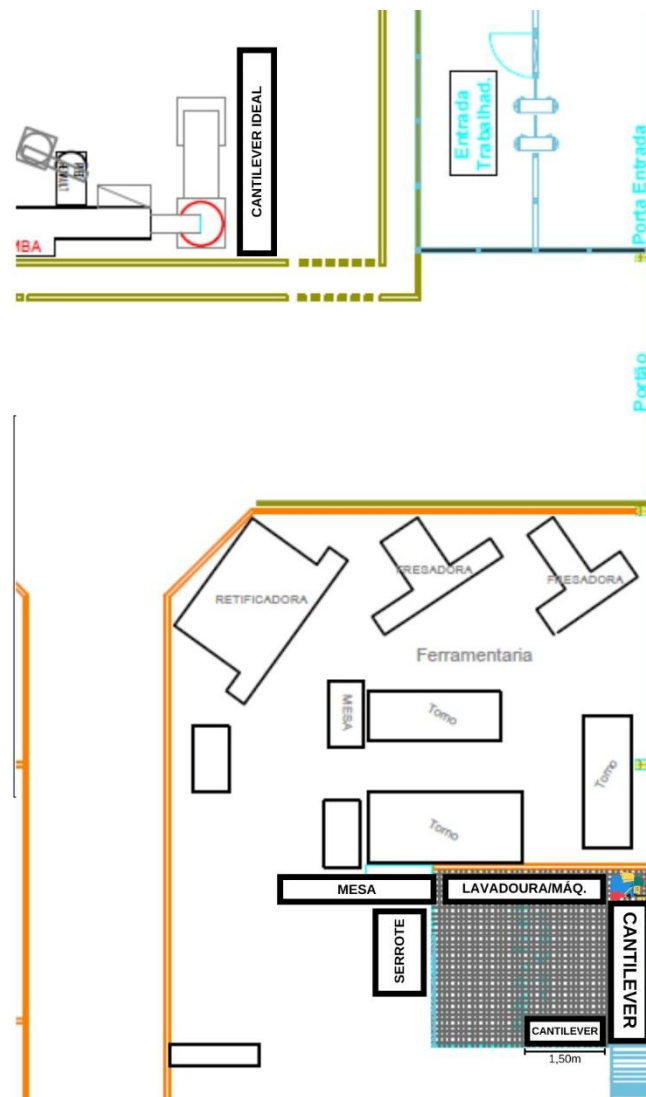


Figura 5.3 - Planificação do Armazenamento dos Veios

Subsequentemente, deverá ser implementada a etapa de *Seiso*, a qual consistirá na realização de uma limpeza profunda do espaço. A acumulação de sujidade observada tem contribuído para um ambiente pouco higiénico, pelo que se propõe a adoção de rotinas regulares de limpeza. Será importante fomentar, através de reuniões regulares, a responsabilidade individual de cada trabalhador na manutenção da limpeza, assegurando, assim, a preservação de um ambiente de trabalho limpo.

Com o intuito de garantir a continuidade e a eficácia das melhorias implementadas, sugere-se a aplicação da etapa de *Seiketsu*, estabelecendo normas claras relativas à organização e limpeza do espaço. Estas normas incluirão a instalação de sinalética adequada, como placas indicativas de “Proibido Colocar Material” em zonas cruciais de passagem e de acesso a outros equipamentos. Adicionalmente, sugere-se a afixação de um plano visual de organização, com fotografias e instruções simples, junto ao local, para facilitar a padronização e promover o cumprimento diário.

Por fim, propõe-se a promoção da etapa de *Shitsuke*, com vista à consolidação de uma cultura de disciplina e rigor na manutenção das boas práticas de organização e limpeza. Para tal, recomenda-se a realização de ações de sensibilização dirigidas aos trabalhadores, bem como a vistorias visuais ao espaço regulares, procedendo-se a ajustes sempre que necessário e que se justifiquem, com o objetivo de promover a melhoria contínua.

Importa referir que a proposta apresentada não foi implementada à data de conclusão do estágio, devido à limitação de tempo disponível dos TM e à reduzida possibilidade de intervir diretamente no espaço em questão. Trata-se de uma área central do departamento de manutenção, caracterizada por um fluxo constante de empilhadores e pela movimentação regular de cargas, o que dificultou a execução imediata das ações planeadas. Assim, esta proposta deverá ser entendida como uma recomendação a considerar futuramente, de modo a que, quando reunidas as condições necessárias, possa ser implementada e gerar os benefícios esperados em termos de organização, segurança e eficiência.

5.2 Planos de Manutenção de 1.º Nível

Outra atividade desenvolvida, consistiu na elaboração dos planos de manutenção de 1.º nível para diversos equipamentos pertencentes a diferentes secções da empresa. Os planos criados destinaram-se a equipamentos que não possuíam planos definidos, a equipamentos recentemente integrados nos processos produtivos ou a equipamentos cujos planos existentes não estavam corretos e precisavam de revisão. Estes documentos funcionam como um guia visual e operacional, permitindo aos OP uma referência clara sobre os pontos críticos de verificação em cada equipamento.

Como dito anteriormente, para a criação destes planos, foram identificados, pelos responsáveis de cada secção os equipamentos que ainda não possuíam planos

definidos ou que tinham sido recentemente integrados nos processos produtivos, como mostra a Tabela 5.1. A estrutura dos planos foi concebida de forma a ser intuitiva e visualmente acessível, recorrendo ao template já existente, utilizado nos restantes equipamentos. Cada plano contém uma capa com uma imagem ilustrativa do equipamento, descrição das ações de verificação, localização das verificações acompanhada de imagens ilustrativas, frequência de verificação adaptada à criticidade do equipamento e observações complementares, quando aplicável. Dado que alguns equipamentos tinham modelos semelhantes com planos de manutenção já definidos, aproveitou-se esse conhecimento prévio para agilizar o processo. Nesses casos, os planos foram adaptados, incluindo novas imagens e ajustando os pontos de verificação conforme necessário.

Tabela 5.1 - Planos de Manutenção de 1º Nível Criados

Código	Equipamento	Secção
0213	Máquina de Furar / Escariar Duas Cabeças	2 ^{as} Operações
0224	Máquina de Furar Parafusos Macacos	2 ^{as} Operações
0356	Máquina de Roscar - ASPE - M25.2C - 1999	2 ^{as} Operações
0358	Máquina de Roscar - Streicher TS10SP - 8311011	2 ^{as} Operações
0359	Máquina de Roscar - Streicher TS10SP - 2	2 ^{as} Operações
0361	Máquina de Roscar - Streicher - TC16D - 12112110	2 ^{as} Operações
0362	Máquina de Roscar - Streicher TS-20 SP	2 ^{as} Operações
0363	Máquina de Roscar - Streicher T-STAR 20 Spezial	2 ^{as} Operações
1412	Máquina de Roscar - INGRAMATIC - RP4	2 ^{as} Operações
1413	Máquina de Roscar (com rolos) - IZPE - RSC-200	2 ^{as} Operações
1417	INOVMAQ - R30 (XINGCHEN ZP-28)	2 ^{as} Operações
1418	Máquina de Roscar por Rolos - Bad Duben - PR25	2 ^{as} Operações
1419	Máquina de Roscar por Rolos - Magnachi - D-52H	2 ^{as} Operações
1429	Máquina de Roscar por Rolos - REED - A22B	2 ^{as} Operações
0029	Máquina de Trefilar - Fastener	Estampagem 1
1002	Máquina de Trefilar - Tecnolimpianti - SKP 12 - 1702	Estampagem 1
1008	Máquina de Trefilar - Tecnolimpianti - SKP 12 - 0126	Estampagem 1
1054	Máquina de Trefilar - RMG - 45-0560-05 - 0120	Estampagem 1
1641	Máquina de Estampar - Jern Yao JBF-07B-2S	Estampagem 1
1647	Máquina de Estampar - National FX 24 L - 20861	Estampagem 1
1064	Máquina de Trefilar - Tecnolimpianti - SKP 8 - 1722	Estampagem 2
1065	Máquina de Trefilar - Tecnolimpianti - SKP 8 - 1622	Estampagem 2
0379	Máquina de Roscar - EWM - GW63-1994	Roscagem 1
0380	Máquina de Roscar - EWM - GW52-2	Roscagem 1
0381	Máquina de Roscar - EWM - GW52-3	Roscagem 1
0384	Máquina de Roscar - EWM - GW52	Roscagem 1
0385	Máquina de Roscar - EWM - GW 23 S1-10	Roscagem 1
0201	Máquina de Fendar - EWM - KS 5	Roscagem 2
0207	Máquina de Fendar - SIMA - F1 - 1987	Roscagem 2
0382	Máquina de Roscar - INGRAMATIC - GR2R - 326	Roscagem 2
0383	Máquina de Roscar - EWM - GW82 - 299	Roscagem 2
1307	Máquina de Pontear - Hilgeland - PN4	Roscagem 2
6099	Máquina de Escolha a 100% - DIMAC - MCV3-2 - 2024	Escolha

Este trabalho foi realizado em colaboração com o Diretor da Manutenção e os afinadores dos equipamentos em questão, garantindo que os planos refletiam as

necessidades operacionais e as boas práticas de verificação. Para ilustrar o processo de elaboração dos planos, apresenta-se como exemplo o plano de manutenção de 1.º nível da máquina de roscar Straicher TS10SP, com o código 0359, pertencente à secção das 2.ª Operações (Anexo J). Este plano segue a metodologia descrita anteriormente. A elaboração dos planos de manutenção de 1.º nível é uma importante ajuda visual, que permite aos OP uma verificação e análise mais eficiente, prevenindo o risco de falhas inesperadas.

5.3 Indicadores de Desempenho

Para uma análise das avarias e dos tempos de paragem dos equipamentos em estudo, foi feita uma avaliação com o auxílio de indicadores de desempenho, tais como o Tempo Médio para Reparação (MTTR - Mean Time to Repair) e o Tempo Médio entre Falhas (MTBF - Mean Time Between Failures). Estes indicadores foram aplicados a equipamentos específicos, nomeadamente os fornos de têmpera e revenido com capacidade de 1000 kg/h e 2000 kg/h, identificados pelos códigos 615 e 650, respetivamente, e os fornos de recozimento RAD-CON, com os códigos 654 e 655. A análise será realizada para os últimos três anos: 2022, 2023 e 2024.

Os dados utilizados para o cálculo destes indicadores foram extraídos do software *Glaciar*. Os tempo de paragem são contabilizados desde o momento em que é feita a PA, até ao encerramento da mesma. Este cálculo é feito mensalmente, somando os tempos de paragem ocorridos no mês, e dividido pelo número PA para obtenção do MTTR médio. Para determinar o MTBF, considera-se o tempo de funcionamento previsto do equipamento, subtraído pelas horas de paragem, e dividido pelo número de paragens ocorridas.

Além dos valores de MTTR e MTBF, serão também apresentados os seguintes parâmetros para cada um dos equipamentos em análise:

- Tempo de funcionamento previsto;
- Tempo de paragem;
- Tempo de funcionamento efetivo.

É importante realçar que os valores obtidos estão sujeitos a erros, devido a PA que, apesar de terem sido registadas, não foram devidamente encerradas, resultando em tempos de paragem significativamente longos e desproporcionais à realidade dos acontecimentos. Outro dos fatores que influencia negativamente o número de horas registadas nas PA está relacionado com o método de contagem do tempo de manutenção no *Glaciar*. Atualmente, o sistema contabiliza as 24 horas do dia de forma contínua, sem distinguir o período efetivo de laboração e sem excluir fins de semana ou horários não produtivos. Esta limitação conduz a uma distorção significativa dos tempos registados. Como exemplo, considerando que uma máquina opera apenas 10 horas por dia, entre as 8:00 horas e as 18:00 horas, se uma avaria

ocorrer às 17:00 horas e for resolvida às 10h do dia seguinte, o tempo real de paragem corresponde apenas a 3 horas (1 hora no dia da avaria e 2 horas no início do dia seguinte). No entanto, o sistema regista 17 horas de paragem, contabilizando também o período em que a máquina não estaria operacional por motivos normais. Esta situação agrava-se quando as participações não são encerradas no próprio dia ou abrangem fins de semana, podendo acrescentar até 48 horas indevidamente, o que compromete a fiabilidade dos indicadores e a análise real do desempenho dos equipamentos. Para atenuar estas variações, foram identificadas e anuladas algumas delas. Além disso, erros nos registos influenciam diretamente os cálculos dos indicadores, uma vez que algumas propostas de melhoria, apesar de corretamente serem participadas como avaria, nesses casos, o grau de urgência atribuído deveria ser 1, mas frequentemente é registado como 3 ou 4, levando a que essas ocorrências sejam contabilizadas no cálculo do MTTR e do MTBF. Adicionalmente, algumas destas participações permanecem abertas até que a melhoria seja implementada ou são encerradas após longos períodos, contribuindo para um agravamento dos valores registados. Os valores obtidos podem ser observados na Tabela 5.2, Tabela 5.3 e Tabela 5.4.

Tabela 5.2 - MTTR/MTBF do Forno Contínuo 1000 kg/h (615)

615	2022	2023	2024	Objetivos
N.º Paragens	11	2	1	
Tempo de Paragens	1056h38m	150h22m	5h14m	
Tempo de Funcionamento Previsto	6696h00m	6912h00m	7176h00m	
Tempo de Funcionamento Efetivo	5639h22m	6761h38m	7170h46m	
MTTR	96h03m	75h11m	5h14m	3
MTBF	512h40m (21 dias)	3380h49m (141 dias)	7170h46m (299 dias)	500

Tabela 5.3 - MTTR/MTBF do Forno Contínuo 2000 kg/h (650)

650	2022	2023	2024	Objetivos
N.º Paragens	10	22	8	
Tempo de Paragens	2777h05m	7169h44m	262h02m	
Tempo de Funcionamento Previsto	6696h00m	6912h00m	7176h00m	
Tempo de Funcionamento Efetivo	3918h55m		6913h58m	
MTTR	277h42m	325h54m	32h45m	3
MTBF	391h54 (16 dias)		864h15m (36 dias)	500

Tabela 5.4 - MTTR/MTBF dos Fornos de Recozimento (654/655)

654/655	2022	2023	2024	Objetivos
N.º Paragens		2		
Tempo de Paragens		25h36m		
Tempo de Funcionamento Previsto				
Tempo de Funcionamento Efetivo				
MTTR		12h48m		3
MTBF				500

Os resultados obtidos para os anos de 2022 e 2023 não permitem retirar conclusões fiáveis, uma vez que estão sujeitos a erros significativos e apresentam valores bastante distantes da realidade operacional. No caso do forno 650, em 2023, o tempo total de paragem registado ultrapassa o tempo de funcionamento previsto, devido à permanência de uma falha aberta durante cerca de cinco meses, além de outras ocorrências que, em conjunto, somaram vários meses adicionais de inatividade.

No ano de 2024, verificou-se uma mudança no procedimento, desta vez com mais rigor e de modo a evitar a inclusão de dados que comprometam a fiabilidade da análise. Para mitigar estas inconsistências, houve contacto com os vários departamentos, com objetivo de perceber quais as PA que se encontravam abertas mas que o problema já tinha sido resolvido. Esta abordagem permitiu reduzir o impacto de alguns dos erros e obter valores ligeiramente mais fiáveis.

No caso específico dos fornos de recozimento, 654 e 655, o procedimento do registo das PA difere dos restantes equipamentos, não por orientação formal ou política da empresa, mas porque o responsável pelos equipamentos não faz a PA no sistema. uma vez que estas não são formalmente inseridas no sistema *Glaciar*. Como consequência, os indicadores MTTR e MTBF não podem ser calculados para estes equipamentos, uma vez que não há registo das informações de paragem.

A razão para o número de paragens registadas no forno 615 ser consideravelmente baixo, deve-se, em grande parte, ao facto de este equipamento se encontrar desligado na maioria do tempo, sendo apenas ativado em situações pontuais. No entanto, verifica-se também uma significativa ausência de registos de PA em ambos os fornos contínuos, 615 e 650, o que compromete a fiabilidade da análise. Assim, os indicadores de desempenho são calculados com base num número muito limitado de ocorrências, correspondentes apenas às paragens efetivamente registadas no sistema.

Ao comparar os resultados obtidos com os objetivos definidos pela empresa, atualmente em fase de revisão, verifica-se uma discrepância significativa. Os valores de referência estipulados anteriormente estabeleciam um MTTR de 3 horas e um MTBF de 500 horas. No entanto, estes parâmetros revelam-se desajustados da realidade operacional e devido, mais uma vez, ao sistema contabilizar as 24 horas diárias. No caso do MTTR, o limite de 3 horas mostra-se demasiado restritivo, tendo em conta que o processo de registo das PA nem sempre reflete com precisão o

tempo efetivo de intervenção. Frequentemente, a avaria é comunicada no sistema após o início da reparação e o seu fecho só é efetuado quando os TM voltam ao seu posto de trabalho, o que pode introduzir desvios consideráveis nos dados registados. Acresce ainda a limitação de recursos humanos, que em determinadas situações impede uma resposta imediata a todas as ocorrências, prolongando os tempos de paragem e, conseqüentemente, afetando negativamente os indicadores.

Para que os dados registados possam adquirir maior fidedignidade no futuro e possam servir de base a análises precisas, é fundamental reforçar o rigor na execução do processo. Embora este se encontre definido, a sua aplicação prática revela-se frequentemente inconsistente. A formação do pessoal assume, por isso, um papel determinante para garantir a correta implementação de todas as etapas. O primeiro passo consiste na definição clara dos diferentes graus de urgência das intervenções. Apesar de já existirem quatro níveis, é necessário que os OP compreendam o real significado de cada um e saibam identificar o mais adequado para cada situação. Esta ação requer a colaboração entre os chefes de produção e o departamento de manutenção, assegurando que a classificação das avarias reflete corretamente a sua criticidade. Na Tabela 5.5, encontram-se descritos os estados de urgência.

Tabela 5.5 – Graus de Urgência

Urgência - Participações de Avaria	
1 - Quando conveniente	Melhorias de processo
2 - Normal	Em funcionamento, sem interferência no desempenho ou segurança
3 - Urgente	Em funcionamento, diminuição de desempenho ou segurança
4 - Crítico	Equipamento parado

Paralelamente, é indispensável reforçar a formação dos operadores de manutenção, de modo a garantir que todos os registos são realizados de forma completa e rigorosa. No momento do fecho de cada OTM, é essencial que haja um relatório de intervenção, semelhante ao da Figura 5.4, onde devem ser indicadas a causa da avaria, o tipo de intervenção e o código do operador responsável. O preenchimento deste documento permitirá a criação de um histórico de avarias, a análise destes indicadores de desempenho, bem como a contabilização dos custos associados a cada intervenção.

Participação Avaria Nº 25/1908		Equipamento	
Participante Manutenção			
Sintoma OUTROS PROBLEMAS ELÉCTRICOS (MÁQUINA PARADA)			
Observações		Data / Hora Participação	
Causa de Avaria			
Tipo de Intervenção			
Técnico de Manutenção			
Código	Nome	Tempo Gasto	
Sobressalentes			
Código	Nome	Quantidade	
Relatório de Trabalho OTM			
25/1908			

Figura 5.4 – Relatório de Intervenção

Por último, é necessário a criação de um calendário anual no software, em colaboração com a equipa de informática, onde sejam definidas as horas efetivas de laboração. Esta medida permitirá eliminar a contabilização de tempos que, na prática, não correspondem a períodos de trabalho, garantindo uma medição mais realista dos tempos de paragem e, conseqüentemente, uma análise mais fiável do desempenho dos equipamentos e da eficácia da manutenção.

5.4 Análise das Participações de Avaria

Através da análise das PA do forno 650, foram extraídos e organizados os registos de ocorrências dos últimos cinco anos. Para tal, procedeu-se à recolha e sistematização dos dados no *Glaciar*, com base nas descrições dos problemas reportadas pelos operadores responsáveis pela comunicação das avarias.

A análise destes dados permitiu identificar os componentes do equipamento com maior incidência de falhas, destacando-se os cinco componentes mais recorrentes. No total, foram identificadas 92 PA no forno 650, um volume consideravelmente superior ao verificado no forno 615, que contou com apenas 47 registos. Esta diferença justifica-se, em parte, pelo facto de o forno 615 se encontrar inativo durante a maior parte do ano, funcionando apenas de forma pontual. Além disso, importa salientar que, conforme já referido anteriormente, nem todas as avarias ocorridas são formalmente registadas no sistema, o que poderá comprometer a

fiabilidade estatística dos dados recolhidos, sobretudo no caso do forno 615. Por este motivo, a análise realizada ao forno 650 revela-se mais representativa e robusta. Os resultados obtidos de maior incidência no forno 650 podem ser observados na Tabela 5.6.

Tabela 5.6 - Ocorrências do equipamento 650

Número de Ocorrências	Componente
11	Bombas das Lavadoras
10	Bóia de Nível
9	Queimadores
8	Rolamentos
6	Veios

As bombas das lavadoras apresentam o maior número de ocorrências registadas, com um total de onze ao longo do período analisado. Seguem-se as bóias de nível com dez ocorrências, os queimadores com nove ocorrências cada, os rolamentos com oito, e por fim os veios, com seis registos de avaria. Importa referir que, no caso dos queimadores, foi possível distinguir entre os queimadores da zona 1 e os das zonas 2 a 6, uma diferenciação relevante do ponto de vista funcional e crítico. Tendo em conta essa distinção, e uma vez que a criticidade varia consoante a localização, optou-se por realizar a análise FMEA separadamente para os queimadores da zona 1 e para os das zonas 2 a 6, considerando-os como dois grupos distintos de componentes.

Relativamente ao equipamento 615, foi aplicado o mesmo processo de análise para identificar os principais componentes afetados por avarias, embora, como já referido, os dados disponíveis sejam mais limitados. Os resultados, visíveis na Tabela 5.7, demonstram que os tapetes e as fugas de água foram os problemas mais recorrentes, ambos com cinco ocorrências. Em seguida, verificaram-se falhas elétricas e componentes elétricos danificados, que engloba falhas em sensores, alarmes, interruptores, lâmpadas fundidas, entre outros, bem como avarias nos veios, bombas e motores, cada um com quatro registos. No caso das falhas elétricas, foi feita uma distinção entre falhas genéricas e falhas mais específicas, permitindo uma análise mais detalhada do tipo de intervenção necessária.

Tabela 5.7 - Ocorrências do equipamento 615

Número de Ocorrências	Componente
5	Tapete
5	Fugas de Água/Óleo
4	Falhas elétricas e componentes elétricos danificados
4	Veios
4	Bombas e Motores

Embora os dados permitam obter uma visão geral sobre os pontos críticos dos equipamentos, importa reforçar que os resultados devem ser interpretados com cautela, sobretudo no que diz respeito ao forno 615. O não registo das PA e a baixa frequência de operação deste forno comprometem a representatividade estatística dos registos. No entanto, tendo em conta que os fornos 615 e 650 são estruturalmente muito semelhantes, sendo a principal diferença a sua capacidade produtiva, é razoável considerar que as falhas nos mesmos componentes tendem a ocorrer de forma semelhante em ambos. Ainda assim, a escassez de dados registados no forno 615 não permite, por si só, uma análise suficientemente robusta ou fiável, o que reforça a necessidade de melhoria no registo sistemático das avarias.

5.4.1 Queimadores

A avaliação dos parâmetros de severidade, ocorrência e deteção foi conduzida pelo responsável pelos equipamentos, a pessoa com maior conhecimento sobre o seu funcionamento e histórico de falhas. Importa referir que, embora o parâmetro da ocorrência possa não representar com total exatidão a realidade operacional, uma vez que o número de ocorrências registado não reflete inteiramente a frequência real das falhas, a análise mantém-se relevante, dado que permite identificar e priorizar os riscos de maior criticidade.

Os queimadores desempenham um papel fundamental no funcionamento do forno, sendo os responsáveis diretos pelo aquecimento do interior do equipamento até às temperaturas necessárias para o processo de têmpera e revenido. Sempre que ocorre uma falha num queimador, regista-se uma perda de temperatura na zona afetada, o que pode comprometer a qualidade do processo. No entanto, a severidade da falha não é uniforme em todo o forno, variando consoante a zona em que o queimador se encontra.

No caso específico da zona 1, uma falha tem consequências críticas, uma vez que esta zona é essencial para o início do processo térmico. Qualquer desvio de temperatura nesta fase pode comprometer a uniformidade do aquecimento subsequente. Por este motivo, atribui-se à falha de um queimador na zona 1 uma severidade máxima (10).

Já nas zonas 2 a 6, embora a falha de um queimador também represente uma anomalia, o impacto é significativamente inferior. Estas zonas dispõem de vários queimadores, o que confere alguma redundância ao sistema. A falha de um único queimador não implica uma descida acentuada da temperatura, nem compromete diretamente o processo, permitindo, por norma, a continuação do funcionamento até ser possível realizar a reparação. Nestes casos, considera-se uma severidade reduzida (3).

As causas mais frequentes associadas a estas falhas incluem problemas nas eletroválvulas de gás e de ar, má afinação da relação gás/ar, e desgaste dos elétrodos, que com o tempo deixam de garantir a ignição eficiente, tornando necessária a sua substituição.

Em termos de frequência, a ocorrência registada para os queimadores das zonas 2 a 6 é relativamente elevada, fixando-se num valor de 8, o que evidencia a necessidade de um acompanhamento mais rigoroso e de eventuais medidas preventivas. Por outro lado, na zona 1, a frequência é consideravelmente inferior, com uma ocorrência de 3, ainda que, como referido, o seu impacto seja muito mais significativo.

A deteção da falha é assegurada por um sistema de alarme luminoso, permitindo um conhecimento rápido do problema. Este mecanismo de deteção é eficaz, embora reativo, já que atua apenas após a falha estar consumada.

Com base na avaliação dos parâmetros de severidade, ocorrência e deteção, o RPN (Risk Priority Number) obtido para os queimadores da zona 1 é de 90, refletindo a elevada criticidade associada a uma falha nesta zona. Já para os queimadores das zonas 2 a 6, o RPN é de 72, evidenciando um risco ainda relevante, embora consideravelmente inferior.

5.4.2 Bóia de Nível

As bóias de nível têm como principal função a reposição automática de água nos banhos dos fornos, assegurando a estabilidade do processo. A sua falha pode provocar dois efeitos principais: a diluição do banho, comprometendo a qualidade do tratamento, e a ocorrência de inundações na zona envolvente. A severidade associada a este tipo de falha é elevada, com um valor de 9, dada a potencial interrupção do processo e os danos colaterais que pode originar.

A causa mais frequente destas falhas está relacionada com o desgaste natural da bóia, o que compromete a sua capacidade de controlo do nível de água. A ocorrência atribuída é de 8, refletindo uma tendência significativa para falhas ao longo do tempo.

A deteção do problema é feita de forma visual, geralmente após já se ter verificado o efeito da falha, o que representa uma capacidade de deteção média, com um valor de 5.

Com base nos valores atribuídos, o RPN para as bóias de nível é de 360, o que demonstra uma criticidade elevada e justifica a adoção de ações corretivas e preventivas prioritárias para este componente.

5.4.3 Rolamentos

Os rolamentos têm como principal função reduzir o atrito entre as peças móveis do forno, assegurando o movimento adequado dos veios e, conseqüentemente, o correto funcionamento dos tapetes. Quando ocorre uma falha nos rolamentos, o movimento dos veios é comprometido, impedindo que rolem de forma fluida. Como resultado, o tapete começa a arrastar. A severidade desta falha é considerada

relevante, com um valor de 7, uma vez que pode provocar paragens do equipamento e danos nos componentes associados.

A causa da falha está geralmente associada ao desgaste natural dos rolamentos ou deficiência na lubrificação. A ocorrência registada é de 7, o que revela uma frequência considerável deste tipo de anomalias ao longo do tempo.

A deteção da falha é, na maioria dos casos, feita de forma visual, através da observação do comportamento anormal do tapete ou da tentativa de rotação forçada do veio. Quando se deteta o bloqueio, recorre-se frequentemente a uma nova lubrificação na tentativa de recuperar temporariamente a funcionalidade, o que demonstra uma capacidade de deteção limitada. Por esse motivo, foi atribuída uma pontuação de 6 no critério de deteção.

Com base na combinação dos três fatores analisados, o RPN associado aos rolamentos é de 294.

5.4.4 Bombas das Lavadoras

As bombas das lavadoras são responsáveis por impulsionar o fluído de lavagem, assegurando a limpeza adequada do material processado. Quando estas bombas falham, pode ocorrer a libertação descontrolada de fluídos, originando derrames no piso da instalação. Este tipo de falha pode comprometer a segurança dos trabalhadores, provocar danos ambientais e impactar negativamente o funcionamento da linha. Por esse motivo, a severidade da falha foi avaliada com um valor de 7.

A principal causa das avarias está relacionada com o desgaste dos vedantes internos das bombas, acelerado pela exposição contínua a temperaturas elevadas e à natureza corrosiva dos detergentes utilizados no processo de lavagem. Esta condição torna as bombas particularmente vulneráveis ao longo do tempo, justificando uma pontuação de 7 no critério de ocorrência.

A deteção deste tipo de falha é feita visualmente, sendo possível observar a fuga do fluído ou o acúmulo de líquido no chão junto à bomba. No entanto, esta deteção depende da atenção dos operadores e da frequência das inspeções. Por esse motivo, foi atribuída uma pontuação de 6 no critério de deteção.

O RPN calculado para as bombas das lavadoras é de 294.

5.4.5 Veios

Os veios têm como função principal garantir a rotação adequada do tapete no interior do forno. Quando ocorre uma falha num destes componentes, o impacto no processo é imediato e significativo, uma vez que provoca um desvio agressivo do tapete, podendo comprometer a integridade do equipamento e do material. Dada a gravidade deste tipo de avaria, foi atribuída uma severidade de 10, refletindo o seu elevado impacto operacional.

A causa mais provável para estas ruturas está relacionada com o excesso de carga suportado pelos veios durante o funcionamento. No entanto, não existe ainda uma certeza absoluta quanto à origem exata das falhas, sendo essa uma das limitações desta análise. Adicionalmente, a recorrência do problema ao longo dos anos pode também estar associada à qualidade do material utilizado, nomeadamente o tipo de Inox. Com base nos registos existentes, a ocorrência foi avaliada com 6.

A deteção das falhas nos veios é feita visualmente, quando se observa o desalinhamento do tapete ou sinais visíveis de quebra no componente. Ainda que possível de identificar por observação direta, esta deteção depende da atenção e experiência dos operadores, pelo que se considerou uma pontuação de 6 neste critério.

Com base nestes fatores, o RPN calculado para os veios é de 360, o valor mais elevado entre todos os componentes analisados, o que reforça a urgência de uma ação corretiva. A ação recomendada passa pela substituição dos veios atuais por modelos fabricados com Inox de maior resistência, uma vez que a qualidade do material pode ser determinante para reduzir o número de ruturas e garantir uma maior durabilidade dos componentes.

Esta análise preliminar permite obter uma visão geral das principais falhas ocorridas no equipamento e um melhor entendimento dos componentes críticos que requerem maior atenção no plano de manutenção. Numa fase posterior, será realizada uma investigação aprofundada para compreender as causas subjacentes a estas incidências e identificar potenciais medidas corretivas ou preventivas a implementar.

5.4.6 Análise dos Indicadores de Desempenho para cada Modo de Falha

Durante a análise dos indicadores de desempenho, nomeadamente o MTTR e o MTBF, e com a análise FMEA efetuada, foi possível constatar limitações significativas na fiabilidade dos dados obtidos, comprometendo a precisão dos resultados, constatado na Tabela 5.8.

Tabela 5.8 - Análise dos Indicadores de Desempenho para cada Modo de Falha

Componente	Equipamento	RPN	MTTR (horas)	MTBF (horas)
Queimadores - Zona 1	650	90	(1)	2304
Queimadores - Zona 2 a 6	650	72	47h56min	1530
Bóia de Nível	650	360	72h23min	4752
Rolamentos	650	294	19h29min	5160
Bombas das Lavadoras	650	294	109h30min	3360
Veios	650	360	68h46min	8424

Uma avaria nas bombas das lavadoras não demora, de forma realista, 109 horas e 30 minutos a ser reparada, e os veios que é um problema que ocorrem com alguma regularidade ao ano, não tem um tempo entre falhas de 8424 horas. Os tempos apresentados para os restantes problemas também não correspondem à realidade operacional, pelos motivos já referidos, e no caso específico dos queimadores da zona 1, as PA não foram fechadas, não sendo possível o cálculo do MTTR. O problema inicialmente identificado, e que afetava significativamente os tempos de reparação, era a falta de *stock* e a procura de material, tendo sido presenciados casos em que essa procura foi superior a uma hora. No entanto, esta situação será atenuada com as propostas de melhoria implementadas, nomeadamente o levantamento dos componentes críticos descrito no capítulo 4.2.1, a identificação dos fornecedores, a reposição, a catalogação dos materiais, assim como o armazenamento num local apropriado. Estas medidas contribuirão, a curto prazo, para a redução significativa dos tempos de reparação.

Porém, verificou-se ainda que muitas das ocorrências de falha associadas aos equipamentos em estudo não são devidamente registadas no *Glaciar*, especialmente aquelas consideradas mais urgentes ou de resolução imediata, como intervenções pontuais. Nestes casos, é habitual que a comunicação seja feita por outros meios, o que inviabiliza o registo formal da avaria. Esta realidade já havia sido constatada no capítulo 5.3, onde se referia que os dados poderiam não refletir a realidade operacional.

Como consequência, e de modo atenuar os resultados, foi necessário excluir do cálculo avarias com tempos de reparação superiores a 1000 horas, por se tratarem de dados que comprometem a análise. No entanto, esta filtragem além de reduzir consideravelmente os dados disponíveis, afastando o número total de ocorrências obtidos da realidade, os resultados ainda se mantinham pouco fiáveis. Da mesma forma, o MTBF fica comprometido, uma vez que a ausência de registos sistemáticos impede o apuramento rigoroso da frequência das falhas.

Apesar das limitações existentes, a análise realizada mostrou-se bastante útil, uma vez que permitiu identificar os modos de falha mais recorrentes, os quais correspondem, de forma coerente, aos problemas que efetivamente apresentam maior incidência na realidade operacional. Os cinco problemas identificados como mais frequentes refletem com precisão as ocorrências reais, variando apenas na quantidade de registos observados. Esta constatação válida, em parte, a pertinência dos dados recolhidos e reforça a utilidade da análise como ponto de partida para a identificação dos principais focos de melhoria, tanto na resposta às avarias como nos procedimentos preventivos a adotar.

Contudo, torna-se evidente que subsiste uma carência de controlo rigoroso, fator que compromete a fiabilidade e a profundidade das conclusões obtidas. Tal como mencionado no capítulo 5.3, é essencial o reforço da formação dos operadores, a normalização dos registos e a criação de um calendário de laboração no software, para que futuras análises deste tipo possam ser verdadeiramente fiáveis e

representativas. O cumprimento rigoroso destes procedimentos é determinante para assegurar a qualidade dos dados, permitir uma avaliação consistente do desempenho e potenciar a tomada de decisões baseadas em informação precisa e credível.

5.5 Taças Vibratórias

Foi também desenvolvido um trabalho de levantamento e organização das taças vibratórias, utilizadas na linha de produção, com o objetivo de otimizar a gestão de *stock* e reduzir a necessidade de peças sobressalentes. Atualmente, as taças vibratórias em operação apresentam uma grande diversidade de marcas e modelos, como mostra a Figura 5.5, resultado da aquisição de máquinas em segunda mão, que já incluem este componente. No entanto, sempre que é necessária a aquisição de novas taças, estas são compradas ao fornecedor Jenn Tai, garantindo maior padronização.



Figura 5.5 - Taças Vibratórias

A primeira etapa do trabalho consistiu na realização de um inventário detalhado das taças existentes, como apresenta o Anexo K. Para tal, foram recolhidas as informações que constam nas placas de identificação de cada equipamento, onde se encontram os modelos e, em alguns casos, o fornecedor original. Em situações em que a taça não apresentava qualquer tipo de identificação, foi necessário recorrer à medição do diâmetro da base para possibilitar a sua classificação. Contudo, algumas taças encontram-se instaladas em locais de difícil acesso, impossibilitando medições rigorosas, o que representou um desafio adicional ao levantamento.

A uniformização das taças vibratórias é fundamental para reduzir a variedade de componentes sobressalentes necessários, facilitando a gestão de *stock* e a substituição em caso de avaria. Atualmente, as falhas mais frequentes nestes equipamentos estão

relacionadas com problemas nas bobinas e nas lamelas de suporte, que, devido ao uso contínuo, acabam por se deteriorar e necessitar de substituição.

Com a realização deste levantamento, tornou-se possível encaminhar ao fornecedor um pedido de avaliação das possibilidades de uniformização, de forma a reduzir a variedade de modelos em utilização. A implementação desta estratégia permitirá uma gestão mais eficiente dos componentes, minimizando custos e tempos de inatividade associados à necessidade de substituição das taças vibratórias.

5.6 Desenho de Peças em Inventor

A elaboração de desenhos técnicos de peças através do software Autodesk Inventor, foi também umas das atividades desenvolvidas, tendo sido realizadas dezenas ao longo do estágio. Estas peças correspondem, na sua maioria, a componentes danificados de equipamentos, cuja substituição se torna necessária para assegurar a continuidade do funcionamento das linhas de produção, ou noutros casos, para manter em *stock*.

O processo inicia-se com a medição direta da peça danificada, utilizando instrumentos de medição como a fita métrica e o paquímetro, permitindo recolher com precisão todas as dimensões que sejam relevantes. As medições são posteriormente anotadas, servindo de base para a modelação em Inventor.

Após a finalização do desenho técnico, é feita a respetiva cotação, que é então entregue ao Diretor do Departamento de Manutenção, responsável pela decisão sobre a execução da peça, seja ela feita internamente, na Ferramentaria da empresa, ou externamente, através da Sermocol ou outra empresa.

Para exemplo, são apresentados dois desenhos, um mais complexo e outro mais simples, respetivamente na Figura 5.6 e Figura 5.7. Para a Figura 5.7, é também apresentado no Anexo L, a cotação da mesma.

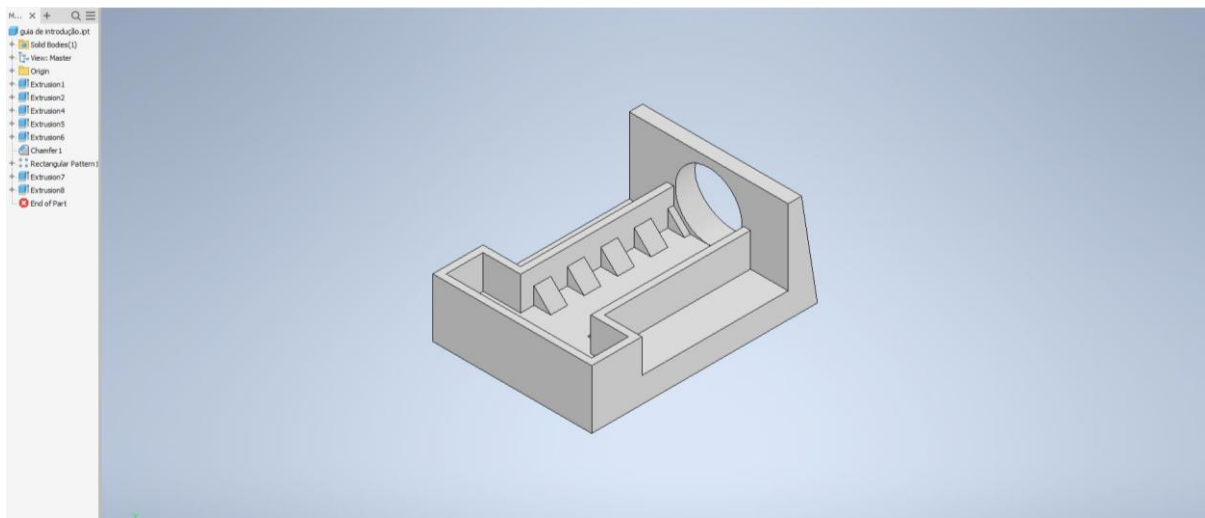


Figura 5.6 - Desenho no Inventor (1)



Figura 5.7 - Desenho no Inventor (2)

Desde o dia 16 de abril de 2025, a empresa passou a dispor de uma impressora 3D, permitindo o fabrico interno de peças em plástico ou de componentes compatíveis com os materiais utilizados pela impressora. Esta aquisição veio colmatar a necessidade de recorrer a serviços externos para a produção de peças plásticas danificadas.

Como exemplo da sua aplicação prática, foi selecionada uma peça danificada, pertencente a um equipamento da secção da escolha, como ilustra a Figura 5.8. Com base na análise da peça original, foi desenhado o modelo recorrendo ao software Autodesk Inventor, visível na Figura 5.9.



Figura 5.8 - Exemplo Real de um Componente

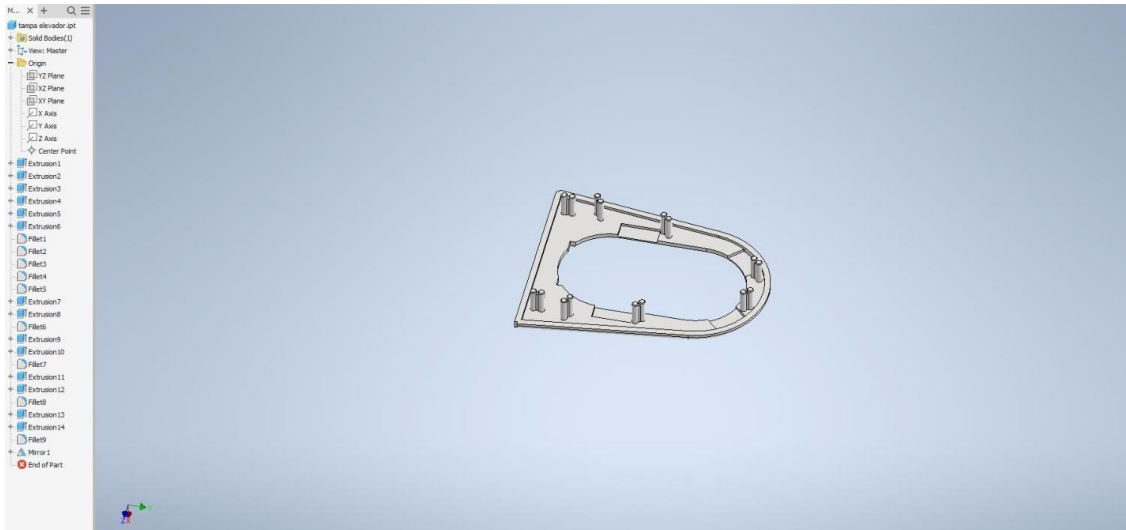


Figura 5.9 – Modelo no Inventor

Após o desenho, o ficheiro foi exportado para o software da impressora 3D e o modelo foi impresso utilizando filamento PLA. O processo encontra-se ilustrado na Figura 5.10 e Figura 5.11.



Figura 5.10 – Impressão 3D

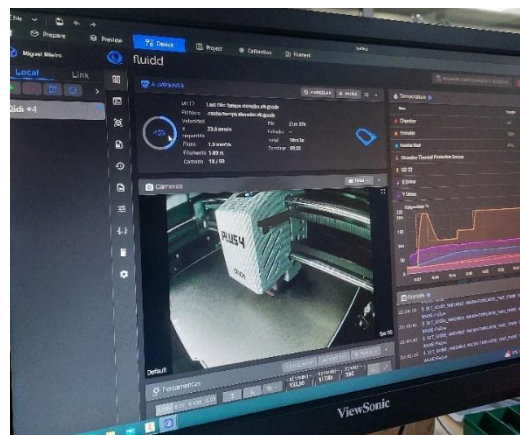


Figura 5.11 –Software de Impressão 3D

Nos primeiros testes, as peças revelavam uma ligeira contração nas medidas provocada pelo processo de impressão. Esta variação foi compensada com a aplicação de um ajuste de escala de +0,05 mm em todas as dimensões, feito diretamente no software de impressão.

Após a impressão da peça ajustada, Figura 5.12, foi possível verificar uma elevada semelhança estrutural com a peça original danificada, o que demonstra que o processo é vantajoso, aliado à enorme rapidez.

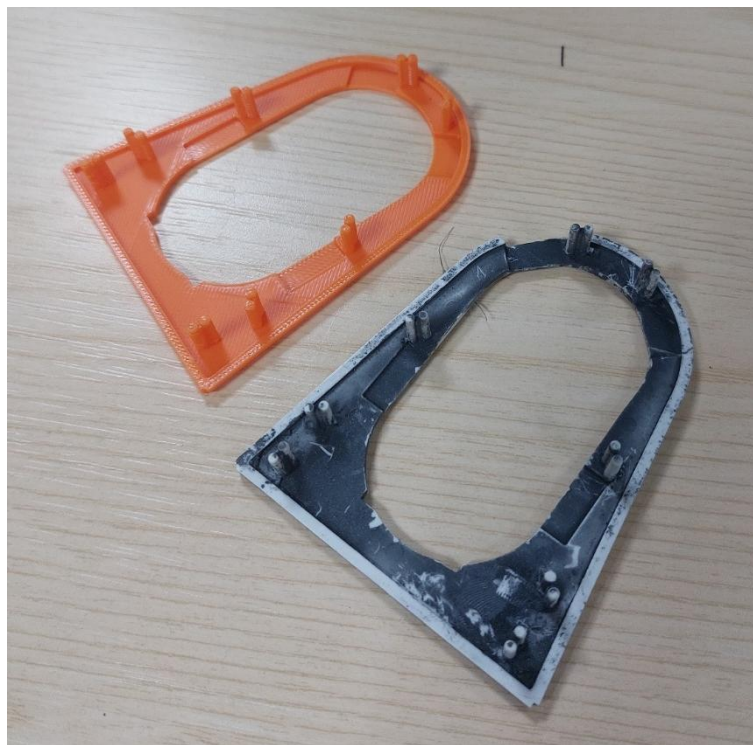


Figura 5.12 – Comparação da Peça Real e da Peça Impressa

No entanto, apesar dos pinos estarem corretamente posicionados, constatou-se que apresentavam um diâmetro superior ao esperado, o que impossibilitava a sua inserção no equipamento. Este problema poderá estar relacionado com o ajuste previamente aplicado ao modelo.

Além disso, foi identificado outro fator relevante: o material utilizado na impressão é PLA, o que apresenta uma rigidez superior ao da peça original, cujo material, mais flexível, permitia alguma deformação dos pinos durante a montagem. No caso da nova peça, os pinos, por não cederem à pressão de encaixe, acabavam por partir quando sujeitos a esforços.

Tendo em conta estas limitações, e aproveitando o conhecimento do local de encaixe da peça no equipamento (Figura 5.13), optou-se por se fazer um novo desenho do componente, desta vez com filamento PETG-Tough, que oferece uma maior resistência, e com apenas um pino, de formato circular e com um diâmetro superior. Esta abordagem permitiu um encaixe direto e mais eficaz, conferindo maior robustez ao componente através de um único ponto de fixação. A nova versão foi impressa,

pintada e testada, ilustrada na Figura 5.14 e Figura 5.15, resolvendo as dificuldades inicialmente encontradas.



Figura 5.13 - Encaixe do componente

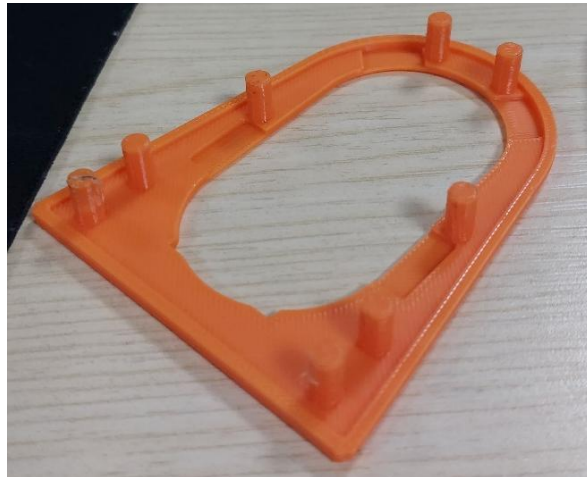


Figura 5.14 - Protótipo Final



Figura 5.15 – Protótipo Final Pintado

6 CONCLUSÕES

O estágio desenvolvido na Pecol Automotiva, S.A., no âmbito do Mestrado em Engenharia e Gestão de Ativos Físicos, permitiu aprofundar o conhecimento sobre os desafios associados à gestão de stocks de peças sobressalentes para equipamentos críticos, bem como aplicar metodologias de melhoria contínua, nomeadamente algumas ferramentas *Lean*. Este contexto proporcionou uma visão integrada sobre a importância da gestão eficiente de ativos e da padronização de processos no desempenho global da manutenção industrial.

A análise inicial revelou um conjunto de limitações que comprometiam a disponibilidade e fiabilidade dos equipamentos críticos. Entre os principais problemas identificados destacaram-se a falta de organização no layout de armazenamento, a ausência de registos de stock fiáveis, a inexistência de padronização nos fluxos internos e externos e a dificuldade na identificação dos componentes críticos. Com o apoio da equipa de Tecnologia e Manutenção, bem como de outros colaboradores da empresa, foi possível diagnosticar as causas destas ineficiências e desenvolver propostas de melhoria orientadas para a redução dos tempos de paragem, a otimização das intervenções de manutenção e a garantia de disponibilidade dos componentes essenciais.

A implementação da metodologia 5S revelou-se particularmente impactante, permitindo reorganizar o espaço e centralizar materiais num único local, com identificações visuais claras que reduziram significativamente o tempo de procura. Esta abordagem promoveu igualmente um ambiente de trabalho mais seguro e agradável, ao eliminar obstáculos, reduzir riscos de queda e prevenir danos nos próprios materiais. A limpeza e a arrumação sistemática possibilitaram conhecer com precisão o conteúdo das caixas e eliminar componentes obsoletos, resultando num espaço mais funcional e eficiente. A identificação das estantes e dos materiais contribuiu também para uma rastreabilidade mais rápida e precisa.

O controlo de stocks, através da etiquetagem e levantamento detalhado de materiais, permitiu corrigir discrepâncias existentes no sistema e garantir a rastreabilidade em tempo real dos componentes. Paralelamente, a identificação dos componentes críticos assegurou a continuidade operacional dos equipamentos, possibilitando antecipar ruturas e reduzir o risco de paragens inesperadas.

A padronização dos fluxos internos e externos representou outro avanço significativo, ao uniformizar o processo de identificação, armazenamento e etiquetagem de todos os materiais, independentemente da sua dimensão. A criação e etiquetagem dos componentes de grandes dimensões contribuíram para um sistema de gestão de stock mais transparente, atualizado e rastreável.

No âmbito da análise dos indicadores de desempenho, nomeadamente o MTTR e o MTBF, verificou-se o seu elevado potencial para avaliar o estado e a eficácia das ações de manutenção. No entanto, a sua aplicação prática evidenciou algumas

limitações, relacionadas com a falta de rigor no preenchimento das OTM, a contabilização incorreta das 24 horas diárias, a ausência de PA em determinadas situações e a comunicação tardia de ocorrências. Estas falhas introduzem desvios significativos nos dados e comprometem a fiabilidade dos indicadores. Assim, torna-se essencial reforçar o rigor nos registos e garantir a execução consistente dos procedimentos estabelecidos.

Uma das principais dificuldades no desenvolver das ações planeadas prendeu-se com a necessidade constante de acompanhamento por parte de colaboradores habilitados a operar o empilhador, indispensável para a movimentação de caixas e materiais nos locais de armazenamento. Contudo, devido à elevada carga de trabalho destes colaboradores, o tempo disponível para prestar apoio foi, por vezes, reduzido, atrasando o progresso das tarefas.

Adicionalmente, a identificação dos materiais de maiores dimensões revelou-se um desafio significativo, uma vez que muitos não possuíam qualquer tipo de referência ou marcação visível, e as designações encontravam-se frequentemente em alemão. Nos primeiros tempos, foi necessário o acompanhamento de colaboradores experientes para reconhecer os componentes, embora a sua disponibilidade também fosse limitada.

Outra limitação recorrente esteve relacionada com a ocupação indevida do espaço de armazenamento por parte da produção. Os contentores utilizados para os produtos que passavam pelos fornos eram frequentemente colocados em frente às estantes destinadas às peças sobressalentes, devido à falta de espaço disponível. Esta situação repetia-se com regularidade, dificultando as tarefas de arrumação e reorganização do armazém.

Para dar continuidade às melhorias implementadas, recomenda-se o desenvolvimento de soluções que promovam maior eficiência e autonomia nas atividades de manutenção. Uma das propostas consiste na criação de um método de registo das OTM mais ágil e acessível, recorrendo a dispositivos móveis, como tablets ou *smartphones*, eliminando a necessidade de deslocação até um computador. Esta medida facilitaria o registo imediato das intervenções e reduziria o risco de omissões ou atrasos na atualização dos dados.

Sugere-se igualmente a implementação de um *dashboard* interativo de indicadores de manutenção em tempo real, que permita visualizar de forma intuitiva métricas como o MTTR, MTBF e disponibilidade dos equipamentos. Esta ferramenta possibilitaria uma análise mais rápida e fundamentada do desempenho da manutenção, reforçando a capacidade de decisão.

De forma global, o estágio revelou-se uma experiência profundamente enriquecedora, tanto a nível profissional como pessoal. Proporcionou uma visão clara da importância da integração entre metodologias de melhoria contínua e gestão de ativos, reforçando a relevância do trabalho colaborativo entre departamentos. Apesar da limitação de dados quantitativos relativos à situação inicial, os resultados observados demonstram um avanço notório na organização, rastreabilidade e

disponibilidade de componentes, num sistema mais eficiente, ágil e transparente, que facilita a manutenção e melhora as condições de trabalho.

O principal desafio futuro consiste na consolidação e interiorização dos princípios e práticas implementados por toda a equipa, de modo a assegurar a continuidade dos resultados alcançados. Espera-se que as soluções apresentadas sirvam de base à consolidação de práticas de excelência no Departamento de Tecnologia e Manutenção, contribuindo para o aumento da competitividade e sustentabilidade da empresa. O trabalho realizado reforça, assim, a importância da aplicação contínua de metodologias de melhoria e do envolvimento ativo de todos os intervenientes no processo, condição essencial para garantir resultados duradouros e sustentáveis.

Para além dos contributos alcançados no âmbito deste estágio e da elaboração do presente relatório, os resultados obtidos serviram também de base ao desenvolvimento de um artigo intitulado “Melhoria contínua nos processos de gestão de *stocks* de peças sobressalentes”, apresentado no ENEGI 2025. Este artigo consolida e divulga o conhecimento produzido ao longo do estágio, reforçando o compromisso com a disseminação de boas práticas e com a valorização do papel da gestão de *stocks* de peças sobressalentes na competitividade das organizações.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aboshosha, A., Haggag, A., George, N., & Hamad, H. A. (2023). IoT - based data-driven predictive maintenance relying on fuzzy system and artificial neural networks. (13), 1-13. doi:10.1038/s41598-023-38887-z
- Achouch, M., Dimitrova, M., Ziane, K., Karganroudi, S., Dhouib, R., Ibrahim, H., & Adda, M. (2022). On Predictive Maintenance in Industry 4.0: Overview, Models, and Challenges. *Appl. Sci.*, 12(16). doi:10.3390/app12168081
- AcqNotes. (2017). *Introduction to Operational Availability*. Obtido de <https://www.acqnotes.com/Attachments/Introduction%20to%20Operational%20Availability.pdf>
- Aji, J., & Uchendu, I. (2025). Improving Facility Operations: A Quantitative Evaluation of MTBF, MTTR, and SLA Targets. *European Journal of Innovative Studies and Sustainability*, 1(3), pp. 247-261. doi:10.59324/ejiss.2025.1(3).20
- Arena, S., Florian, E., Zennaro, I., Orrù, P. F., & Sgarbossa, F. (2022). A novel decision support system for managing predictive maintenance strategies based on machine learning approaches. *Safety Science*, 146, pp. 1-19. doi:10.1016/j.ssci.2021.105529
- Balciunas, D. (2024). Maintenance in Industry 4.0. *Applied Research in Studies and Practice*, pp. 74-77. ISSN: 2029-1280.
- Bastos, N. M., Alves, A. C., Castro, F. X., Duarte, J., Ferreira, L. P., & Silva, F. J. (2021). Reconfiguration of assembly lines using Lean Thinking in an electronics components' manufacturer for the automotive industry. *30th International Conference on Flexible Automation and Intelligent Manufacturing (FAIM2021)* (pp. 383-392). Athens: Elsevier Ltd. doi:10.1016/j.promfg.2021.10.053
- Bhamu, J., & Singh Sangwan, K. (2014). Lean manufacturing: Literature review and research issues. *International Journal of Operations & Production Management*, 34(7), pp. 876-940. doi:10.1108/IJOPM-08-2012-0315
- Bittencourt, V. L., Alves, A. C., & Leão, C. P. (2021). Industry 4.0 triggered by Lean Thinking: insights from a systematic literature review. *International Journal of Production Research*, 59(5), pp. 1496-1510. doi:10.1080/00207543.2020.1832274
- Bortolotti, T., Boscari, S., & Danese, P. (2015). Successful lean implementation: Organizational culture and soft lean practices. *International Journal of Production Economics*, 160, pp. 182-201. doi:10.1016/j.ijpe.2014.10.013
- da Silva, L. S., Paulino, I. A., de Aguiar, F. L., dos Santos, S. F., dos Santos, J. L., & Torres, E. A. (2024). Quality tools: an application of the PDCA cycle and MASP in micro and small companies. *Revista de Gestão e Secretariado - GeSec*, 15(5), pp. 1-18. doi:10.7769/gesec.v15i5.3716

- de Terville, S., Browning, T. R., Marewski, J. N., & Jordi, W. (2023). Editorial: Toyota Production System practices as Fast-and-Frugal heuristics. *Journal of Operations Management*, 69(4), pp. 522-535. doi:10.1002/joom.1266
- Dinkar, B., Mukhopadhyay, A., Chattopadhyaya, S., Sharma, S., Alam, F., & Machado, J. (2021). Statistical Reliability Assessment for Small Sample of Failure Data of Dumper Diesel Engines Based on Power Law Process and Maximum Likelihood Estimation. *Applied Sciences*, 11(5387). doi:10.3390/app11125387
- Domínguez, R. A., Espinosa, M. d., Domínguez, M., & Romero, L. (2021). Lean 6S in Food Production: HACCP as a Benchmark for the Sixth S “Safety”. *Sustainability*. doi:10.3390/su132212577
- Duran, O., Roda, I., & Macchi, M. (2016). Linking the Spare Parts Management with the Total Costs of Ownership: An Agenda for Future Research. *Journal of Industrial Engineering and Management*, 9(5), pp. 991-1002. doi:10.3926/jiem.2083
- Essalih, S., Haouat, Z. E., Ramadany, M., Bessouna, F., & Amegouz, D. (2025). A model to optimize maintenance through implementing industry 4.0 technologies. *11(3)*, 1-14. doi:10.1016/j.heliyon.2025.e42297
- Farinha, J. M. (2018). *Asset Maintenance Engineering Methodologies*. Taylor & Francis Group, LLC. ISBN: 978-1-138-03589-8.
- Florez-Cáceres, R. M., Huamán-Echevaría, C. E., & Quiroz-Flores, J. C. (2024). Improving Productivity in an SME in the Metalworking Sector Through Lean Manufacturing and TPM Tools: A Case Study in Peru. *South African Journal of Industrial Engineering*, 35(2), 91-109. doi:10.7166/35-2-3013
- Franciosi, C., Voisin, A., Miranda, S., & Iung, B. (2020). Integration of I4.0 technologies with maintenance processes: what are the effects on sustainable manufacturing? *IFAC-PapersOnLine*, 53(3), pp. 1-6. doi:10.1016/j.ifacol.2020.11.001
- García, F., & Salgado, D. (2022). An Approach for Predictive Maintenance Decisions for Components of an Industrial Multistage Machine That Fail before Their MTTF: A Case Study. *Systems*, 10(175). doi:10.3390/systems10050175
- Gonçalves, C. D. (2005). Gestão da Manutenção de um Sistema de Cozedura. *Universidade Nova de Lisboa*. Obtido de <http://hdl.handle.net/10362/4253>
- Gualtieri, L., Ohler, M., Revolti, A., & Dallasega, P. (2024). A visual management and augmented-reality-based training module for the enhancement of short and long-term procedural knowledge retention in complex machinery setup. *Computers & Industrial Engineering*, 196, p. 2. doi:10.1016/j.cie.2024.110478
- Hamasha, M., Bani-Irshid, A., Mashaqbeh, S., Shwaheen, G., Qadri, L., Shbool, M., . . . Albedoor, Q. (2023). Strategical selection of maintenance type under different conditions. *Scientific Reports*, 13(15560). doi:10.1038/s41598-023-42751-5
- Hopp, W., & Spearman, M. (2020). The lenses of lean: Visioning the science and practice of efficiency. *Journal of Operations Management*, 67(5), pp. 610-626. doi:10.1002/joom.1115

- Instituto Português da Qualidade. (2021). NP EN 13306 Manutenção - Terminologia da Manutenção. *Norma Portuguesa*.
- Jasiulewicz-Kaczmarek, M., Legutko, S., & Kluk, P. (2020). Maintenance 4.0 Technologies - New Opportunities for Sustainability Driven Maintenance. *Management and Production Engineering Review*, 11(2), pp. 74-87. doi:10.24425/mper.2020.133730
- Jiménez, M., Romero, L., Fernández, J., Espinosa, M. d., & Domínguez, M. (2020). Application of Lean 6s Methodology in an Engineering Education Environment during the SARS-CoV-2 Pandemic. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(24). doi:10.3390/ijerph17249407
- Kato, I., & Smalley, A. (2011). *Toyota: Kaizen Methods - Six Steps to Improvement*. New York: Taylor & Francis Group.
- Kihel, Y. (2022). Digital Transition Methodology of a Warehouse in the Concept of Sustainable Development with an Industrial Case Study. *Sustainability*, 14(22). doi:10.3390/su142215282
- Kobbacy, K. A., & Murthy, D. N. (2008). *Complex System Maintenance Handbook*. Springer.
- Kozhabayev, H., Mombekova, G., Keneshbayev, B., & Yessimzhanova, S. (2023). Possibilities of Applying the Kaizen System for Improving Quality Management in the Context of ESG Development. *Quality - Access to Success*, 24(197), pp. 24-34. doi:10.47750/QAS/24.197.04
- Kumar, S., Dhingra, A. K., & Singh, B. (2017). Implementation of the Lean-Kaizen Approach in Fastener Industries Using the Data Envelopment Analysis. *Mechanical Engineering*, 15(1), pp. 145-161. doi:10.22190/FUME161228007K
- Leksic, I., Stefanic, N., & Veza, I. (2020). The impact of using different lean manufacturing tools on waste reduction. *Advances in Production Engineering & Management*, 15(1), 81-92. doi:10.14743/apem2020.1.351
- Liker, J. (2004). *The Toyota Way: 14 Management Principles from the World's Greatest Manufacturer*. McGraw-Hill. ISBN: 0071392319.
- Liu, H.-C., Zhang, L.-J., Ping, Y.-J., & Wang, L. (2019). Failure mode and effects analysis for proactive healthcare risk evaluation: A systematic literature review. *Journal of Evaluation in Clinical Practice*, pp. 1320-1337. doi:10.1111/jep.13317
- Maarof, M. G., & Mahmud, F. (2015). A Review of Contributing Factors and Challenges in Implementing Kaizen in Small and Medium Enterprises. Em P. E. Finance (Ed.), *Kaizen in Small and Medium Enterprises*, 35. doi:10.1016/S2212-5671(16)00065-4
- Makwana, A. D., & Patange, G. S. (2022). Strategic implementation of 5S and its effect on productivity of plastic machinery manufacturing company. *Australian Journal of Mechanical Engineering*, 20(1), 111-120. doi:10.1080/14484846.2019.1676112

- Manti, S. E., & Abbadi, E. L. (2022). Integration of Visual Management in the Industry 4.0: Case Study. *2022 2nd International Conference on Innovative Research in Applied Science, Engineering and Technology (IRASET)*. doi:10.1109/IRASET52964.2022.9738102
- Meitz, L., Senge, J., Wagenhals, T., Schöler, T., Hähner, J., Edinger, J., & Krupitzer, C. (2025). A Literature Review Framework and Open Research Challenges for Predictive Maintenance in industry 4.0. *Computers & Industrial Engineering*, 206(1). doi:10.1016/j.cie.2025.111193
- Mendes, D., Navas, H., Didelet, F., & Santos, F. (2022). Improvement of maintenance management through Lean Philosophy and Industry 4.0. *Maintenance, Reliability and Condition Monitoring*, 2(1). doi:10.21595/marc.2022.22472
- Moemenishahraki, P. (2025). Reliability and Maintenance Performance Analysis of a 1600-ton Press Machine Using MTBF, MTTR, KPI, and Downtime Indicators. *Industrial Engineering*, 9(2), pp. 36-41. doi:10.11648/j.ie.20250902.11
- Moleda, M., Małysiak-Mrozek, B., Ding, W., Sunderam, V., & Mrozek, D. (2023). From Corrective to Predictive Maintenance—A Review of Maintenance Approaches for the Power Industry. *Wireless Sensor Networks towards the Internet of Things*, 23(13). doi:10.3390/s23135970
- Mouhib, Z., Gallab, M., Merzouk, S., Soulhi, A., & Di Nardo, M. (2025). Total Productive Maintenance and Industry 4.0: A Literature-Based Path Toward a Proposed Standardized Framework. *Appl. Syst. Innov.* doi:10.3390/asi8040098
- Nurdiansyah, D., & D.P, A. (2024). Analysis of Maintenance Management at PT.XYZ Power Plant (With MTTR, MTTF, and Availability Factors) and Development of Performance Improvement Program. *Formosa Journal of Multidisciplinary Research (FJMR)*, 3(9), pp. 3363-3376. doi:10.55927/fjmr.v3i9.11137
- Nyakala, K. S., Moore, M. Y., & Ramdass, K. (2022). Execution of Plan-Do-Check-Act and Lean in Manufacturing Line: A Case of Foundry Industry of South Africa. *7th North American International Conference on Industrial Engineering*. Orlando: IEOM Society International. doi:10.46254/NA07.20220376
- Pămîntaş, E., & Banciu, F. (2018). A brief overview of the evolution and trends in maintenance. *Annual Session of Scientific Papers IMT ORADEA 2018*, 184. doi:10.1051/mateconf/201818403003
- Parkash, S., & Kaushik, D. K. (2011). Supplier Performance Monitoring and Improvement (SPMI) Through Sipoc Analysis and PDCA Model to the ISO 9001 QMS in Sports Goods Manufacturing Industry. *LogForum*, 7(1), pp. 1-15. ISSN:1895-2038.
- Pecol Automotive, S. A. (s.d.). *A Empresa*. Obtido em 15 de Janeiro de 2025, de <https://pecolautomotive.pt/sobre/>
- Pinto, P. M. (2019). Projeto de um sistema de aquisição de dados para a manutenção preditiva de uma unidade embarcada de produção de ar comprimido. pp. 27-28.

- Placca, G. (2017). Análise da Fiabilidade e Melhoria do Processo de Fabrico: Estudo de Caso em uma Fábrica de Componentes para Automóveis. *Instituto Politécnico do Porto*.
- Poór, P., Ženíšek, D., & Basl, J. (2019). Historical Overview of Maintenance Management Strategies: Development from Breakdown Maintenance to Predictive Maintenance in Accordance with Four Industrial Revolutions. *Proceedings of the International Conference on Industrial Engineering and Operations Management*, (pp. 495-504). Pilsen.
- Putra, B., Arvitrida, N., & Pujawan, N. (2021). Spare Part Inventory Management with a Cross-functional Perspective. *2nd South American Conference on Industrial Engineering and Operations Management*. doi:10.46254/SA02.20210661
- Radoslaw, W. (2020). Analysis of the 5S Method Functioning in a Production Company. *Scientific Papers of Silesian University of Technology*(36), pp. 523-531. doi:10.29119/1641-3466.2020.146.37
- Rakyta, M., Bubenik, P., Binasova, V., Gabajova, G., & Staffenova, K. (2024). The Change in Maintenance Strategy on the Efficiency and Quality of the Production System. *Electronics*, 13. doi:10.3390/electronics13173449
- Ramírez, K. A., & Álvaro, V. P. (2017). Prácticas de mejora continua, con enfoque Kaizen, en empresas del Distrito Metropolitano de Quito: Un estudio exploratorio. *Intangible Capital*, 13(2), pp. 479-497. doi:10.3926/ic.901
- Rangel Sánchez, M., Urbina González, J., Carrera Escobedo, J., Guirette Barbosa, O., Murillo Rodríguez, V., Celaya Padilla, J., . . . Cruz Domínguez, O. (2024). Enhancing Scrap Reduction in Electric Motor Manufacturing for the Automotive Industry: A Case Study Using the PDCA (Plan-Do-Check-Act) Approach. *Applied Sciences*, 14(7), pp. 1-27. doi:10.3390/app14072999
- Riva, A. (2023). How to decode the DNA of the strategy of Toyota Production System? The case of Toyota Material Handling. *Economia Aziendale Online – Business and Management Sciences International Quarterly Review*, 14(3), pp. 755-799. doi:10.13132/2038-5498/14.3.755-799
- Rodrigues, J. A., Farinha, J. T., Mendes, M., Mateus, R. J., & Cardoso, A. J. (29 de August de 2022). Comparison of Different Features and Neural Networks for Predicting Industrial Paper Press Condition. *Comparison of Different Features and Neural Networks for Predicting Industrial Paper Press Condition*.
- Rodrigues, J., Farinha, J. T., & Cardoso, A. M. (2021). Predictive Maintenance Tools – A Global Survey. *WSEAS Transactions on Systems and Control*, 16, pp. 96-109. doi:10.37394/23203.2021.16.7
- Rother, M., & Shook, J. (2003). *Learning to See: Value Stream Mapping to Add Value and Eliminate MUDA*. Lean Enterprise Institute. ISBN: 978-0966784305.
- S., K., & Salins, S. (2023). A 6S Implementation and Impact Assessment in the Housekeeping and Linen Department of Tertiary Care Hospital. *International Journal of Business Studies*, 7(2), 1-8. doi:10.32924/ijbs.v7i2.250

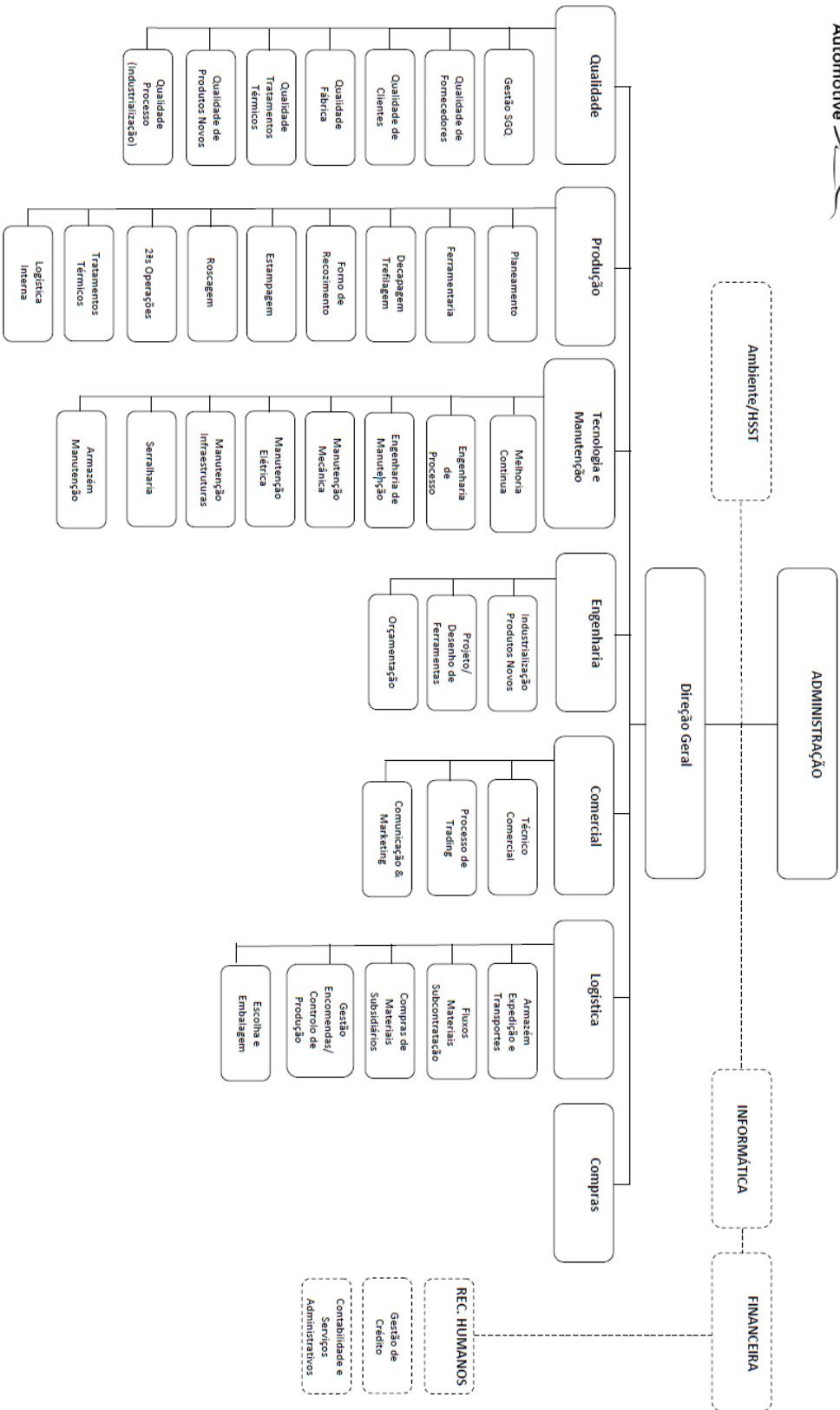
- Sangode, P. B. (2023). Supply Chain Risk Model for Cement Industry Based on Interpretive Structural Model Driven by FMEA. *Journal of Industrial Engineering and Management*, 16(3), pp. 473-492. doi:<https://doi.org/10.3926/jiem.5643>
- Saudi, M., Juniati, S., Kozicka, K., & Razimi, M. (2019). Influence of Lean Practices on Supply Chain Performance. *Polish Journal of Management Studies*, 19(1), p. 356. doi:[10.17512/pjms.2019.19.1.27](https://doi.org/10.17512/pjms.2019.19.1.27)
- Sousa, M. A., De Santana, L. C., Da Silva, J. D., Campos, F. D., & Tisott, S. T. (2024). Análise do Programa 5S em um Hospital Privado. *UniCuritiba*, 1(34), 312-326. ISSN:2316-7548.
- Spear, S. (2002). The essence of just-in-time: Embedding diagnostic tests in work-systems to achieve operational excellence. *Production Planning & Control*, 13(8). doi:[10.1080/0953728031000057307](https://doi.org/10.1080/0953728031000057307)
- Spear, S., & Bowen, H. (1999). Decoding the DNA of the Toyota Production System. *Harvard Business Review*, 77(5).
- Sukarsono, A., Irawan, P. A., & Pradana, J. A. (2024). Supporting SDGs Through Efficient Technology by Implementing PDCA and Renewable Energy at PT. Dharma Electrindo. *Airlangga Journal of Innovation Management Vol. 05 No. 04*, 5(4), pp. 753-771. doi:[10.20473/ajim.v5i4.62198](https://doi.org/10.20473/ajim.v5i4.62198)
- Teixeira, J., Amorim, R., Amorim, R., Lopes, P., Amorim, T., & Amorim, M. (2025). Relatório.
- Teplická, K., & Culková, K. (2011). Kaizen and it's applying during cost decreasing in process of production firm maintenance. *Annals of Faculty Engineering Hunedoara - International Journal of Engineering - Tome IX. Fascicule 3*, 9(4), pp. 315-318. ISSN:1584-2665.
- U.S. Army Corps of Engineers. (2003). *TM 5-698-1 - Reliability/Availability of Electrical & Mechanical Systems for Command, Control, Communications, Computer, Intelligence, Surveillance, and Reconnaissance (C4ISR) Facilities*.
- Vieira, A. M. (2014). *Implementação do Toyota Production System – Standard Work na secção de Soldadura*. Coimbra.
- Womack, J. P., & Jones, D. T. (2003). *Lean Thinking - Banish Waste and Create Wealth in your Corporation*. New York: Free Press. ISBN: 0-7432-4927-5.
- Yagüe-Fabra, J., Sunyer, A., & Gil-Vilda, F. (2021). From Lean Production to Lean 4.0: A Systematic Literature Review with a Historical Perspective. *Applied Sciences*, 11(21). doi:[10.3390/app112110318](https://doi.org/10.3390/app112110318)
- Zhong, K., Jackson, T., West, A., & Cosma, G. (2024). Natural Language Processing Approaches in Industrial Maintenance: A Systematic Literature Review. *Procedia Computer Science*. 232, pp. 2082-2097. Elsevier B. V. doi:[10.1016/j.procs.2024.02.029](https://doi.org/10.1016/j.procs.2024.02.029)

ANEXOS

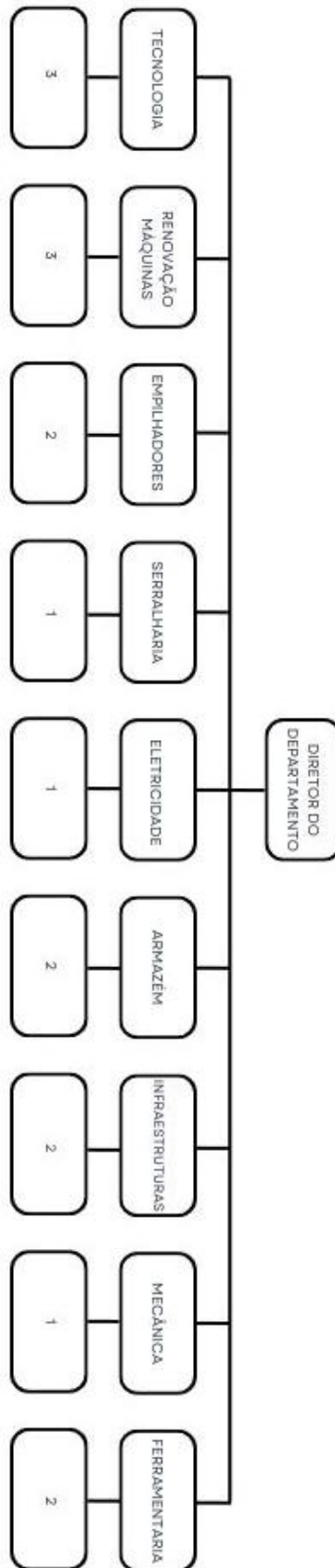
ANEXO A – ORGANOGRAMA PECOL AUTOMOTIVE



ORGANIGRAMA GERAL EMPRESA



ANEXO B – ORGANOGRAMA DO DEPARTAMENTO DE TECNOLOGIA E MANUTENÇÃO



ANEXO D – EXEMPLO DE UMA OTM



Ordem de Trabalho Nº	24/2990
Data / Hora:	17-12-2024

Participação Avaria Nº: 24/2686 Participante: João Ferreira Sintoma: ROLAMENTOS DANIFICADOS (MÁQUINA PARADA) Grau de Urgência:	Equipamento: 1615 MAQUINA ESTAMPAR NATIONAL FX 35 M - FX 24672 Data /hora Participação: 17-12-2024
---	---

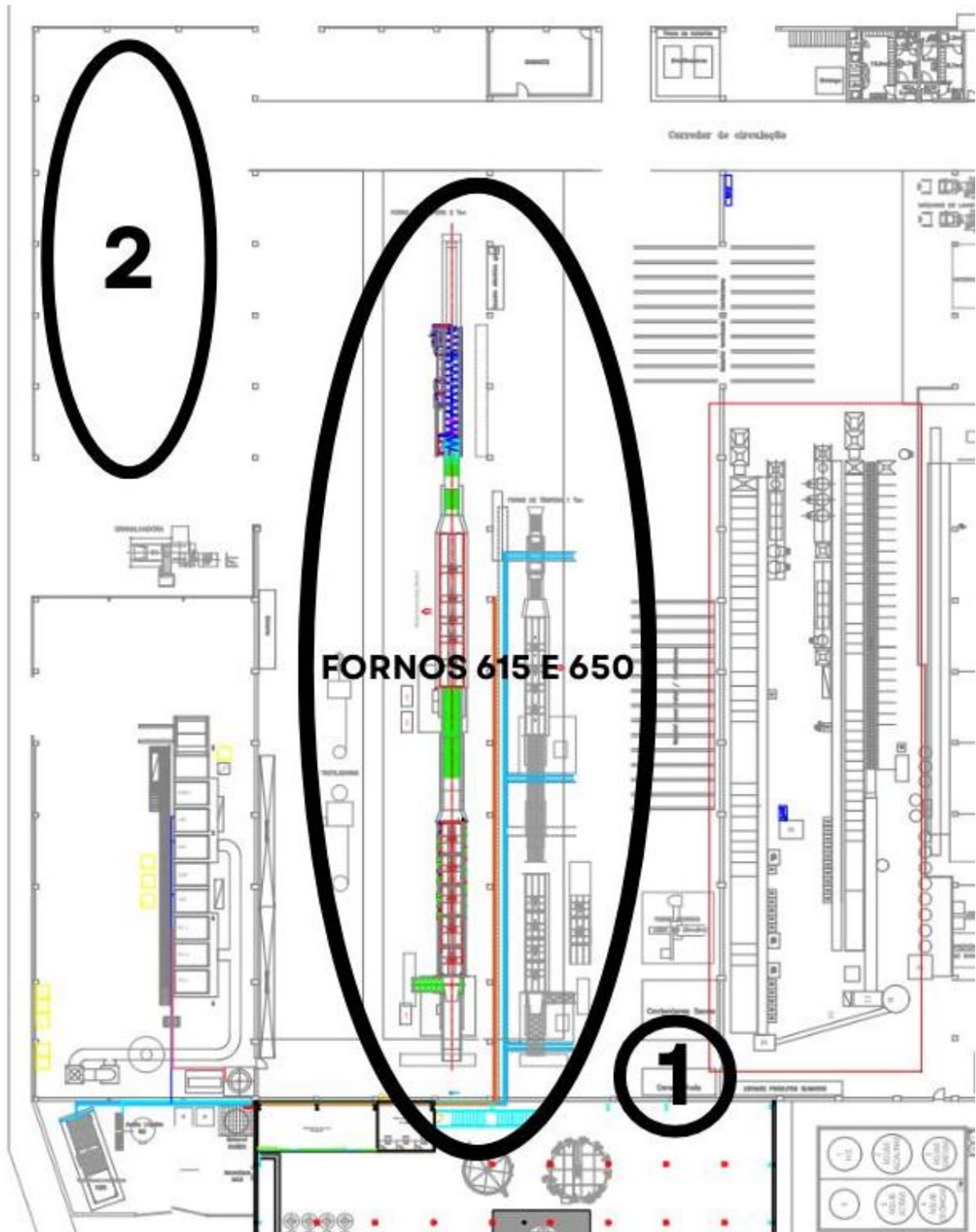
Obs. Participação Avaria:

Rolamento do transfer partido e braço empenado.

Obs. Ordem Trabalho:

Início/Fim de Trabalho	Nota de Consumo	Fecho Ordem de Trabalho
 #02!5239295	 #03!5239295	 #05!5239295

ANEXO E – LAYOUT DOS LOCAIS DE ARMAZENAMENTO



ANEXO F – MATERIAL DE MAIORES DIMENSÕES NÃO IDENTIFICADO

DESCRIPTION	SUPPLIER DESCRIPTION	SUPPLIER	CODE
		CODE	N.º
STOCK IBS - FORNO 615			
Flange Adaptação Tubo Radiante - Forno 615	Adapter Flansch 30 - 615		M17615400001
Cruz Distanciadora 87x87x8-167 SiSiC - C-SER C30	Distanzkreuz 87x87x8-167 SiSiC - C-SER C30	803004218	M17615400002
Segmento de Tubo de Chama 142-127/123-98X300 C40	Flame Tube 67x5x84-650 C-SER C30		M17615400003
Ponteira de Combustão RECUFIRE M/C 30 53x38,8X24X727	Chamber RECUFIRE 30 53x38,8X24X727 / Brennkammer RECUFIRE M/C 30	803002681	M17615400004
Recuperador C30-3-540	Recuperator 84x668,5 C30 3 540	52465170	M17615400005
Lança-gás RECUFIRE 30 540	Gaslanze / Gaslance RECUFIRE 30 540	803003019	M17615400006
Eletrodo Ionização C/M 30 540	Ignition and Ionisation electrode RECUFIRE C/M 30 540 / Zündelektrode und Überwachungselektrode für RECUFIRE C/M 30 540	803003021	M17615400007
Queimador IBS Recufire C30a	Gasbrenner RECUFIRE C30 540 Pecol		M17650400007
Tubos Radiantes	Ceramic Radiant Tube Made of SiC for 615		M1761500001

STOCK IBS - FORNO 650			
Tubos Radiantes	Radiant Tube C-SER 142x1820 SiSiC / Strahlrohr C-SER 142 x 1820 kompl.		M1765000033
Junta 350x220x4 mm Isoplan 1000 - 650	Dichtung 350x220x4 mm Isoplan 1000		M1765000022
Junta 320x220x4 mm Isoplan 1000 - 650	Dichtung 320x220x4 mm Isoplan 1000		M1765000023
Tubo de Condução de Ar C40-590	Airguiding Tube C40-590 92x4x706 / Luftführungsrohr C40-590		M1765000011
Eletrodo Ionização 40a 590 750x790	Ignition and Ionisation electrode 750x790 RECUFIRE 40a 590 750x790 / Zündelektrode 750x790 inkl. Verschraubung	803002381	M1765000017
Flange Adaptação Tubo Radiante - Forno 650	Adapter Flansch 40 - 650		M17650400001
Ponteira de Combustão RECUFIRE M/C 40 64x38x22	Chamber 64x38x22 RECUFIRE 40 / Brennkammer RECUFIRE M/C 40	53000804	M1765000014
Cruz Distanciadora 115x115x8-135 SiSiC - C-SER C40	Distanzkreuz 115x115x8-135 SiSiC - C-SER C40	803004198	M1765000019
Segmento de Tubo de Chama 142-127/123-98X300 C40	Flammrohrsegment FIREFLEX IBS 142-127/123-98x300 / Flame Tube Segment for Radiant Tube C40	803002662	M1765000018
Recuperador C40-3-590	Recuperator C40-3-590 123x718,5	803003938	M1765000016
Lança-gás RECUFIRE C/M 40a 590	Gaslanze / Gaslance RECUFIRE C/M 40a 590	803003950	M1765000025
Queimador RECUFIRE C40b ADVANCED 3N 590 Pecol	Gasbrenner RECUFIRE C40b ADVANCED 3N 590 Pecol		M1765000020

STOCK IBS - MATERIAL COMUM			
Isolamento do Tubo de Escape	Isolierung Abgasrohr Pecol	803004270	M1765000021
Isolamento Carcaça do Recuperador RECUFIRE C 30/40 Pecol	Isolationbody Recufire 30/40 E12 / Isolierung für Rekuperatorgehäuse RECUFIRE C 30/40 Pecol	803004010	M1765000010
Junta Isoplan 1000 Queimador - Tubo Escape	Dichtung Abgas-Anschlussflansch Recufire C	803004530	M17650400005
Isolamento Queimador - Tubo Escape	Isolierung für Abgas-Anschlussflansch RECUFIRE 30/40 E12	803004107	M1765000009
Isolamento de Fibras	Faser Isolierung		M1765000024

Tomás Lopes Amorim

Junta Plana Grafite 167x118x1,5mm	Gasket for RECUFIRE Gasflange 30/40 167x118x1,5mm / Flachdichtung 167x118x1,5		M17650400003
Junta Plana Grafite 167x125x1,5	Gasket for airflange 30/40 167x125x1,5 / Flachdichtung 167x125x1,5		M1765000013
Junta Flange Forno Isoplan 1000 Queimador	Gasket Mainflange 182x182x4 M/C 30-40 / Ofenflansch-Dichtung 182x182x4 M/C 30-40		M1765000015
Tubo de Escape Pecol	Abgasrohr Pecol kompl		M17650400002

MOTORES ELÉTRICOS / REDUTORAS / OUTROS			
Motor Eléctrico Trifásico	0,75kW - AEFV-FAC - 1410 rpm - 220V-380V - TECO		M190500249
Motor Eléctrico Trifásico	2,2kW - AEEF-FAC - 1435 rpm - 220V-380V - TECO		M190500250
Motor Eléctrico Trifásico	0,18kW - AEFV-FAC - 910 rpm - 220V-380V - TECO		M190500251
Motor Eléctrico Trifásico	1,5kW - AEEF-FQN1 - 1400 rpm - 220V-380V - TECO		M190500252
Motor Eléctrico Trifásico	1,5kW - MOT UM2A 90L1-4 - 1430 rpm - 220V-380V (VENTILADOR 615 NOVO) - Universal Motors		M190900152
Speed Reducer	ASF Size 120 Ratio 1800 (USADA)		M1765000032

ANEXO G – STOCKS MÍNIMOS

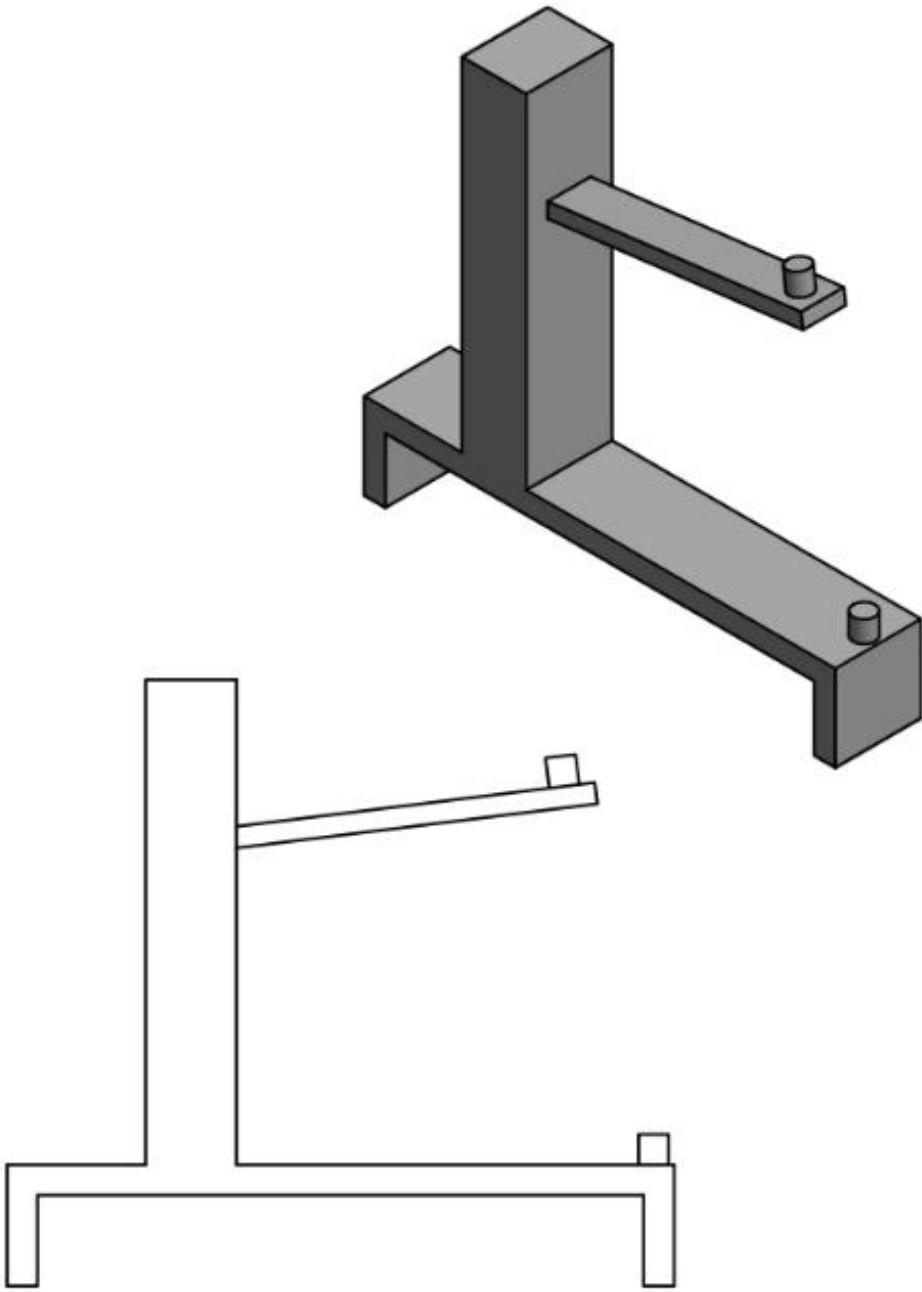
DESCRIPTION	SUPPLIER DESCRIPTION	RECOMENDED	STOCK	LEAD TIME (WEAKS)	OLD PRICE	LATEST PRICE	SUPPLIER
STOCK IBS - FORNO 615							
Flange Adaptação Tubo Radiante - Forno 615	Adapter Flansch 30 - 615	2	17	12-14			IBS
Cruz Distanciadora 87x87x8-167 SiSic - C-SER C30	Distanzkreuz 87x87x8-167 SiSic - C-SER C30	8	0	12-14		€ 230.00	IBS
Segmento de Tubo de Chama 142-127/123-98X300 C40	Flame Tube 67x5x84-650 C-SER C30	10	0	12-14		€ 713.38	IBS
Ponteira de Combustão RECUFIRE M/C 30 53x38,8X24X727	Chamber RECUFIRE 30 53x38,8X24X727 / Brennkammer RECUFIRE M/C 30	8	0	12-14		€ 363.60	IBS
Recuperador C30-3-540	Recuperator 84x668,5 C30 3 540	5	0	12-14		€ 1,081.92	IBS
Lança-gás RECUFIRE 30 540	Gaslanze / Gaslanze RECUFIRE 30 540	8	0	12-14		€ 427.50	IBS
Eletrodo Ionização C/M 30 540	Ignition and Ionisation electrode RECUFIRE C/M 30 540 / Zündeletrode und Überwachungselektrode für RECUFIRE C/M 30 540	10	0	12-14		€ 177.04	IBS
Queimador IBS Recufire C30a	Gasbrenner RECUFIRE C30 540 Pecol	3	1	12-14			IBS
Junta Isoplan 1000- 615 - 4 furos			2	12-14			IBS
Junta Grafite - 615 - 8 furos			37	12-14			IBS
Tubos Radiantes	Ceramic Radiant Tube Made of SiC for 615	10	6	12-14			IBS

STOCK IBS - FORNO 650							
Tubos Radiantes	Radiant Tube C-SER 142x1820 SiSiC / Strahlrohr C-SER 142 x 1820 kompl.	18	17	12-14	€ 3,136.00		IBS
Junta 350x220x4 mm Isoplan 1000 - 650	Dichtung 350x220x4 mm Isoplan 1000	15	32	12-14	€ 30.38		IBS
Junta 320x220x4 mm Isoplan 1000 - 650	Dichtung 320x220x4 mm Isoplan 1000	15	42	12-14	€ 25.83		IBS
Tubo de Condução de Ar C40-590	Airguiding Tube C40-590 92x4x706 / Luftführungsrohr C40-590	15	14	12-14	€ 357.14		IBS
Eletrodo Ionização 40a 590 750x790	Ignition and Ionisation electrode 750x790 RECUFIRE 40a 590 750x790 / Zündeletrode 750x790 inkl. Verschraubung	20	9	12-14	€ 188.10	€ 188.10	IBS
Flange Adaptação Tubo Radiante - Forno 650	Adapter Flansch 40 - 650	1	1	12-14			IBS
Ponteira de Combustão RECUFIRE M/C 40 64x38x22	Chamber 64x38x22 RECUFIRE 40 / Brennkammer RECUFIRE M/C 40	15	5	12-14	€ 216.00	€ 216.00	IBS
Cruz Distanciadora 115x115x8-135 SiSic - C-SER C40	Distanzkreuz 115x115x8-135 SiSiC - C-SER C40	15	10	12-14	€ 121.43	€ 121.43	IBS
Segmento de Tubo de Chama 142-127/123-98X300 C40	Flammrohrsegment FIREFLEX IBS 142-127/123-98x300 / Flame Tube Segment for Radiant Tube C40	20	15	12-14	€ 266.68	€ 266.68	IBS
Recuperador C40-3-590	Recuperator C40-3-590 123x718,5	10	5	12-14	€ 1,238.10	€ 1,238.00	IBS
Lança-gás RECUFIRE C/M 40a 590	Gaslanze / Gaslanze RECUFIRE C/M 40a 590	15	3	12-14	€ 612.63	€ 612.63	IBS
Queimador RECUFIRE C40b ADVANCED 3N 590 Pecol	Gasbrenner RECUFIRE C40b ADVANCED 3N 590 Pecol	5	8	12-14	€ 4,084.17		IBS



DESCRIPTION	SUPPLIER DESCRIPTION	RECOMENDED	STOCK	LEAD TIME (WEEKS)	OLD PRICE	LATEST PRICE	SUPPLIER
STOCK IBS - MATERIAL COMUM							
Isolamento do Tubo de Escape	Isolierung Abgasrohr Pecol	15	0	12-14	€ 75.99	€ 75.99	IBS
Isolamento Carcaça do Recuperador RECUFIRE C 30/40 Pecol	Isolationbody Recufire 30/40 E12 / Isolierung für Rekuperatorgehäuse RECUFIRE C 30/40 Pecol	20	11	12-14	€ 224.40	€ 224.40	IBS
Junta Isoplan 1000 Queimador - Tubo Escape	Dichtung Abgas-Anschlussflansch Recufire C	30	10	12-14			IBS
Isolamento Queimador - Tubo Escape	Isolierung für Abgas-Anschlussflansch RECUFIRE 30/40 E12	50	14	12-14	€ 95.75	€ 95.75	IBS
Isolamento de Fibras	Faser Isolierung		Várias mantas	12-14	€ 253.97		IBS
Junta Plana Grafite 167x118x1,5mm	Gasket for RECUFIRE Gasflange 30/40 167x118x1,5mm / Flachdichtung 167x118x1,5	15	18	12-14	€ 28.84		IBS
Junta Plana Grafite 167x125x1,5	Gasket for airflange 30/40 167x125x1,5 / Flachdichtung 167x125x1,5	15	22	12-14	€ 26.94		IBS
Junta Flange Forno Isoplan 1000 Queimador	Gasket Mainflange 182x182x4 M/C 30-40 / Ofenflansch-Dichtung 182x182x4 M/C 30-40	30	48	12-14	€ 18.40		IBS
Tubo de Escape Pecol	Abgasrohr Pecol kompl	2	2	12-14			IBS

MOTORES ELÉTRICOS / REDUTORAS / OUTROS							
Tapete			Ind.				
Motor Eléctrico Trifásico	0,75kW - AEVF-FAC - 1410 rpm - 220V-380V - TECO		1				
Motor Eléctrico Trifásico	2,2kW - AEEF-FAC - 1435 rpm - 220V-380V - TECO		1				
Motor Eléctrico Trifásico	0,18kW - AEVF-FAC - 910 rpm - 220V-380V - TECO		1				
Motor Eléctrico Trifásico	1,5kW - AEEF-FQN1 - 1400 rpm - 220V-380V - TECO		1				
Motor Eléctrico Trifásico	1,5kW - MOT UM2A 90L1-4 - 1430 rpm - 220V-380V (VENTILADOR 615 NOVO) - Universal Motors		1				
Speed Reducer	ASF Size 100	2	2			€ 468.00	Shanghai Best Channel Co., Ltd
Speed Reducer	ASX Size 100 Ratio (450?)	1	1			€ 468.00	Shanghai Best Channel Co., Ltd
ERTALON 6 PLA PLATE 20 MM 1220X3050 Natural	ERTALON 6 PLA PLATE 20 MM 1220X3050 Natural		1			€ 873.94	Poly Lanema, Lda
Speed Reducer	ASF Size 120 Ratio 1800 (USADA)		1				

ANEXO H – ESTRUTURA DE SUPORTE PARA OS VEIOS



ALTERAÇÕES/MODIFICATIONS: --

OBS./OBSERVATIONS:									
ESCALA/SCALE:	FORM./FORMAT:	ACAB./GERAL / GEN. FINISH:	MATERIAL:	DUR./HARDNESS HRC:	TRAT./TREATMENT:				
	A4	✓	MÁQUINA/MACHINE:						
TOL. GERAL / GENERAL TOLERANCE :			DESC./DESCRIPTION:						
⊙	0.01	+	De	0	6	30	100	1000	10000
∕	0.01		até	6	30	100	300		
⊥	0.01		±	0.1	0.2	0.3	0.5	±30'	
			CÓDIGO/ CODE:						
			REF./REFERENCE:						
							DATA / DATE:	ASSINATURA / SIGNATURE:	
						DESENHADO / DRAWN:	13/09/23	MIGUEL MIEIRO	
						APROVADO / APPROVED:			

DE.005.1

ANEXO I – SUGESTÃO DE INSTRUÇÃO DE TRABALHO



INSTRUÇÃO DE TRABALHO

Modo de operação PEÇAS SOBRESSALENTES

1. OBJETIVO

Garantir a gestão eficiente das peças sobressalentes, desde a avaliação das necessidades até ao ciclo de reposição e reutilização de componentes danificados.

2. ÂMBITO

Este procedimento deve ser conhecido pelos operadores da manutenção e responsável do armazém de forma a garantir o bom procedimento da gestão de peças sobressalentes.

3. PROCEDIMENTO

A. Avaliação das Necessidades

Verificar a necessidade de reposição de peças sobressalentes. Para isso, deve-se:

- Consultar o Glaciator para verificar o nível de stock atual.
- Verificar se há stock mínimo disponível.
- Conferir se uma encomenda já foi realizada ou está em andamento, para evitar compras duplicadas.
- Caso não haja stock mínimo, seguir para a etapa B. Caso contrário, a operação segue normalmente até nova avaria.

B. Realização da Encomenda

Quando a avaliação indicar necessidade de reposição, a encomenda deve ser realizada com os seguintes passos:

- Consultar o fornecedor existente ou definir um novo em caso de necessidade, e confirmar a disponibilidade dos componentes.
- Efetuar a encomenda.

C. Receção da Encomenda

Ao receber a encomenda, deve-se:

- Conferir os componentes entregues de acordo com a ordem de compra.
- Registrar a receção no sistema de inventário.

D. Descarregamento no Armazém

Proceder ao descarregamento adequado da encomenda, garantindo que:

- As peças sejam manuseadas com cuidado para evitar danos.
- As peças sejam alocadas no local adequado.

Elaborado	Verificado	Aprovado	Versão N.º	Data	Cópia N.º	Pág.
				26/11/2024		1 de 3

E. Verificação

Realizar uma verificação minuciosa das peças recebidas:

- Conferir se as peças estão em boas condições (sem danos).
- Validar se a encomenda está completa e corresponde ao solicitado.

F. Etiquetagem e Identificação

As peças recebidas devem ser etiquetadas com:

- Códigos de identificação (barras).
- No caso de serem componentes que não estejam inseridos no sistema, deve-se inserir.
- Etiquetas devem ser fixadas de forma visível.

G. Armazenamento e Arrumação

Após a verificação e etiquetagem, as peças devem ser:

- Organizadas e armazenadas adequadamente nos locais predefinidos.

H. Atividade Contínua do Equipamento

O equipamento continua a operar normalmente até surgir uma avaria.

I. Avaria de um Componente

Quando ocorre uma avaria, a equipa de manutenção deve:

- Diagnosticar o problema e verificar se a peça de reposição está disponível.
- Caso a peça esteja disponível, proceder à substituição.
- Caso contrário, seguir para a etapa B (realizar encomenda).

J. Substituição do Componente

A substituição do componente avariado deve ser feita de forma segura, garantindo que:

- O novo componente seja instalado corretamente.
- O sistema de inventário seja atualizado para refletir a troca.

K. Dar Baixa do Componente Novo Trocado

Após a substituição do componente:

- Atualizar o sistema de inventário para dar baixa do componente que foi substituído.

L. Componente Danificado Pode Ser Reparado?

Após a substituição, avaliar se o componente danificado pode ser reparado:

- Se sim: Reparar o componente, etiqueta-lo e armazená-lo novamente no armazém.
- Se não: Destinar o componente para a sucata, conforme as normas.

M. Após a Sucata, Verificar Necessidades de Stock Mínimo

Após descartar o componente danificado, verificar se o stock de peças sobressalentes atingiu o nível mínimo:

- Caso o stock tenha atingido o nível mínimo, seguir para a etapa B (realizar uma nova encomenda).
- Caso o stock ainda seja suficiente, retornar à etapa H (atividade contínua do equipamento).

Elaborado	Verificado	Aprovado	Versão N.º	Data	Cópia N.º	Pág.
				26/11/2024		2 de 3

IT.MAN.02

ANEXO J – PLANO DE MANUTENÇÃO 1º NÍVEL

	PLANO DE MANUTENÇÃO AUTÓNOMA – 1º NÍVEL –	CÓDIGO: 0359 MÁQUINA: MÁQ. ROSCAR - STRAICHER – TS10SP - 2 SECÇÃO: Produção / 2º Operações
---	---	--

Apresentação do equipamento:

- Fotografia de auxílio para os tópicos seguintes indicados no procedimento.

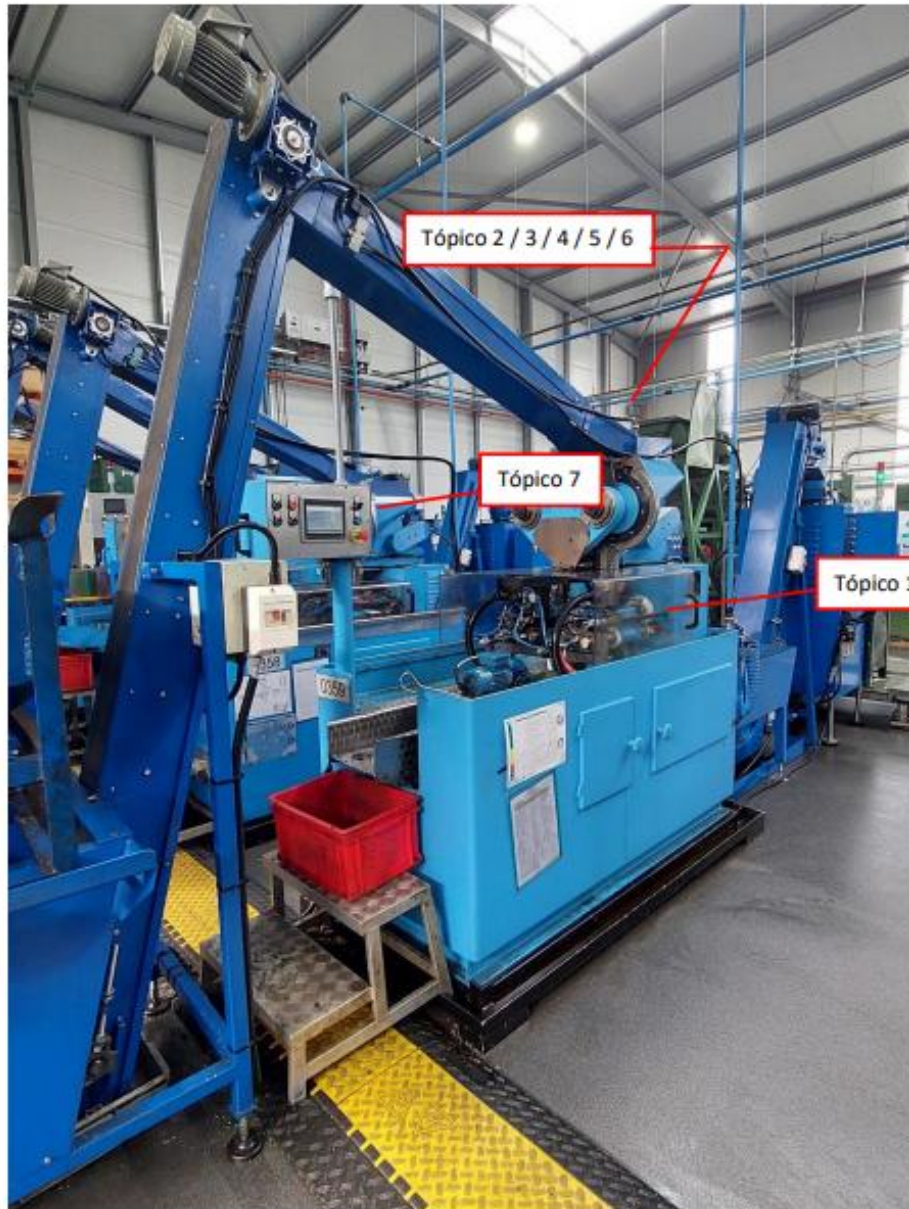


Figura 1 – Fotografia do equipamento





Elaborado: <i>Higuel Azevedo</i>	Aprovado: <i>[Signature]</i>	Revisão do documento: 0359.1
Data: 03/01/2025	Data: 03/01/2025	Página 1 / 3

IT.MAN.08.1

	PLANO DE MANUTENÇÃO AUTÓNOMA – 1º NÍVEL –	CÓDIGO: 0359 MÁQUINA: MÁQ. ROSCAR - STRAICHER – TS10SP - 2 SECCÃO: Produção / 2º Operações
---	--	---

Procedimento e legenda:

- Executar os pontos de acordo com a tabela.
- Preencher a folha de "Registos de Manutenção Autónoma".
- Qualquer desvio ao trabalho, ou alguma situação excepcional, deve ser comunicada ao responsável da secção.
- **A** - Anual / **SM** - Semestral / **T** - Trimestral / **M** - Mensal / **S** - Semanal / **D** - Diário

Sequência de trabalho							
Nº	VERIFICAR	LOCAL	DESCRIÇÃO DA TAREFA	FOTOS	FREQ.	CONSUMÍVEL	OBSERV.
1	Limpeza/ verificação geral da máquina		Efetuar limpeza geral da máquina, verificar se não existem ruídos de funcionamento, folgas prisões ou fugas de óleo. Limpar bacia de retenção.		D		Foto exemplo: Limpeza de limalha no interior e exterior da máquina. Limpeza do tabuleiro.
2	Sistema pneumático	Traseira, localizado no interior da máquina	Verificar: - Fugas e estado da tubagem; - Repor nível de óleo do copo lubrificador; - Pressão de trabalho do sistema pneumático.		S	ASW 15	Ou outro equivalente. Pressão de funcionamento: 4 a 6 bar (foto exemplo). Solicitar no armazém da manutenção.
3	Filtro pneumático de entrada de ar		Drenar depósito de ar.		S		
4	Óleo refrigerante	Traseira	Verificar nível de óleo refrigerante.		D		
5	Tanque de óleo refrigerante		Limpar tanque de óleo refrigerante.		T		
6	Componentes de comando e segurança	Zona de comando numérico	Verificar funcionamento e estado em geral e limpar os componentes de comandos e de segurança.		D		Em caso de mau funcionamento ou avaria informar responsável de sector.

Elaborado: <i>Higuel Queiroz</i>	Aprovado: <i>[Signature]</i>	Revisão do documento: 0359.1
Data: 03/01/2025	Data: 03/01/2025	Página 2 / 3

IT.MAN.08.1

	PLANO DE MANUTENÇÃO AUTÓNOMA – 1º NÍVEL –	CÓDIGO: 0359 MÁQUINA: MÁQ. ROSCAR - STRAICHER – TS10SP - 2 SECCÃO: Produção / 2ª Operações
---	---	--

Seqüência de trabalho							
Nº	VERIFICAR	LOCAL	DESCRIÇÃO DA TAREFA	FOTOS	FREQ.	CONSUMÍVEL	OBSERV.
7	Ventiladores	Corpo da Máquina	Verificar funcionamento e estado em geral (ventilador/filtros).		T		Em caso de mau funcionamento ou avaria informar responsável de sector.

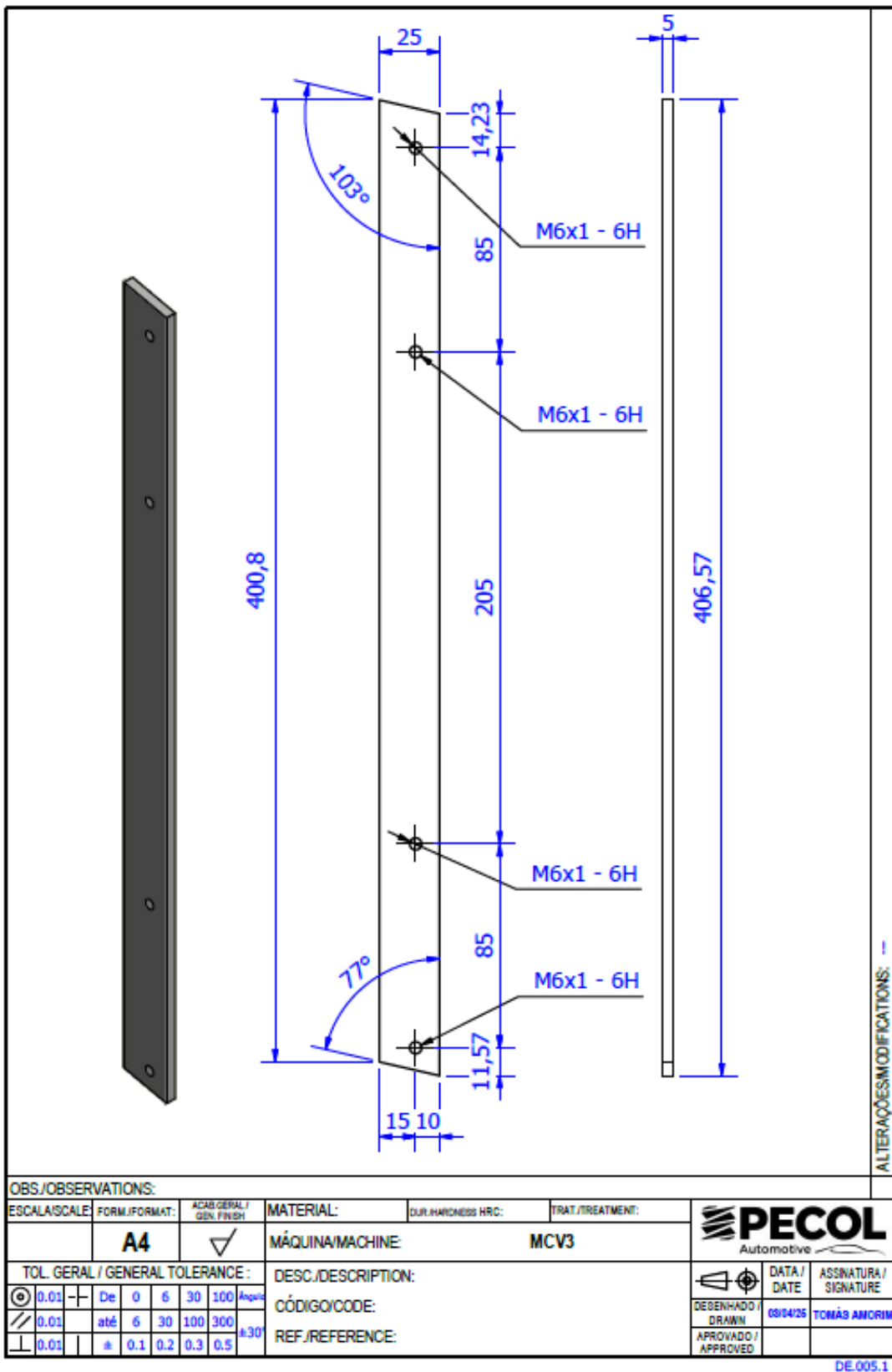
Elaborado: <i>Higuel Amaro</i>	Aprovado: <i>[Signature]</i>	Revisão do documento: 0359.1
Data: 03/01/2025	Data: 03/01/2025	Página 3 / 3

IT.MAN.08.1

ANEXO K – LISTA DE TAÇAS VIBRATÓRIAS

Equipamento	Secção	Modelo	Código	Diâmetro (mm)	Observação
0339	2 ^{as} Op.			320	Quadrada
0338	2 ^{as} Op.			280	Redonda
0337	2 ^{as} Op.			280	Redonda
0332	2 ^{as} Op.				Redonda
1429	2 ^{as} Op.			410	Redonda
0357	2 ^{as} Op.			410	Redonda
0215	2 ^{as} Op.			320	Redonda
0239	2 ^{as} Op.			320	Redonda
0248	2 ^{as} Op.			320	Redonda
0241	2 ^{as} Op.			320	Redonda
0341	2 ^{as} Op.	Bonino group - vibrit	F3 - 10655 / 10656		2 Taças
0240	2 ^{as} Op.				Placa Chinês
0234	2 ^{as} Op.	Brovind vibratori - (...)300 AC	110688A0107		Redonda
0236	2 ^{as} Op.				Redonda
0256	2 ^{as} Op.				Redonda
0257	2 ^{as} Op.				Redonda
0218	2 ^{as} Op.	JENN TAI	AEC - LS 620		Redonda
0233	2 ^{as} Op.				Redonda
0232	2 ^{as} Op.				Redonda
0219	2 ^{as} Op.				Redonda
	2 ^{as} Op.	Dantex - AVC 4	2429 A		
	2 ^{as} Op.	Dantex - AVC 4	2293 A		
1433	Roscagem			510	Quadrada
1425	Roscagem			550	
1411-1	Roscagem			300	
1306	Roscagem			420	
1302	Roscagem			530	
0345	Roscagem			650/660	
1302	Roscagem			530	Quadrada
	Roscagem			620	
1307	Roscagem			700	
0370	Roscagem			410	
0270	Roscagem			610	
0371	Roscagem	JENN TAI	AEC - LY620	400	
0319	Roscagem		721 ?	480	
0382	Roscagem			450	
0380	Roscagem	JENN TAI	AEC - 620		
0373	Roscagem	PESCE	B5 - 2182	450	
0385	Roscagem			420	
0384	Roscagem	JENN TAI	AEC - 620		
0378	Roscagem	JENN TAI	AEC 620		
0381	Roscagem				
0371	Roscagem			500	Quadrada
0302	Roscagem		AEC		
0379	Roscagem		SRC-N 400-2L		
0317	Roscagem	JENN TAI	AEC - LS620		
0346	Roscagem	JENN TAI	AEC - LY620		
0320	Roscagem	JENN TAI	AEC - LS720		
0324	Roscagem	PESCE	B5 - 2304		
0329	Roscagem	JENN TAI	AEC		
0318	Roscagem				
0308	Roscagem	JENN TAI	AEC		
0328	Roscagem	JENN TAI	AEC 620		
0307	Roscagem	JENN TAI	AEC 62_		
0330	Roscagem	JENN TAI	AEC 620		
0305	Roscagem	JENN TAI	AEC - LS620		
0316	Roscagem	JENN TAI	AEC - LY620		

ANEXO L – COTAÇÃO DE UM DESENHO TÉCNICO





**Instituto Superior
de Engenharia**

Politécnico de Coimbra