



Instituto Politécnico de Tomar

Escola Superior de Tecnologia de Tomar

Manutenção Preventiva e TPM na Tupperware

Relatório de Estágio

João Luís Piedade Rodrigues

Mestrado em Engenharia Eletrotécnica

Tomar, Novembro de 2022



Instituto Politécnico de Tomar

Escola Superior de Tecnologia de Tomar

João Luís Piedade Rodrigues

Manutenção Preventiva e TPM na Tupperware

Relatório de Estágio

Orientado por:

Professor Doutor Paulo Coelho - Instituto Politécnico de Tomar
Engenheiro Pedro Duarte – Tupperware Indústria Lusitana de Artigos Domésticos,
Lda.

Relatório de Estágio apresentado ao Instituto Politécnico de Tomar para
cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em
Engenharia Eletrotécnica.

Aos meus filhos,
Joana e Gabriel.

“Querer não é poder.
Quem pôde, quis antes de poder só depois de poder.
Quem quer nunca há-de poder, porque se perde em querer.”
Fernando Pessoa

Resumo

Nos dias de hoje, uma correta e consciente manutenção é um ponto fulcral no seio da economia moderna. Para um bom desenvolvimento e uma boa competitividade a nível empresarial, deve-se ter em atenção todos os mecanismos inerentes a uma boa política de qualidade, ambiente, segurança, diminuição de custos, fiabilidade para com os clientes sem nunca esquecer o aspeto da redução de custos.

Este estágio curricular teve como finalidade fazer um estudo sobre a organização da manutenção preventiva na Tupperware, a implementação do ciclo PDCA, e também obter um conhecimento mais aprofundado da implementação do TPM, uma das ferramentas Lean. Com uma boa gestão da manutenção evita-se uma maior e mais frequente quebra produtiva. A mais-valia para o sucesso empresarial é evitar que os equipamentos sejam sujeitos a processos corretivos, tal é conseguido por um lado através de manutenções preventivas baseadas no histórico das avarias mais frequentes, por outro lado na existência de pessoal especializado pronto a intervir no momento certo e levando a cabo uma manutenção sistemática.

Palavras-chave: Manutenção Preventiva, Corretiva, PDCA, TPM.

Abstract

Nowadays, a correct and conscientious maintenance is the key point within the modern economy. For good development and competitiveness at a business level, paying attention to all the mechanisms inherent in a good policy of quality, environment, safety, cost reduction and reliability towards customers and without ever forgetting the aspect of cost reduction.

This curricular internship, aimed to study the organization of preventive maintenance at Tupperware and implementation of the PDCA (Plan Do Check Act) cycle, also by obtaining a deeper understanding of the implementation of TPM (Total Productive Maintenance), which is one of the Lean tools.

With a good maintenance management, a greater and more frequent production break is avoided. The added value for business success is to prevent equipment from being subject to corrective processes. This is achieved, on one hand, through preventive maintenance based on the history of the most frequent breakdowns and on the other hand, through the existence of specialized personnel ready to intervene at the right moment and carrying out systematic maintenance.

Keywords: Preventive and Corrective Maintenance, TPM (Total Productive Maintenance), PDCA (Plan Do Check Act).

Agradecimentos

À Tupperware, que possibilitou a realização deste estágio.

Ao Professor Doutor Paulo Coelho, orientador de estágio pelo ESTT, pela sua disponibilidade, por todo o apoio e ajuda prestados, tão importantes na elaboração deste relatório.

Ao Engº Pedro Duarte, orientador pela empresa, pela sua disponibilidade, apoio e acompanhamento ao longo do estágio.

À equipa de manutenção da Tupperware, colegas de todos os dias, pelo apoio diário.

E por fim e mais importante a minha família por me ter sempre apoiado nos momentos mais difíceis.

Índice

Resumo	VII
Abstract.....	IX
Agradecimentos	XI
1 Introdução.....	1
1.1 Contexto.....	1
1.2 Tema	1
1.3 Estrutura do relatório	1
2 Apresentação da Empresa	3
2.1 História.....	3
2.2 Tupperware em Portugal.....	5
2.3 Missão	6
2.4 Sustentabilidade	6
3 Manutenção Industrial.....	9
3.1 História da Manutenção	9
3.2 A Gestão da Manutenção	11
3.3 Conceitos	16
3.3.1 Conceito de Falha	18
Objetivos e Indicadores de Desempenho	20
3.4 Software de Gestão da Manutenção.....	24
4 TPM <i>Total Productive Maintenance</i>	31
4.1 A implementação da TPM segue quatro grandes passos:	34
4.2 <i>Single Minute Exchange of Die</i> SMED [35].....	38
5 Produção.....	41
5.1 Processo de Injeção.....	41
5.2 Máquina de Injeção.....	41

5.3	O Molde	42
5.4	Parâmetros do Processo de injeção	43
5.5	Variáveis dentro dos Parâmetros Operatórios	44
6	Plano de Manutenção Preventiva de Máquinas Injetoras.....	49
6.1	Ajustes elétricos e eletrônicos.....	49
6.2	Ajustes mecânicos e hidráulicos	52
7	Ações planeamento da preventiva na Tupperware.....	61
7.1	Planeamento.....	61
	A primeira abordagem implementada foi fazer um plano anual para a manutenção.....	61
7.2	Manutenção Preventiva.....	65
7.3	Manutenção Preditiva	98
7.4	Implementação do TPM na Tupperware.....	101
7.5	Análise de Resultados referentes às implementações TPM e Manutenção Preventiva	106
7.6	Análise entre Manutenções preventivas.....	107
8	Conclusão e trabalhos futuros	111
9	Bibliografia.....	113

Índice de Figuras

Figura 1 - "Tigelas Maravilhosas" [1]	3
Figura 2 - "Reunião Tupperware" [2]	4
Figura 3 - Tupperware no Mundo [3]	5
Figura 4 - Vista aérea da fábrica TW em Montalvo [4]	5
Figura 5 - Pilares de <i>Lean Culture</i> [5]	7
Figura 6 Evolução da Manutenção	11
Figura 7 Custos vs nível de manutenção[9]	12
Figura 8 Adaptado da norma NP EN 13306	13
Figura 9- Fluxo típico dos trabalhos de manutenção (adaptado por [17])	18
Figura 10 Curva da banheira (representada a azul) [22]	21
Figura 11 - Cálculo do OEE [17]	23
Figura 12 Demonstração dos 8 pilares do TPM (adaptado de [29] por [17])	33
Figura 13 Mudar de paradigma	33
Figura 14 Iceberg da Manutenção [33]	36
Figura 15 Gráfico de falhas do equipamento anterior à TPM [34]	37
Figura 16 - Gráfico de Falhas com TPM [34]	38
Figura 17 Principais componentes de uma máquina de injeção	41
Figura 18 Molde para injeção de plásticos	43
Figura 19 Visualização da dosagem, almofada e início da 2ª Pressão	46
Figura 20 Tempo de ciclo total [39]	47
Figura 21 Adaptado do manual de formação na Tupperware máquina <i>Engel</i> [40]	49
Figura 22 Transdutor de posição linear [40]	50
Figura 23 Pontos a avaliar no sistema de fecho [41]	54
Figura 24 Pontos a avaliar no sistema de injeção [41]	55
Figura 25 Detalhe da Lubrificação da Chumaceira do rolamento da injeção	58
Figura 26 Planeamento anual da manutenção preventiva	61
Figura 27 Monitorização do Barco	62
Figura 28 Mapa de paragens das máquinas	63
Figura 29 Indicadores de produção	64
Figura 30 Indicadores de qualidade	64

Figura 31 Máquina Injetora Engel de joelheiras [40].....	65
Figura 32 Descrição da Máquina injetora Engel de joelheiras [40]	66
Figura 33 Sistema de articulação das joelheiras [42]	66
Figura 34 Descrição de uma Máquina Engel Duo [40]	67
Figura 35 Máquina de piston Windsor [43]	67
Figura 36 Ilustração do fecho hidráulico [44]	68
Figura 37 Ciclo PDCA [45].....	69
Figura 38 Ordens de trabalho de corretiva no <i>software JDE</i>	70
Figura 39 Descrição detalhada de uma <i>O.T</i> corretiva no <i>JDE</i>	71
Figura 40 fotos de ação corretiva e melhoramento.....	72
Figura 41 Fotos para preventiva	72
Figura 42 Filtro de óleo do cárter	73
Figura 43 Piston da unidade de injeção	73
Figura 44 Tubos hidráulicos	73
Figura 45 Checklist.....	75
Figura 46 Unidade de injeção	76
Figura 47 Relatório da medição das resistências.....	76
Figura 48 paralelismo entre os pratos.....	77
Figura 49 Registo do paralelismo entre pratos	77
Figura 50 Controlo do centro entre pratos.....	78
Figura 51 Ajuste do centro da unidade de injeção.....	78
Figura 52 ajuste da unidade na vertical [47].....	79
Figura 53 ajuste na vertical da unidade injeção [47]	79
Figura 54 Ajuste horizontal da unidade de injeção [47].....	80
Figura 55 Medição da centragem da unidade de injeção.....	80
Figura 56 Registo de sem-fim e válvula.....	81
Figura 57 Cilindro e sem fim.....	81
Figura 58 Válvula do sem fim	81
Figura 59 Piston de injeção	82
Figura 60 Piston de injeção reparado	83
Figura 61 Reparação de válvulas hidráulicas	83
Figura 62 Válvulas hidráulicas no bloco	84

Figura 63 Substituição do filtro de óleo	84
Figura 64 Checklist de inspeção e calibrações	85
Figura 65 Bomba variável Rexroth Sydfree	86
Figura 66 Página de calibração das Bombas	87
Figura 67 página de Linearizações das válvulas [47].....	88
Figura 68 Página de linearização da velocidade de abertura do molde [47]	89
Figura 69 Página da linearização da bomba 1	89
Figura 70 Transdutor ôhmico [40]	90
Figura 71 Conexões, alimentações de tensão para os transdutores [40]	90
Figura 72 Página de calibrações de curso [40]	91
Figura 73 foto da página de calibração de curso	91
Figura 74 Checklist de seguranças da máquina.....	92
Figura 75 Tag out Lock out [43]	93
Figura 76 Seguranças Mecânicas [43].....	94
Figura 77 Segurança hidráulica [43]	95
Figura 78 O.T preventivo da máquina.....	97
Figura 79 O.T preventiva do Robô.....	98
Figura 80 Termografia no quadro elétrico.....	99
Figura 81 Fotos de acoplamento entre Motor/Bomba	99
Figura 82 Analise de óleo Lubri Fatima.....	100
Figura 83 <i>Checklist</i> com fotos da <i>TPM</i> [34].....	101
Figura 84 <i>Cheklis</i> t do TPM na Máquina [34].....	102
Figura 85 Registo das anomalias TPM [34]	103
Figura 86 Arquivo registo TPM [34].....	103
Figura 87 Registos das máquinas submetidas no TPM [34]	104
Figura 88 Quadro do TPM das máquinas submetidas do TPM [34].....	104
Figura 89 <i>Cheklis</i> t de pontos de tarefas da Manutenção autónoma [34].....	105
Figura 90 Pontos de tarefas na máquina [34]	105
Figura 91 Registo de anomalias da manutenção autónoma [34]	106
Figura 92 Evolução da TPM [34].....	106
Figura 93 <i>Downtime</i> Máquina A09	107
Figura 94 <i>Downtime</i> Máquina B10	107

Figura 95 <i>Stop time</i> máquina por hora em 2021.....	108
Figura 96 <i>Stop time</i> máquina por hora 2020-2022	108
Figura 97 <i>Stop time</i> Máquina A14	109

Índice de Tabelas

Tabela 1 -Referência de controlo por horas de trabalho dos dispositivos elétricos e eletrónicos [40]	51
Tabela 2 - controlo por horas de trabalho dos dispositivos mecânicos [40].....	52
Tabela 3 - controlo por horas de trabalho dos dispositivos hidráulicos [40].....	56
Tabela 4 - controlo do sistema mangueiras e conexões [40]	56
Tabela 5 controlo por horas de trabalho do sistema de lubrificação [40].....	57
Tabela 6 controlo do sistema de refrigeração [40]	59

Lista de Acrónimos e siglas

BMS	<i>Belgian Monitoring System</i> , Sistema de Monitoramento Belgas, ex-Gupo Barco
kWp	Kilo Watt-pico
MWh	Mega Watt hora
O T	Ordem de Trabalho
PDCA	<i>Plan, Do, Check, Act</i>
SMED	<i>Single Minute Exchange of Die</i>
Toolroom	Secção da manutenção de moldes
TPM	<i>Total Productive Maintenance</i>
TW	Tupperware
ADN	Ácido desoxirribonucleico, molécula portadora de informação genética.
MTBF	<i>Mean Time Between Failure</i>
MTTR	<i>Mean Time To Repair</i>
MWT	<i>Mean Waiting Time</i>
OEE	<i>Overall Equipment Effectiveness</i>
GMAC	Gestão da Manutenção Assistida por computador
EAM	<i>Enterprise Asset Management System</i>
CMMS	<i>Computerized Maintenance Mangement System</i>

1 Introdução

1.1 Contexto

O presente documento pretende relatar o trabalho executado no âmbito da Unidade Curricular de Estágio, do Curso de Mestrado em Engenharia Eletrotécnica, da Escola Superior de Tecnologia de Tomar do Instituto Politécnico de Tomar.

O estágio decorreu na unidade industrial da Tupperware Indústria Lusitana de Artigos Domésticos, Lda., sita em Montalvo, distrito de Santarém.

A metodologia utilizada durante o estágio teve o seu ênfase na análise exploratória que consistiu na primeira fase numa pesquisa bibliográfica sobre o tema apresentado, orientada para estudar os modelos e os processos de manutenção para posterior estudo do caso da Tupperware, Lda..

O trabalho realizado consistiu no estudo da organização da manutenção preventiva da Tupperware, utilizando a metodologia PDCA, com recurso à ferramenta TPM para análise de falhas entre manutenções preventivas, preparando caminho para a análise de custos.

1.2 Tema

Com a evolução da industrialização e o aumento da concorrência, as empresas tomaram consciência de que é fundamental para obter ganhos de produção, a redução de desperdícios (de tempo, de matérias-primas, de energia).

Assim, a manutenção industrial desempenha cada vez mais uma função estratégica nas empresas uma vez que for feita de forma regular garante o bom funcionamento dos equipamentos e assegura condições de trabalho seguras para todos os trabalhadores.

1.3 Estrutura do relatório

O relatório apresentado encontra-se dividido em 8 capítulos. O primeiro capítulo consiste numa explanação sucinta da necessidade de realização deste trabalho.

O segundo capítulo consiste numa apresentação da empresa, dando a conhecer a sua história, a sua cultura e produtos fabricados.

O terceiro e quarto capítulos, consistem num enquadramento teórico quer da manutenção industrial, como surgiu e sua evolução, quer das ferramentas utilizadas na manutenção preventiva.

O quinto e sexto capítulos abordam os conceitos e explanam o processo de produção na indústria dos plásticos e das especificidades dos respetivos planos de manutenção.

O sétimo capítulo trata das tarefas realizadas no decurso do estágio.

Finalmente, no oitavo capítulo são apresentadas as conclusões do trabalho realizado durante o estágio e propostas para futuros trabalhos.

2 Apresentação da Empresa

2.1 História

Em 1946, Earl Tupper – fundador da Tupperware apresentou um produto completamente inovador: “tigela maravilhosa” (Figura 1 - "Tigelas Maravilhosas") que consistia num recipiente plástico com tampa hermética e que permitia o armazenamento de alimentos de forma segura, preservando o seu sabor e longevidade quando guardados no frigorífico.



Figura 1 - "Tigelas Maravilhosas" [1]

Apesar do seu design inovador, das campanhas publicitárias para divulgação do produto as vendas não corresponderam às expectativas: o produto não correspondia a nenhum outro que fosse utilizado nas casas dos consumidores norte americanos, havendo muita desconfiança em relação à segurança do material, se deitaria cheiro, se contaminaria os alimentos e se adulterava o sabor. Outra dificuldade tinha haver com o fechar das caixas.

Nesta fase, os produtos eram essencialmente vendidos em lojas de ferragens e outros pontos de vendas. O consumidor precisava ser ensinado a usar o produto!

Em 1948 uma vendedora, Brownie Wise, destacou-se por conseguir vender grandes quantidades de tupperware: ela aproveitava ocasiões festivas ou pequenas reuniões sociais para apresentar os produtos tupperware às suas amigas, vizinhas e familiares onde fazia demonstrações dos produtos: onde os benefícios da tampa hermética e a correta forma de utilizar era explicada.

Então em 1951, nasceu o conceito de “reunião Tupperware”(Figura 2), que atualmente assume a designação “Party Tupperware®”. Passou a ser esta a forma de vender os produtos Tupperware®, com base na demonstração e que impulsionou as vendas.



Figura 2 - "Reunião Tupperware" [2]

As “reuniões Tupperware” constituíam uma boa oportunidade de carreira para as mulheres, numa altura em que a oferta de empregos escasseava.

“Assim como os primeiros produtos desenvolvidos por Earl Tupper revolucionaram o armazenamento e preparação de alimentos, os produtos Tupperware® atuais continuam a adaptar-se ao nosso estilo de vida, com design intemporal, construção de qualidade e garantia duradoura. Durante o século XXI, o mundo continuará a mudar, e a Tupperware® continuará a evoluir em conjunto com este, utilizando uma abordagem moderna para criar soluções convenientes para as tarefas domésticas.” [2].

A marca Tupperware dá o seu nome aos produtos: o recipiente de plástico é mais conhecido como Tupperware.

Atualmente a Tupperware é uma marca global, presente nos quatro cantos do mundo conforme é retratado na Figura 3.

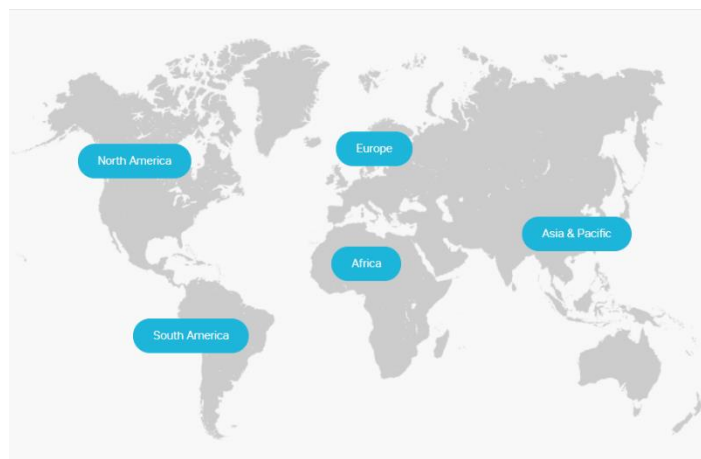


Figura 3 - Tupperware no Mundo [3]

2.2 Tupperware em Portugal

Desde 1980, a Tupperware tem uma unidade fabril em Portugal, mais concretamente em Montalvo – Abrantes (Figura 4). A nível mundial é a terceira fábrica com maior capacidade produtiva instalada, a primeira a nível europeu.



Figura 4 - Vista aérea da fábrica Tupperware em Montalvo [4]

A unidade de Montalvo é a maior produtora e exportadora para o mercado Europeu (Alemanha, Turquia, França, Países Nórdicos, Itália e Rússia). A unidade fabril de Montalvo possui 32 máquinas de injeção e 2 máquinas de sopro.

A produção é enviada para dois centros logísticos situados na Bélgica e na Polónia, que efetuam posteriormente a distribuição dos produtos pelos restantes mercados.

A Tupperware Portugal emprega cerca de 480 empregados, trabalhando em regime de laboração contínua ao longo das 24 horas e 7 dias por semana [5].

2.3 Missão

“A mudar vidas... Uma por uma.” [6].

A Tupperware está empenhada em criar um impacto positivo no mundo, visível:

- numa preocupação com o ambiente através da produção de produtos de qualidade, duradouros e reutilizáveis procura incentivar as pessoas a adotarem hábitos de vida mais saudáveis e sustentáveis, que permitam a redução do desperdício alimentar e da utilização de embalagens descartáveis;
- constituir uma oportunidade de negócio, ao longo dos anos muitas mulheres tiveram oportunidade de desenvolver uma carreira profissional através da demonstração de produtos. Atualmente a empresa tem mais de 3 milhões de consultores distribuídos por 81 países.

Valores e Princípios

A marca Tupperware tem como principais valores:

- Fazer o que está certo;
- Alcançar o sucesso como uma equipa;
- Estar sempre a evoluir.

A Tupperware® define-se como única, geração após geração, fazendo parte da família, estando sempre com o consumidor. Cultiva a honestidade e o respeito mútuo, permanecendo autêntica, e preservando os princípios e valores incutidos no seu ADN.

2.4 Sustentabilidade

Desde sempre, uma das preocupações da Tupperware foi a redução do impacto dos seus produtos no meio ambiente, procurando soluções reutilizáveis, duráveis e fáceis de usar, que ajudassem a minimizar o desperdício alimentar e de plástico descartável.

Nos últimos anos a opinião pública tem estado mais consciente das preocupações ambientais, tais como as alterações climáticas, a poluição nos oceanos, entre outras, tornando mais urgente a necessidade de uma atividade económica sustentável.

Consciente do seu papel, a Tupperware tem assumido compromissos para com a sustentabilidade ambiental, de forma a atingir metas graduais que envolvem [7]:

- Redução de consumo de água no processo produtivo;
- Redução do consumo energético;
- Redução de resíduos/desperdício resultantes do processo;
- Redução de emissão de gases com efeitos de estufa.

Já este ano e com o objetivo de diminuir a pegada carbónica, na fábrica de Montalvo, tornando-se pioneira no Grupo, foi instalada uma central solar fotovoltaica para produção de energia limpa em autoconsumo.

A central fotovoltaica tem uma potência de 973 kWp, irá produzir anualmente 1553 MWh de energia limpa e renovável, que corresponderá a cerca de 15% do consumo total elétrico anual desta unidade fabril da Tupperware. Espera-se assim evitar a emissão de 730 toneladas de CO₂ por ano o que equivalerá a cerca de 18700 árvores por ano [4].

Também como forma de otimização de processos e redução de desperdícios na Tupperware, utiliza-se as ferramentas dos 6's TPM (Manutenção Produtiva Total), Figura 5.



Figura 5 - Pilares de *Lean Culture* [5]

Estas ferramentas constituem uma ótima ferramenta de apoio para o plano preventivo das máquinas utilizadas na linha de produção da empresa. Serão aprofundadas estas ferramentas nos capítulos seguintes.

3 Manutenção Industrial

Foi a partir do aparecimento da Industrialização no século XVIII que começaram a surgir os primeiros conceitos e metodologias que conduziram ao que hoje se denomina por Manutenção.

3.1 História da Manutenção

Um rápido processo tecnológico foi iniciado pela revolução industrial no séc. XVIII. Técnicas de produção foram lançadas neste século e foram realizados pela primeira vez na história estudos de produtividade relativos aos seus diferentes aspetos.

Segundo Sampaio, [8], foi a partir do simples conceito de reparação que evoluiu a manutenção. Passando de apenas intervir em caso de avaria, para um conceito de prevenção, ou seja, intervenções planeadas previamente de forma a evitar o surgimento da avaria.

De acordo com Almeida, [9] a evolução da manutenção pode dividir-se em 7 fases:

1ª Fase: pré-manutenção - século XVIII

- Inexistência de grupos de trabalho especializados em manutenção;
- O próprio operador da máquina era o responsável pela sua reparação;
- Não se contabilizavam os custos dos tempos de paragem.

2ª Fase: primeiros grupos de trabalho – século XIX

- Inicia-se o processo de desenvolvimento tecnológico: surgimento da eletricidade, máquinas e motores a vapor;
- Aparecimento dos primeiros grupos de trabalho especializados em manutenção.

3ª Fase: Reparar a avaria – 1900 a 1920

- Primeira Guerra Mundial;
- Início da industrialização;
- O tempo de paragem reduz a produtividade;
- Formação dos primeiros grupos de trabalho especializados em manutenção corretiva.

4ª Fase: Prevenir a avaria - 1920 a 1950

- Segunda Guerra Mundial;
- Início da aviação comercial;
- Surgimento da eletrónica e do primeiro computador;
- Surge a necessidade de prevenir as avarias.

5ª Fase: Racionalização - de 1950 1970

- Aparecimento da Engenharia de Manutenção;
- Crise do petróleo;
- Grande aumento dos custos;
- Apenas prevenir e consertar já não é suficiente, é essencial contabilizar os custos inerentes.

6ª Fase: Manutenção Produtiva Total - de 1970 a 1980

- Grande crescimento das empresas;
- Grande evolução empresarial;
- Aparecimento das primeiras técnicas Japonesas (desenvolvidas pós-Segunda Guerra);
- Produção = operação + manutenção, operador é encarregue da primeira manutenção básica do equipamento;
- Os manuais técnicos e o operador passam a ser vitais.

7ª Fase: Manutenção baseada na Confiabilidade/Fiabilidade - de 1980 até hoje

- Complexidade tecnológica;
- Aumento da fiabilidade;
- Surge a questão ambiental e a segurança no trabalho;
- Maior atenção à questão jurídica e legal.

Contudo, Pinto [10] defende que os acontecimentos mais importantes da história ocorreram já na segunda metade do século XX.

- **1ª Geração** – Antes da Segunda Guerra Mundial;
- **2ª Geração** – Entre a Segunda Guerra Mundial e meados da década de 1960;
- **3ª Geração** – A partir da década de 1970.

Na Figura 6 encontra-se representada a evolução da manutenção em 3 gerações (Adaptado: Moubray, 1997) [11] :

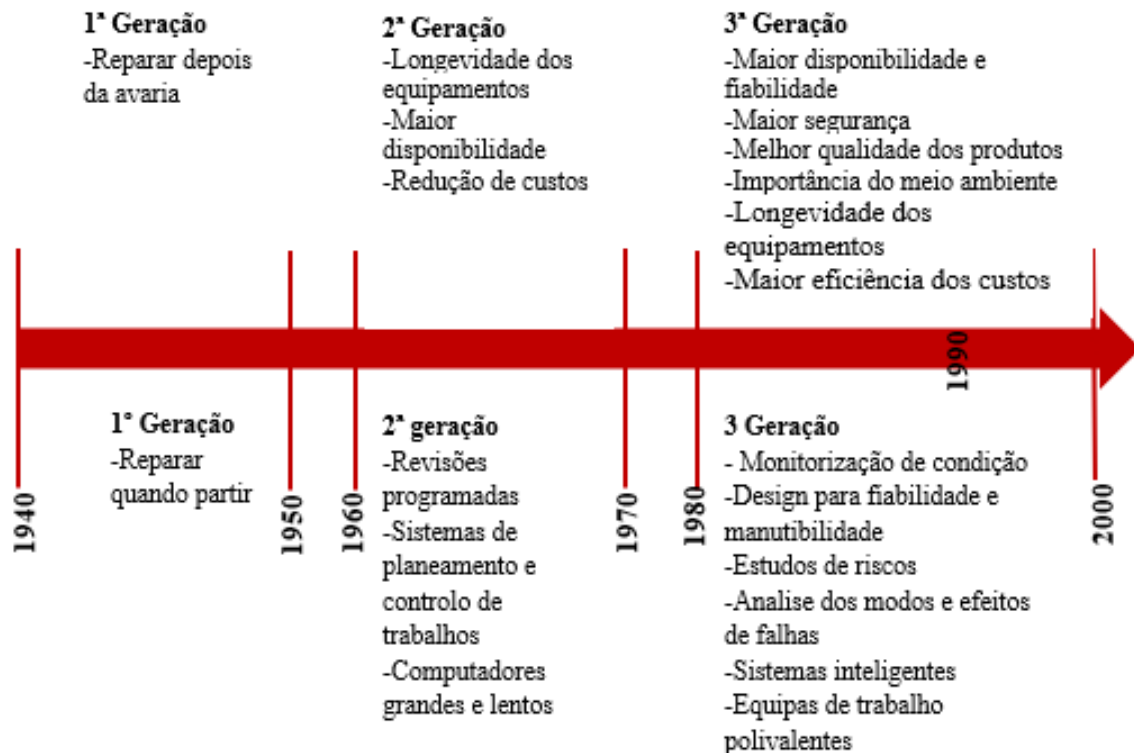


Figura 6 - Evolução da Manutenção

A Figura 6, na parte inferior da linha do tempo apresenta as respostas da manutenção referente as exigências da evolução da manutenção.

3.2 A Gestão da Manutenção

Tal como em qualquer situação empresarial, a função da indústria é o de obter sempre os melhores resultados, sem descurar nunca a qualidade de produtos a executar.

Para chegar a este objetivo, deve-se manter todo equipamento em perfeita sintonia com a perfeição e o seu melhor estado.

A manutenção de equipamentos é fulcral no que diz respeito ao bom funcionamento de todos os componentes de maquinaria de processo, de acessórios auxiliares, para manter a qualidade produtiva, sem necessidade de intervenções técnicas dispendiosas, que possam

afetar diretamente os níveis de produtividade e prazos de entrega. Para que isso funcione na máxima plenitude deve haver um conjunto de ações preliminares fundamentais, tais como inspeções periódicas aos equipamentos, fazendo um *check up* geral, tal como manter um armazém com stock razoável com material de substituição [12] [13].

De acordo com a Norma Europeia EN 13306 entende-se a manutenção como a “combinação de todas as ações técnicas, administrativas e de gestão durante o ciclo de vida de um bem, destinadas a mantê-lo ou repô-lo num estado em que possa cumprir a função requerida” [12]. Para uma correta gestão de manutenção, existem diversos fatores a ter em consideração, tais como:

- O estado geral dos equipamentos e a sua durabilidade;
- Adaptação entre preços de conservação de material, consoante a disponibilidade financeira;
- Pessoal técnico especializado, com uma resposta rápida e eficaz a todos os níveis;
- *Softwares* que interagem com a produção (produção - manutenção e manutenção - produção).
- Um compromisso de manter os níveis produtividade predefinidos.

Ou seja, a *Gestão de Manutenção* no geral, é, manter o mais elevado padrão de qualidade e produtividade dos equipamentos, ao menor custo possível.

Deste modo o equilíbrio ideal para obter um ponto ótimo em relação a custos de manutenção é o equilíbrio dos custos da manutenção preventiva e os da manutenção corretiva. E é aqui que reside a dificuldade, num departamento de manutenção, em manter esse equilíbrio entre custos de Preventiva/Corretiva.

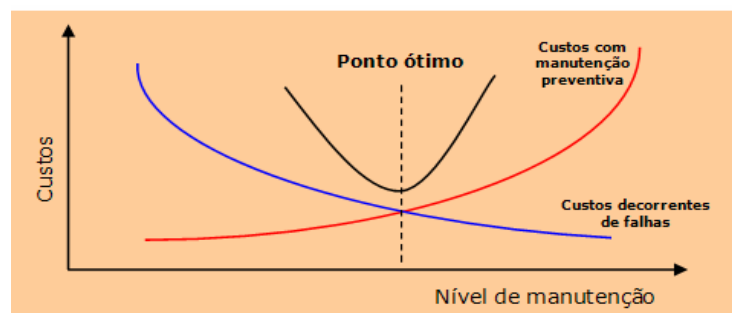


Figura 7 - Custos vs nível de manutenção[9]

Com estes elementos considera-se que a Gestão de Manutenção, quando realizada eficazmente, apresenta um conjunto de resultados positivos que podem ser utilizados para justificar aos gestores das empresas que ao investir na manutenção podem obter resultados positivos e estabelecer novas metas [13].

3.2.1 Tipos de manutenção e algumas definições

Considerando a classificação utilizada pela NP EN 13306 , pode-se dividir a Manutenção em duas classes, a Manutenção Preventiva e a Manutenção Corretiva, tal como exemplificado na Figura 8.



Figura 8 - Adaptado da norma NP EN 13306

Podem considerar-se diferentes tipos de manutenção existentes numa empresa, sendo de destacar as seguintes: corretiva, preventiva, sistemática, condicionada, preditiva, de melhoria, de primeiro nível e autónoma [12] .

Manutenção corretiva (NP EN 13306), pode referir-se que esta diz respeito à manutenção efetuada depois da deteção de uma avaria e é destinada a repor o bem num estado em que possa realizar a função requerida.

A manutenção corretiva pode dividir-se em dois tipos: adiada e imediata. Adiada, tal como o nome indica é aquela que por razões de urgência de produção ou equipamento de substituição, não pode ser efetuada na altura devida, correndo, no entanto, alguns riscos;

A imediata é aquela em que precisamente se faz o contrário. Ou seja, se esta não for feita, corre-se o sério risco de interrupção involuntária de uma produção urgente com possíveis perdas financeiras [9].

Manutenção preventiva (NP EN 13306), “é aquela que é efetuada a intervalos de tempo predeterminados, ou de acordo com critérios prescritos, com a finalidade de reduzir a probabilidade de avaria ou de degradação do funcionamento de um bem”.

A falta de manutenção preventiva traz inúmeras desvantagens, em diversos sentidos, tais como:

- Possíveis perdas de clientes devido a prazos de entrega não cumpridos;
- Uma maior e mais cara mão de obra;
- O desinteresse por parte de clientes que não têm as suas encomendas atempadamente.

A manutenção preventiva é extremamente importante, apesar de por vezes não lhe ser dada a importância devida. Sempre que esta esteja assegurada constantemente, está-se sempre mais confiantes na capacidade produtiva que pode-se oferecer. Aliar uma constante prevenção ao normal funcionamento de máquinas que vão poder satisfazer encomendas, prazos, etc., é extremamente importante para a continuidade do seu desempenho.

Como vantagens, pode-se dizer que ao evitar paragens não previstas na produção tem-se um maior potencial de resposta a clientes, aumentar a produção e reduzir os custos para a empresa e sobretudo uma maior durabilidade dos equipamentos produtivos.

Com um sistema bem controlado em termos de conhecimentos, material, pessoal habilitado, base de dados a funcionar corretamente, facilmente se pode concluir que os custos que este sistema acarreta é rapidamente recuperado, demonstrando ser um investimento com um elevado retorno pelas razões acima expostas [9], [14].

Manutenção sistemática (periódica) (NP EN 13306) é a manutenção preventiva executada em intervalos de tempo pré-estabelecidos, ou segundo um número definido de unidades de funcionamento, sem controlo prévio do estado do bem.

O programa de manutenção sistemática tem por base várias fontes: recomendações do fabricante, histórico de tipologia e periodicidade de avarias ou estudos de fiabilidade; recorrendo a referências externas, avalia-se a probabilidade destas ocorrências acontecerem. A manutenção sistemática deve ser implementada após algum tempo de funcionamento do equipamento, quando já foi possível identificar os pontos fracos não referidos pelo fabricante, por desconhecimento ou omissão [13].

Exemplos de trabalhos que podem ser considerados numa manutenção preventiva sistemática [9]

- Rotinas de limpeza do equipamento;
- Intervenções periódicas;
- Calibração de equipamentos;
- Inspeções visuais ao equipamento;
- Rodagem de equipamento novo ou reparado;
- Lubrificação;
- Revisões periódicas sazonais;
- Pinturas de rotina;
- Elaboração de certificados de segurança e qualidade.

Manutenção condicionada (NP EN 13306), entende-se a manutenção preventiva baseada na vigilância do funcionamento do bem e/ou dos parâmetros significativos desse funcionamento, integrando as ações daí decorrentes.

No caso da Manutenção Condicionada/Preditiva apenas existe intervenção quando existem evidências de uma falha iminente no equipamento. Depende essencialmente da realização de monitorizações frequentes aos equipamentos, detetando antecipadamente potenciais alterações ao seu funcionamento [15].

Algumas das técnicas de análise para avaliar as condições do equipamento são [9]:

- Termografia;
- Raios x e raios gama;
- Ensaio de medição de vibrações;
- Ensaio auditivos;
- Ensaio de medição de dureza (durómetro);
- Ensaio de medição de espessuras.

Com a manutenção condicionada é possível prolongar o tempo útil do equipamento, uma gestão eficiente do stock de peças sobressalentes, aumento da produtividade, redução de custos.

Manutenção autónoma é a manutenção realizada pelo próprio operador do equipamento e podem ser consideradas dentro da rotina operacional. São consideradas manutenções de primeira linha (limpezas, substituição de filtros, lubrificações, e/ou pequenos ajustes).

3.3 Conceitos

No âmbito da manutenção é importante referir outros conceitos-chave relacionados com os equipamentos.

Avaria (NP EN 13306) é a “cessação da aptidão de um bem para cumprir uma função requerida, em que o estado avariado pode ser definido como o estado de um bem inapto para cumprir uma função requerida, excluindo a inaptidão devida à realização de manutenção preventiva ou outras ações programadas, ou devido à falta de recursos externos” [12].

Manutibilidade (NP EN 13306) é a “aptidão de um bem sob condições de utilização definidas de ser mantido ou reposto num estado em que possa cumprir uma função requerida depois de lhe ser aplicada manutenção em condições determinadas, utilizando procedimentos e meios prescritos” [12].

Na linguagem corrente da manutenção, este termo exprime a maior ou menor facilidade de se manter um bem. Também considerado com a rapidez e facilidade com que as intervenções de manutenção podem ser realizadas, permitindo deste modo aos projetistas ponderarem aquando da conceção de um novo equipamento, o modo como este irá ser mantido em serviço e/ou de que forma poderá ser reparado a fim de facilitar o trabalho.

Fiabilidade (NP EN 13306) é a “aptidão de um bem para cumprir uma função requerida sob determinadas condições durante um dado intervalo de tempo; em termos práticos exprime o grau de confiança que se pode ter no equipamento” [12].

3.3.1 A importância do planeamento na manutenção

Qualquer instalação necessita de manutenção. Assim sendo o seu planeamento é fundamental, logo isto requer a identificação de peças e ferramentas necessárias para os determinados trabalhos e também a adaptação dos materiais de forma adequada.

Numa empresa em que exista antecipadamente um método de planeamento elaborado, que vise uma rápida e precisa intervenção na laboração, todo o proveito é retirado como consequência dessa prevenção. Ou seja, a redução de tempos de paragem laboral, é colmatada por um apuramento antecipado de problemas e respetivas soluções a apresentar, tal como todo o equipamento necessário na realização de todas essas intervenções, levando a menores tempos de inatividade laboral, pela parte produtiva. Toda essa intervenção deverá ficar registada em ordens de trabalho apropriadas, para uma posterior avaliação, sempre no sentido de reduzir tempos e consequentes despesas de produção [12], [16], [17]. A Figura 9 ilustra um fluxo típico dos trabalhos de manutenção (adaptado por [17]).

O planeamento da manutenção, apesar da sua importância, tal como referido por Resende, [17] é uma área difícil de manter e de se alcançar obrigando a ser desenvolvida de uma forma responsável de modo a que se consiga atingir uma manutenção eficaz nas unidades industriais.

Toda a logística deve estar previamente estabelecida, no sentido de, através de ordens de trabalho elaboradas com a máxima precisão possível, levar ao melhoramento constante de futuras intervenções. Será esta a ferramenta essencial no que diz respeito ao sucesso das intervenções. Todos os registos serão uma mais valia na diminuição de tempos e na brevidade de soluções.

Ao seguir este sentido de planeamento, está-se a evitar o máximo tempo possível de desperdício de produção, futuramente pode-se concluir que, ao realizar todos os itens previstos nas OT's preventivas, está-se a combater todo o excesso de tempo perdido aquando de processos corretivos, que trazem uma maior perda económica à empresa. Deve-se seguir o lema de ao manter-se a melhor forma possível constantemente, evita-se a mínima interrupção produtiva [16] [17].

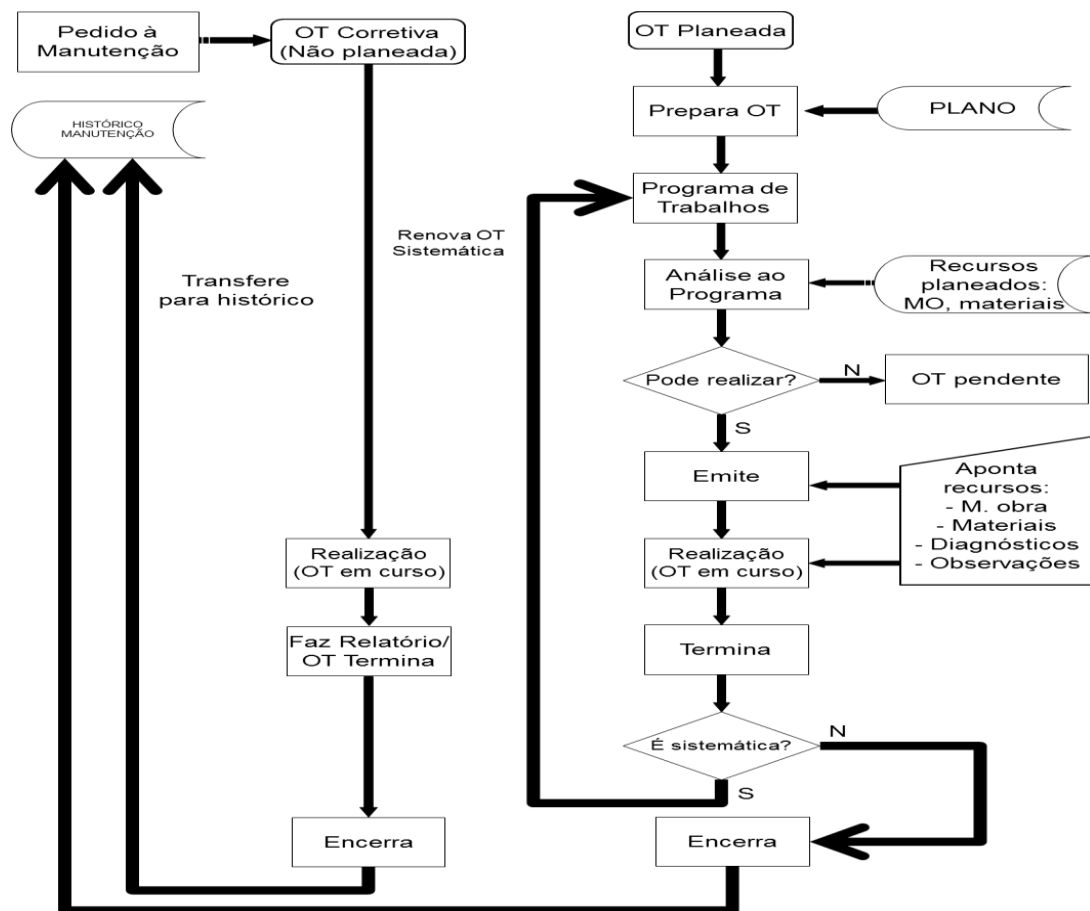


Figura 9- Fluxo típico dos trabalhos de manutenção (adaptado por [17])

3.3.1 Conceito de Falha

De acordo com a norma europeia EN 13306 a falha ou avaria é a cessação da capacidade de um bem para executar uma função requerida, ou uma condição adversa que ocasiona que um componente, equipamento ou sistema não cumpra como planeado e também uma ação inadequada de um elemento humano em um sistema homem-máquina.

Tipos de falha

Existem diversos tipos de falhas possíveis. As falhas intrínsecas do equipamento existem quando essas falhas já foram referenciadas pelos fabricantes dos equipamentos e foram previamente detetadas através dos ensaios e dos estudos de fiabilidade levados a cabo. Por sua vez diz-se que uma falha é extrínseca quando a falha é provocada por outro equipamento ou por uma utilização inadequada [18].

Segundo Assis [19], pode-se distinguir dois tipos diferentes de falhas ou avarias. As falhas ocasionais, chamadas de catastróficas e as falhas por degradação do sistema. Ao mesmo

tempo pode-se dizer que ambas podem relacionar-se entre si. A falha catastrófica acontece quando, inevitavelmente, surge um ou mais problemas relacionados com o próprio funcionamento normal dos mecanismos, mas problema esse que não é previsível, nem evitável, visto que todos os componentes se apresentam "saudáveis", mas por uma razão natural ao próprio funcionamento, poderão colapsar sem qualquer sinal de avaria prévia.

As falhas por degradação, devem-se principalmente ao facto de não existir um adequado acompanhamento e historial de manutenção preventiva. Estas falhas são naturalmente evitadas se for feito um planeamento correto, tendo em atenção as características dos componentes, seus ciclos de duração, desgastes, etc. Pode concluir-se que uma manutenção preventiva elaborada na sua plenitude, evita transtornos e quebras de produção e custos desnecessários. Se esta prevenção for seguida corretamente, evita-se muitos transtornos e mesmo sequelas de uma possível falha catastrófica.

Pode-se dar como exemplo destes tipos de falhas, as seguintes situações: falha catastrófica, pode acontecer devido ao rompimento de um tubo hidráulico, tendo esta toda a sua estrutura em perfeitas condições; como falha por degradação, podemos referir a colmatação de filtros de aspiração de óleo [18], [19].

Causas da falha

Segundo Assis [19] a principal causa de falha de um equipamento pode começar logo no início da fase de projeto começando pelos erros e omissões que possam existir, na seleção de materiais inadequados, na fase do processo de fabrico, na manutenção desajustada ou inexistente, na sobrecarga em serviço por negligência e/ou acidente, e nas condições de ambiente envolvente onde o equipamento vai laborar (que não estavam previstas pelo fabricante).

Segundo o autor referido acima, as principais causas de erro do operador e técnico de manutenção que opera o equipamento que supostamente deveria ter brio do seu equipamento são:

- Técnicos que cometem erros durante a execução na manutenção corretiva e preventiva;
- Não respeitar as normas de utilização definidas pelo fabricante;
- A inexistência de manutenção regular, ou seja, falta de lubrificação, negligência ou a falta de hábito de prática de inspeção do equipamento.

3.3.2 Objetivos e Indicadores de Desempenho

O gestor de manutenção deve controlar os indicadores apropriados para medir o grau de cumprimento dos objetivos estabelecidos. Segundo Cabral [20], salienta-se as grandes vantagens da manutenção preventiva *versus* manutenção corretiva [21]:

- Um equipamento com um acompanhamento regular tem uma maior durabilidade que outro sem qualquer índice de revisão, uma diferença de 30 a 40% mais;
- Uma regular verificação de condições de trabalho, reduz significativamente o consumo energético em cerca de 5 a 11%;
- Os custos de manutenção, mão de obra/materiais, equivalem-se entre si;
- Sempre que solicitado, e para ser eficiente, o armazém deve apresentar uma resposta positiva em cerca de 95% dos casos de material pretendido;
- Em manutenção corretiva, o desperdício de material é de cerca de 1/5 da totalidade;
- A manutenção preventiva reduz significativamente as perdas de produção e aumenta o seu bom funcionamento e boa produção;
- O trabalho corretivo é significativamente mais dispendioso que o preventivo;
- A manutenção efetuada por empresas externas, normalmente torna-se menos dispendiosa, devido a custos de materiais mais em conta e alternativas mais sustentáveis como o planeamento elaborado;
- Uma corretiva para uma preventiva pode tornar-se mais morosa que o desejável;
- É de notar que se tornou política recorrente a não utilização na sua totalidade de recursos do plano informático implementados na empresa, ficando estes muito aquém em cerca de 50% da sua possibilidade [13], [21].

Taxa de falhas

A taxa de falhas é denominada pelo número de falhas existentes, num determinado período de tempo, dividido por este mesmo, de acordo como norma EN 13306:

$$\lambda(t) = \frac{\text{número de falhas}}{\text{tempo}}$$

Considerando o ciclo de vida do equipamento:

- a fase inicial – denominada como mortalidade infantil – é onde a taxa de falhas é elevada e evolui assumindo uma trajetória descendente, estas falhas devem-se essencialmente a erros de instalação, problemas de projeto, defeitos de fabrico, componentes inadequados, falta de controlo de qualidade;
- fase de maturidade – as avarias ocorrem de forma aleatória a uma taxa tendencialmente constante, originadas essencialmente por falhas de manutenção ou por um nível de operação superior ao projetado;
- fase de desgaste e mortalidade senil – o equipamento atinge um estágio de degradação e de envelhecimento em que a taxa de avarias cresce acentuadamente como consequência da degradação, desgaste e corrosão. A vida útil do equipamento pode ser prolongada e esta fase adiada, com o recurso à manutenção preventiva.

A taxa de falhas varia ao longo da vida do equipamento, normalmente representada pela “Curva da Banheira Clássica” como ilustrada na Figura 10.

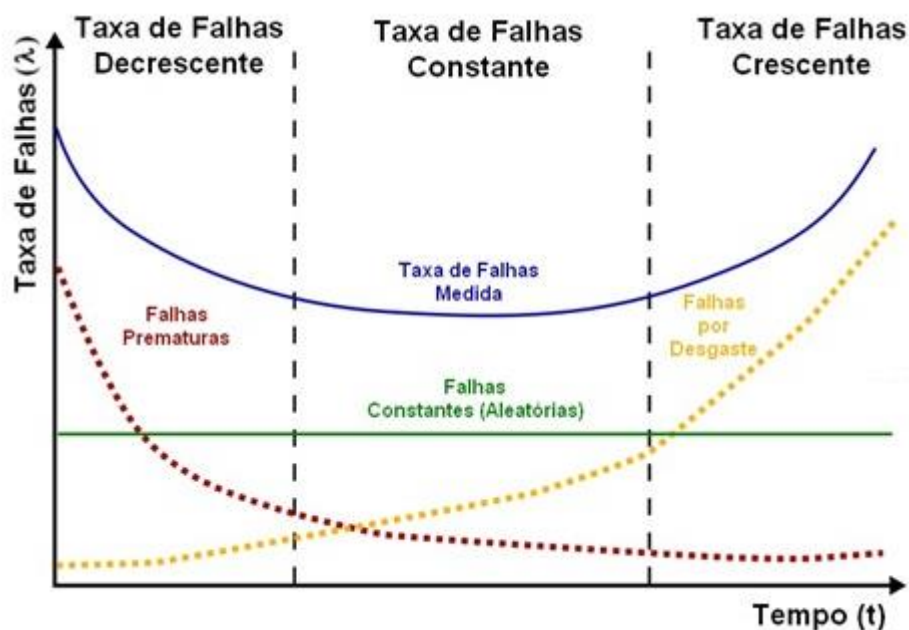


Figura 10 - Curva da banheira (representada a azul) [22]

Os indicadores mais utilizados para avaliar o desempenho de um departamento de manutenção são: MTBF (*Mean Time Between Failure*), MTTR (*Mean Time To Repair*), em

conjunto quanto mais alto for MTBF mais fiável será a máquina em questão. MWT (*Mean Waiting Time*) e OEE (*Overall Equipment Effectiveness*) [23].

MTBF (*Mean Time Between Failure*)

$$MTBF = \frac{\text{Tempo total Disponível} - \text{Tempo perdido}}{\text{Número de paragens}}$$

Onde:

Tempo Total Disponível é o número de horas que o equipamento teria funcionado se não tivesse avariado;

Tempo Perdido é o tempo total de paragens não planeadas (excluem-se paragens planeadas para inspeções, revisões ou substituição de peças);

Número de paragens corresponde ao número de avarias.

Segundo Wireman [24], quanto maior o MTBF mais eficaz é o plano, por outro lado, quanto menor for o MTBF mais ajustes serão necessários no plano.

MTTR (*Mean Time To Repair*)

$$MTTR = \frac{\text{Tempo Total de Manutenção Corretiva}}{\text{Número de Ações de Reparação}}$$

O MTTR indica quanto tempo demora, em média, para que um equipamento volte a funcionar depois de uma avaria. O tempo de manutenção inicia quando ocorre a falha e termina quando o equipamento retoma a sua atividade normal, isto significa que quanto maior for o MTTR menos eficaz será o plano, no entanto, ao exigir-se que as equipas de manutenção mantenham um MTTR baixo, estas poderão começar a efetuar as manutenções corretivas rapidamente, mas descurando etapas importantes para eliminar a raiz do problema [25].

MWT (*Mean Waiting Time*)

O Tempo Médio de Espera (*Mean Waiting Time*) representa as condições de resposta a intervenções do departamento de manutenção, traduzindo-se no tempo de reação da manutenção a uma falha/avaria. Ou seja, é o tempo médio, expresso em horas em que o equipamento não está operacional, mas também não está a ser reparado [23].

OEE (*Overall Equipment Effectiveness*).

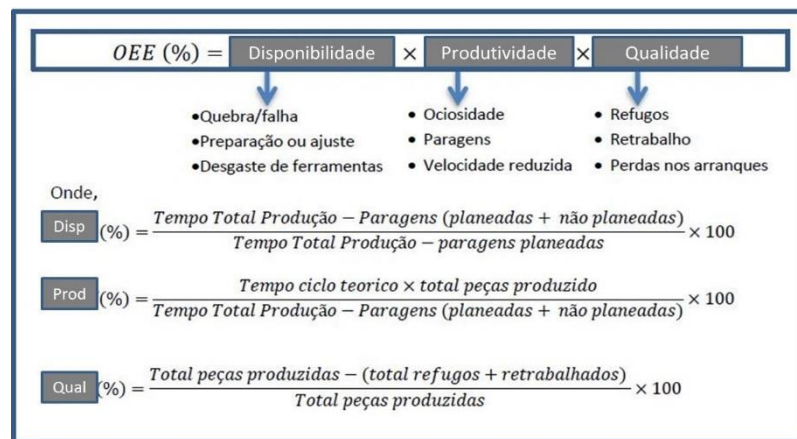


Figura 11 - Cálculo do OEE [17]

O OEE avalia a eficácia global do equipamento como mostra a Figura 11, sendo utilizado para avaliar a eficácia de um processo de produção. Esta avaliação não é considerada absoluta, e por isso, é utilizada para identificar possíveis melhorias num processo [23].

Disponibilidade

$$D = \frac{MTBF}{MTBF + MTTR + MWT} \times 100(\%)$$

A norma EN 13306 define disponibilidade como sendo a aptidão de um bem para estar em estado de cumprir uma função requerida em condições determinadas, em dado instante ou durante determinado intervalo de tempo, assumindo que é assegurado o fornecimento dos

necessários meios exteriores. A disponibilidade de um equipamento depende da sua fiabilidade e manutibilidade e da eficiência do departamento de manutenção [18].

Aumentar a disponibilidade é o objetivo principal dos serviços de manutenção. Isto implica garantir a disponibilidade dos equipamentos, ou seja o tempo em que o equipamento está ativo (MTBF) e a diminuição dos tempos de intervenção. Isto corresponde o tempo em que o equipamento está indisponível em consequência de uma falha (MTTR) e dos tempos de espera (MWT) reduzindo assim os custos de manutenção.

3.4 Software de Gestão da Manutenção

Cada vez mais a tecnologia está a ser introduzida nas indústrias. Isso verifica-se nos programas para controlo da manutenção. Por isso termos como GMAC, CMMS ou EAM são cada vez mais comuns (que significam respetivamente Gestão da Manutenção Assistida por computador, *Computerized Maintenance Mangement System* e *Enterprise Asset Management System*).

Infelizmente, softwares de gestão como estes têm custos elevados. Por si só, a manutenção já é vista como uma parte não produtiva nas empresas, e então evitam-se gastos com este tipo de programas. Especialmente na época atual, em que os custos estão cada vez mais elevados as empresas precisam “cortar” nos itens não essenciais. É dessa forma que muitos destes softwares são encarados [13].

No entanto, quando é bem utilizado, este software pode melhorar bastante o funcionamento da manutenção numa organização.

Um dos efeitos de uma boa gestão da manutenção é a diminuição de tempo de indisponibilidade dos equipamentos. Para que este tipo de gestão exista são necessárias as seguintes etapas [9], [26] :

- 1) É muito importante que exista boa comunicação entre todas as partes envolvidas. Deverão ser realizados relatórios que identifiquem as anomalias, as reparações realizadas, as etapas dos trabalhos e o histórico de avarias e intervenções de cada equipamento.
- 2) Além disso é necessário que esteja disponível de forma simples e rápida informação útil para as tarefas a realizar (tais como instruções de trabalho, procedimentos, manuais, entre outros). Quanto melhor organizada estiver essa informação mais rápida e eficaz será a atuação da manutenção.

3) Dessa forma poderão tomar-se melhores decisões na gestão da manutenção, que permitirão atuar nos equipamentos mais prioritários, diminuir custos de intervenção, e poupar recursos da empresa tendo no entanto melhores resultados [9].

Resultante destes pontos essenciais, um sistema informático (CMMS) é composto por módulos e ferramentas que lhe permita [13]:

- Manter um histórico dos equipamentos;
- Avaliar continuamente o estado e rentabilidade dos equipamentos;
- Aceder em tempo real aos principais indicadores de rentabilidade e desempenho da Manutenção;
- Manter o inventário dos equipamentos e sistemas;
- Organizar o plano de Calibrações e Inspeções;
- Gerir as reparações efetuadas externamente;
- Gerir os stocks da manutenção;
- Prever os consumos de peças e materiais;
- Controlar os custos dos equipamentos;
- Organizar o plano de manutenção preventiva;
- Controlar as falhas dos sistemas e equipamentos;
- Otimizar as compras da manutenção;
- Gerir as equipas de manutenção;
- Monitorizar em permanência os equipamentos (indisponibilidades, paragens, MTTR, MTBF).

Os módulos de aplicação de apoio à gestão da manutenção devem [13]:

- Monitorização da manutenção;
- Aprovisionamento;
- Manutenção corretiva e monitorização da manutenção;
- Compras e encomendas;
- Gestão de stocks;
- Manutenção Preventiva;
- Inventário de equipamentos;
- Gestão de Reparações Externas;

- Gestão das calibrações (de acordo com as exigências das ISO 9000).

Analisando especificamente alguns destes módulos [13]:

Lista/Inventário equipamentos

É necessário que o software permita ao utilizador ter “carregados” no sistema todos os equipamentos com um nível de detalhe que permita ter todas as informações importantes do ponto de vista da manutenção. O equipamento deve estar localizado dentro de uma determinada unidade ou parte da fábrica para ser fácil de identificar. Cada equipamento deve ter uma ficha onde se podem encontrar as seguintes informações:

- Histórico de intervenções efetuadas (manutenção, avarias, calibrações, etc.);
- Histórico de movimentos;
- Características gerais e técnicas;
- Equipamentos e órgãos constituintes do sistema/equipamento;
- Dados relativos à aquisição e ao fornecedor;
- Plano de manutenção aconselhado para o equipamento;
- Plano de calibrações aconselhado.

Com todas estas informações, pode decidir-se quais as melhores ações e quando as realizar com os menores prejuízos para o resto da organização. Por outras palavras, permite analisar e melhorar a rentabilidade do equipamento.

Ordem de Trabalho

A ordem de trabalho é o documento que regista uma avaria. Uma OT pode ser reportado pela produção e visa dar informações o mais específicas possível sobre a anomalia. A ordem de trabalho é um documento fundamental para o funcionamento de um sistema de gestão da manutenção. Além de informação, este documento é útil pois contém informações tais como:

- Responsáveis pela intervenção;
- Área de engenharia;
- Tempo de paragem e intervenção;

- Motivo da intervenção;
- Tarefas associadas à intervenção;
- Registo dos materiais aplicados durante a intervenção (requisições em armazém);
- Registo dos Recursos humanos.

Manutenção Corretiva

É um registo de uma avaria que não estava prevista e, portanto, resulta em custos não programados para a organização.

Registo da OT

A manutenção pode ser devido a uma avaria corretiva ou devido a uma indicação contida num plano de manutenção (manutenção preventiva).

Registo de Avaria ou OT (ordem de trabalho)

Quando é detetada uma anomalia a mesma deve dar origem a um pedido de reparação. Esse pedido consiste num registo onde constam todas as informações possíveis tais como:

- Qual é a avaria?
- Resulta do que?
- Quanto tempo demora a paragem da máquina?
- É de que área da manutenção?
- É grave e prioritário?

OT da Preventiva

A manutenção deve ter por objetivo reduzir ao máximo o número de intervenções corretivas pois representam maiores custos para a organização (custo diretos da intervenção e indiretos tais como as paragens causadas). Em vez disso devem aumentar os esforços na manutenção preventiva, a qual pode ser planeada atempadamente [13].

Com esse objetivo deve ser elaborado um plano de manutenção preventiva composto por:

- Identificação das tarefas de manutenção;
- Sugestão das periodicidades e alertas para os mesmos;
- Integrar com outras atividades preventivas;

- Materiais previsivelmente necessários para a intervenção;
- Organização de equipas (mão-de-obra necessária);
- Identificação do acompanhamento necessário para correta conclusão do trabalho.

Após definido, o plano de manutenção deve ser dado a conhecer a todos os envolvidos.

Gestão de Stocks e aprovisionamento

Este é um módulo muito desafiante. Envolve constante atualização e implica inserir em sistema muitos materiais. Sempre que são consumidas peças, é preciso dar baixa das mesmas e alocar os custos no local adequado. Um correto aprovisionamento assenta também num bom planeamento da compra dos materiais. Ou seja, garantir que existem stocks mínimos que assegurem as intervenções. O software de gestão da manutenção deve possibilitar [13]:

- Classificar os materiais e peças em Famílias (de 1 até 3 níveis);
- Identificar peças e materiais críticos;
- Apresentar rapidamente o custo padrão, custo da última compra e custo médio, para agilizar o trabalho do comprador;
- Dar o histórico de compras, preços e fornecedores da cada peça;
- Apresentar o histórico de consumos/utilização de uma peça;
- Localizar o material em armazém;
- Indicar quantas peças estão disponíveis;
- Identificar quais os materiais valorizados e não valorizados;
- Se possível, conter código de barras (ou outro) para facilitar os registos de entradas e saídas e diminuir erros resultantes da inserção de códigos extensos;
- Prever os consumos tendo por base o histórico e próximas atividades no âmbito das manutenções preventivas;
- Controlar peças e materiais colocados à consignação por parte de fornecedores;
- Notificar automaticamente o comprador sobre quais os materiais que necessitam ser adquiridos;
- Monitorização dos níveis de stock máximo e mínimo para a compra atempada de materiais;
- Possibilidade de transferência entre armazéns;
- Permitir a armazenagem em diferentes depósitos.

Estatísticas

Para ser possível analisar a evolução destes setores da manutenção o software deve ter funcionalidades para extrair facilmente [13]:

- Mapas de Consumos;
- Mapas de avarias;
- Mapas de Intervenção;
- Mapas de Custos;
- Mapas e gráficos de análise dos principais indicadores de manutenção: MTBF, MTR, MTTR, Disponibilidade, etc.

4 *Total Productive Maintenance*

O sistema de manutenção corretiva foi o adotado pela indústria durante um longo período. Era normal ocorrerem perdas de tempo, retrabalho e consequentemente prejuízos financeiros.

A par com a manutenção preventiva e preditiva, apareceram também sistemas de gestão de manutenção que visavam a máxima eficácia e eficiência. Um desses sistemas é a Manutenção Produtiva Total também conhecida pela sigla TPM (*total productive maintenance*), que abrange a manutenção preventiva e preditiva, além de outros aspetos. A manutenção produtiva total tem como principal foco participar de forma ativa na manutenção de melhoria, descentralizando as operações de manutenção, colocando-as na esfera de responsabilidade dos operadores de produção [12].

Para uma maior eficiência da manutenção, através de um sistema fácil de compreender, assente no respeito individual e na total envolvimento/participação dos empregados, surgiu em 1970, no Japão a TPM.

Os fatores que contribuíram para o desenvolvimento da TPM [27]:

- Desenvolvimento da automação industrial;
- Procura da melhoria da qualidade;
- Aumento das preocupações ambientais, evitando desperdícios e otimizando os recursos;
- Utilização do sistema “*just-in-time*” (sistema que produz a partir das encomendas ao invés de produzir e empurrar as vendas);
- Dificuldades de recrutamento de mão-de-obra para trabalhos considerados pesados, sujos ou perigosos;
- Aumento da gestão participativa;
- Conceito do operário polivalente;
- Aumento da concorrência.

As empresas usam as máquinas, preocupando-se com a sua conservação e valorização aumentando assim o ciclo de vida útil das máquinas ou equipamentos, procurava assim rentabilizar o seu investimento.

Nessa altura surgiram outras teorias, com os mesmos objetivos, mas a TPM demonstrou ser extremamente eficaz.

A TPM envolve toda a empresa capacitando-a para definir metas tais como: falhas zero, defeito zero, aumento da disponibilidade de equipamento e rentabilidade. A empresa envolve meios materiais e humanos.

O modelo tradicional da TPM tem como base atividades de 5S e oito atividades de suporte. Assim, os 8 pilares da TPM, tal como está representado na Figura 12, são [17] , [28] , [29]:

Melhoria focada, Eficiência - conjunto de atividades que visam o aumento da produtividade do equipamento;

Manutenção autónoma - sistema de manutenção autónomo que é executado pelos operadores que utilizam o equipamento;

Planeamento -Gestão antecipada de equipamentos, manutenção planeada - sistema organizado;

Formação – dotar o pessoal com competências técnicas que lhe permita operar o equipamento e efetuar manutenções de primeira linha de forma eficaz;

Ciclo de vida - gestão completa da vida útil do equipamento (instalação, funcionamento, manutenções, etc);

Manutenção de Qualidade – prevenir e detetar os de erros no processo de produção com vista à redução do número de defeitos de produção;

Segurança, saúde e ambiente – criação de ambientes de trabalho seguros, visualmente agradáveis eliminando potenciais riscos de saúde e segurança resultando num ambiente de trabalho livre de acidentes;

TPM na área administrativa – análise de desperdícios na área administrativa, aplicação dos 5S auxiliando a organizar o ambiente de trabalho e sistematizando as informações que mantém os processos em funcionamento [17], [29].



Figura 12 - Demonstração dos 8 pilares do TPM (adaptado de [17])

Mudar de Paradigma, conforme representado na Figura 13 .

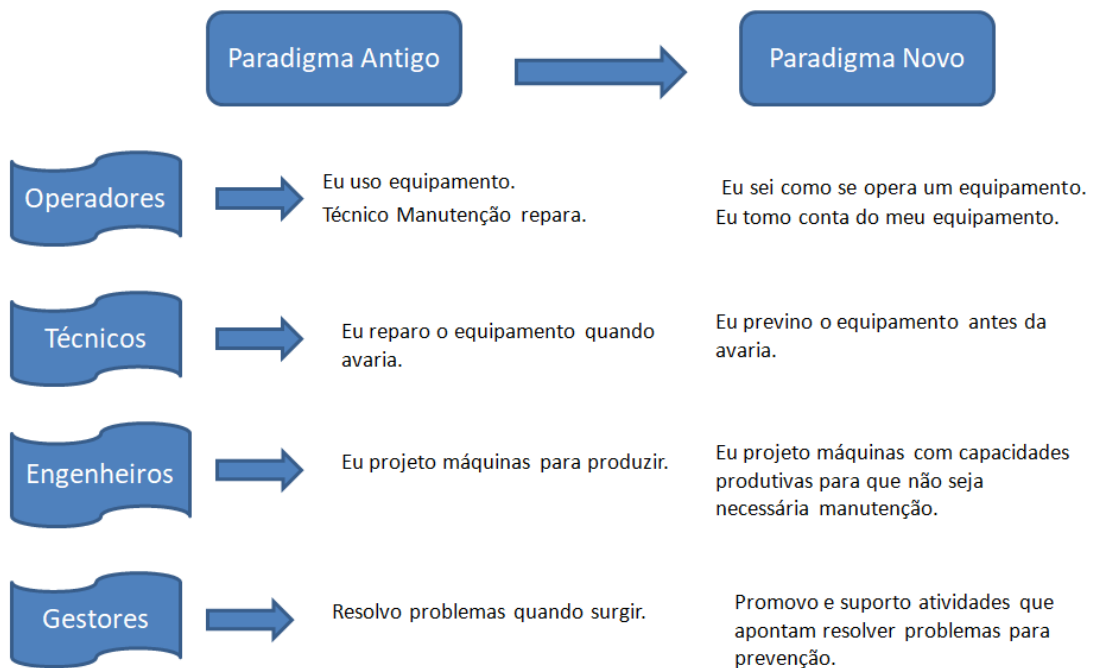


Figura 13 - Mudar de paradigma

4.1 Os quatro grandes passos da implementação da TPM

1. Formação [27]

A descentralização de algumas operações da manutenção para a produção, justifica-se pelo facto de “o operador ser quem melhor conhece a máquina e, portanto, quem detém posição soberana para lhe criar as melhores condições de funcionamento” [12].

- Operadores: executam manutenção autónoma (através da monitorização subjetiva e outras ações) ou seja, passam a ser o técnico do equipamento, mais polivalente, menos especializado, ou seja, podem resolver mais que um tipo de problema;
- Técnicos de Manutenção: aumentar a sua polivalência, atuando em equipamentos mecatrónicos;
- Engenheiros: projeto de equipamentos que exijam o mínimo de manutenção.

2. Aplicação do programa dos oito S:

Baseado no 5S japonês Kaoru Ishikawa, o Programa 8S altera o comportamento e hábitos do capital humano, capacitando-o através da formação com baixo investimento financeiro. Desenvolvida no Japão do pós Segunda Guerra Mundial a metodologias dos 5S tinha como objetivo auxiliar na reestruturação do país através da reorganização das suas indústrias. Foram, assim, aperfeiçoados no Japão os princípios de controlo da qualidade americanos, que impulsionaram o desenvolvimento industrial japonês [27].

- **Seiri:** organização, eliminando o supérfluo;
- **Seiton:** arrumação, identificando e colocando tudo em ordem;
- **Seiso:** limpeza, implica em limpar sempre e não sujar;
- **Seiketsu:** padronização, implica manter a arrumação, limpeza e ordem;
- **Shitsuke:** disciplina, fazer tudo espontaneamente;
- **Shido:** treinar, constante capacitação pessoal;
- **Seison:** eliminar as perdas;
- **Shikari yaro:** realizar com determinação e união.

3. Eliminação das seis grandes perdas:

Nakajima (em 1989), definiu as 6 razões mais comuns para a perda de produtividade na produção: [27], [30], [31].

- Avarias, contribui para a baixa do rendimento do equipamento e pode ser causada por uma falha não prevista ou por desgaste/degradação do equipamento pela sua utilização;
- Ajustes nas preparações, acontece em alterações de produto;
- Por paragem temporária, não devido a avaria do equipamento, mas a uma interrupção na produção: falta de materiais, calibrações e ajustes, etc.;
- Diminuição na velocidade de produção, quando o equipamento não está a funcionar na sua capacidade total, que pode ser provocado por má utilização do equipamento, desgaste do material ou problemas de qualidade;
- Defeitos de produção, o retrabalho ou produto não conforme resultam em perdas;
- Defeitos no arranque, aquando das operações de arranque do equipamento e até que este atinja um desempenho estável poderão existir peças com defeito, gerando desperdício.

4. Aplicar as cinco medidas para obtenção de Zero avarias [27]:

- Estruturação das condições básicas, restaurar as condições básicas dos equipamentos, corrigindo fragilidades e implementando melhorias; eliminar avarias repetitivas e identificar e eliminar as causas das avarias, sistematizar as análises das avarias;
- Cumprimento com as condições de uso, os equipamentos ao serem desenhados/projetados têm como base determinadas condições que se forem respeitadas, os equipamentos dificilmente avariam;
- Regeneração do envelhecimento dos equipamentos, com a utilização, trepidação, fatores ambientais (poeiras, sujidade), inadequadas lubrificações vão provocando danos nos componentes do equipamento que necessitam de ser reparados ou substituídos;

- Sanar falhas de projeto, melhorar os pontos fracos do equipamento por forma a conseguir eliminar as avarias;
- Incrementar a capacitação técnica do pessoal da operação e da manutenção, cumprindo todas as medidas anteriores se o pessoal não tiver competência técnica o equipamento acabará por avariar por falhas humanas.

O conceito de zero avarias pressupõe que o equipamento está disponível durante o período para o qual está programado para operar. Não significa uma ausência de manutenção, mas sim uma garantia de laboração sem interrupção imprevista [32].

Entende-se que uma falha/avaría que implica uma paragem não programada da produção é o resultado de uma série de defeitos ou avarias menores tais como corrosão, desgastes, temperatura, vibração, sujidades (sujeiras) pode-se representá-la sob a forma de Iceberg da Manutenção, conforme ilustrado na Figura 14.

Deste modo, se os operadores estiverem conscientes de que devem evitar falhas invisíveis, a avaria deixará de ocorrer.



Figura 14 - Iceberg da Manutenção [33]

A TPM ao melhorar as competências das pessoas, quer ao nível de conhecimentos, habilidades e atitudes, quer ao nível de recursos humanos na forma como é proposta, impacta de forma positiva o seu capital humano. A TPM beneficia todos os envolvidos com:

- Aumento de autoconfiança;
- Aumento da atenção no trabalho;
- Aumento da satisfação pelo trabalho em si;
- Melhoria do espírito da equipa;
- Maior responsabilidade pelos equipamentos;
- Diminuição da rotatividade;
- Desenvolvimento e aquisição de habilidades;
- Satisfação pelo reconhecimento.

“A manutenção não deve ser apenas aquela que conserta, mas, sim, aquela que elimina a necessidade de consertar” (*anónimo*).

Ao longo da vida útil do equipamento, conforme demonstrado na Figura 15, um equipamento onde não se aplique a metodologia TPM tem logo desde o arranque um nível médio de falhas/avarias elevado conforme já foi exposto no capítulo anterior, descendo consideravelmente quando está em funcionamento regular, voltando a aumentar, devido ao desgaste excessivo implicando elevados custos de manutenção.

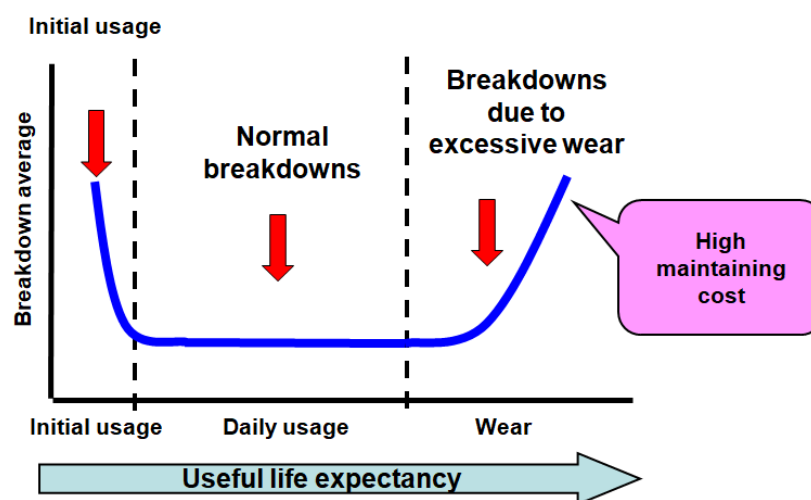


Figura 15 - Gráfico de falhas do equipamento anterior à TPM [34]

Contudo, num equipamento em que esteja implementada a metodologia TPM o número médio de falhas/avarias é ligeiramente superior na fase de arranque mantendo-se constante ao longo a sua utilização regular, verificando-se um aumento significativo da sua vida útil, conforme se pode ver na Figura 16.

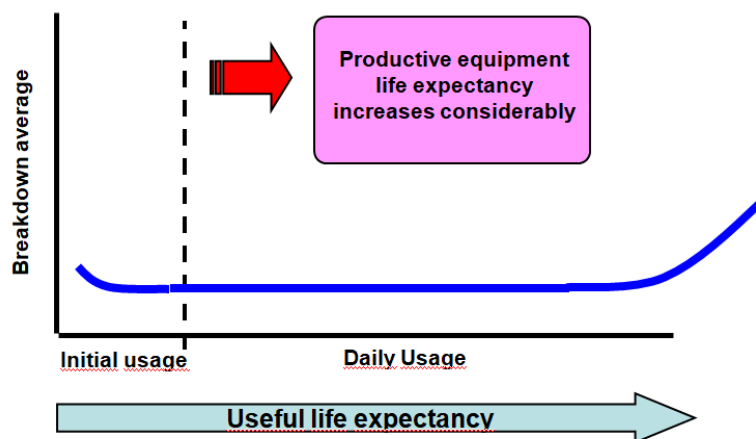


Figura 16 - Gráfico de Falhas com TPM [34]

4.2 *Single Minute Exchange of Die SMED* [35]

Os tempos de mudança de molde e “*setup*” no caso da indústria de plástico (noutras indústrias poderá ser a troca de ferramenta, ajustes, ou preparação do processo para executar um novo serviço ou produto) representam um dos maiores desperdícios de tempo, uma vez que durante este período não se realiza qualquer atividade perçecionada pelo cliente [36]. Adicionalmente, trata-se de um processo dispendioso que além dos custos da não produção, em muitos casos gera produtos não conformes, resultado das operações de arranque do equipamento.

A redução de *setups*, com o objetivo de melhorar a produtividade tem sido uma preocupação da Gestão Industrial, onde se destaca Shigeo Shingo (1909-1990) que desenvolveu o método *Single Minute of Exchange Die* (SMED) esta metodologia pressupõe a realização de uma transição em menos de 10 minutos.

Shingo constatou que as atividades realizadas num processo de mudança se podem dividir em [37]:

- Externas – aquelas que são realizadas com o equipamento em funcionamento (OED – *External Exchange of Die*);
- Internas – as que são realizadas com a máquina parada (IED – *Internal Exchange of Die*).

A aplicação da metodologia SMED é feita em 4 fases [38]:

- Fase Preliminar - nesta fase não existe distinção entre *Setup* Interno e Externo, apenas é feita a observação da operação. Um dos melhores métodos é o recurso à gravação de um vídeo de todo o *setup*.
- Fase 1 - Esta é a fase mais importante da implementação do SMED, onde se faz a separação do *Setup* Interno do *Setup* Externo. Utilizam-se *checklists* para fazer o levantamento dos materiais necessários e dos passos a realizar durante o *setup*. Nesta etapa é possível reduzir 30% a 50% do tempo normal do *setup*;
- Fase 2 - Análise do *setup* de forma a perceber que operações do *setup* interno podem ser alteradas para o *setup* externo;
- Fase 3 - Diminuição dos tempos das tarefas realizadas no *Setup* Externo e no *Setup* Interno, através da eliminação de tarefas que não trazem valor acrescentado ao processo apenas gerando desperdício de tempo e materiais.

5 Produção

Como fazer Tupperwares? Uma palavra que está generalizado por todo mundo. Neste capítulo serão abordados conceitos que todo o técnico de manutenção na Tupperware deve ter conhecimento, tendo recebido formação sobre o que é uma máquina de injeção e o processo produtivo, e assim compreender melhor todo o equipamento presente no processo produtivo de modo a facilitar a compreensão e resolução das avarias que possam surgir.

5.1 Processo de Injeção

A moldagem por injeção é caracterizada como o processo a partir do qual o material plástico no estado sólido (e normalmente sob a forma de grãos), é introduzido numa máquina onde, e de modo sequencial, é aquecido a fim de Plasticizar, i.e. amolecer, e sob pressão é forçado a entrar para um molde.

Já dentro do molde, o plástico fundido vai preencher todo o molde de modo a tomar toda a sua forma, e após arrefecimento vai recuperar a sua rigidez característica.

Este é um processo de grande capacidade e de grande versatilidade, pois injetam-se peças numa extensa gama de formas (moldes) e com diversas quantidades de plástico por molde, desde valores inferiores a 1 mg até, em algumas situações, várias dezenas de quilogramas.

5.2 Máquina de Injeção

Tipicamente uma máquina de injeção é composta por dois grupos principais (unidade de fechamento, e unidade de injeção), como se pode ver na Figura 17.

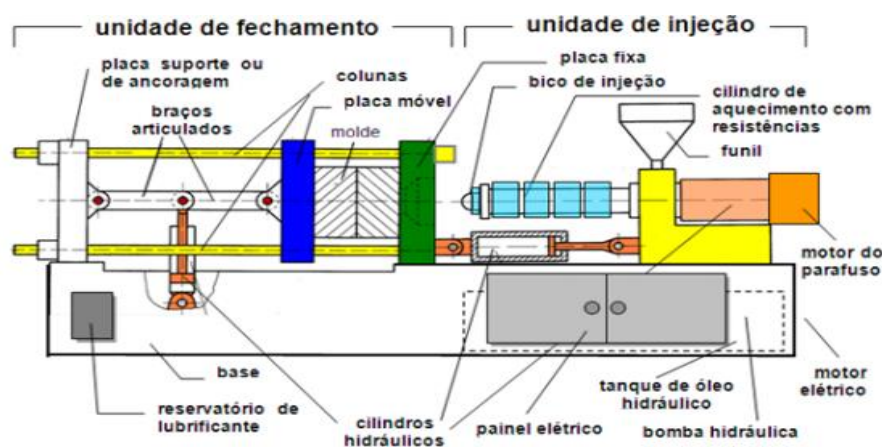


Figura 17 - Principais componentes de uma máquina de injeção [39].

As unidades funcionais de uma máquina de injeção têm diversas funções [39] :

- a) Funções da unidade de potência. Esta unidade é baseada num sistema óleo - hidráulico, sendo a bomba acionada por um motor elétrico. Esta unidade tem como objetivo:
 - Fornecer energia aos atuadores da máquina.

- b) Funções da unidade de plasticização, nomeadamente:
 - Permitir o transporte do material (plástico);
 - Aquecimento e Plasticização do material;
 - Homogeneização do material;
 - Injeção do material fundido para o molde;
 - Pressurização da moldagem.

- c) Funções da unidade de fecho:
 - Assegura a fixação e o movimento do molde;
 - Condução da abertura e fecho do molde;
 - Mantém o molde fechado;
 - Aciona a extração das moldagens.

- d) Funções da unidade de comando, onde se destacam:
 - A monitorização das variáveis de operação;
 - Controlo das variáveis do processo;
 - Assegurar a *interface* com o operador;
 - Comunicação com sistemas periféricos ou com sistemas de gestão de produção.

5.3 O Molde

O molde é uma das peças essenciais na produção de plásticos. Assim, e de uma forma simplificada pode-se definir molde como sendo um modelo oco, usualmente metálico, no qual se introduz matéria num estado viscoelástico, matéria essa que ao solidificar toma-lhe a forma - Figura 18. Em linguagem mais técnica pode-se dizer, que um molde é um conjunto

de vários espaços ocios com a forma do produto desejado, e com o objetivo de produzir normalmente e sequencialmente um grande número de produtos de plástico.



Figura 18- Molde para injeção de plásticos

Um molde, apesar de robusto, quando inserido numa linha de produção tem como função produzir peças de qualidade, num ciclo de tempo o mais curto possível e apresentar o mínimo de manutenção durante o seu ciclo de vida. Para tal ser cumprido, deve ser previamente definido o molde com a forma das peças a produzir, assegurando a sua reprodução, de ciclo para ciclo, permitindo o enchimento desses moldes com o plástico fundido, assim como facilitar o arrefecimento do plástico e promover a extração das peças [39].

5.4 Parâmetros do Processo de injeção

Devido ao número elevado de parâmetros e variáveis presentes no processo de injeção de plásticos faz com que este processo se torne, na maioria das vezes, complexo.

Nesse sentido, identificar e controlar estas variáveis e parâmetros é um dos passos essenciais do processo, pois só assim se garante a produção de peças de qualidade.

Usualmente os parâmetros de injeção são divididos em 3 tipos: os operatórios, os do processo e os do material. Os parâmetros operatórios são os que permitem alterações no decorrer da fase de testes ao molde com o intuito de se conseguir encontrar a “solução ideal” para fabricar peças com boa qualidade. Estes parâmetros além de permitirem ajustes ao molde na fase de testes, sofrem sempre alterações e pequenos acertos cada vez que são introduzidos na máquina.

No caso dos parâmetros de processo a sua escolha é realizada durante a fase de projeto do molde, devido a isso raramente são alterados após a construção do molde, ou apenas se necessitarem de alterações. Se necessitar de alterações estruturais o molde tem de voltar para a fase de produção.

Os parâmetros do material, por seu lado, são escolhidos em função da peça a realizar e do material que o cliente decidir.

Os parâmetros operatórios, dado que são controlados pelo operador são as variáveis mais responsáveis pelos defeitos, quando estes ocorrem. Por esta razão, abaixo serão apresentadas as variáveis dos parâmetros operatórios, que podem ter influência nesses defeitos.

Os Parâmetros operatórios são os seguintes [39]:

1. Pressões;
2. Velocidades;
3. Temperaturas;
4. Quantidade de material;
5. Tempos.

5.5 Variáveis dentro dos Parâmetros Operatórios

Pressões [39]

Pressão de injeção: Pressão necessária para preencher completamente todas as cavidades do molde.

2ª Pressão: É a pressão que começa a atuar quando o molde já se encontra completamente cheio. Tem por função manter o material compactado até que os canais internos solidifiquem, evitando assim contrações do material (Figura 19).

Contrapressão: Pressão que se opõe ao retorno do fuso/injetor durante a dosagem do material plástico. Tem por função expulsar o ar, consolidando a massa fundida.

Descompressão: Após a plastificação, para evitar acumulações de material no bico, recua-se um pouco o fuso/injetor provocando a sucção da massa fundida.

Pressão de fecho: É a pressão que permite manter o molde fechado, e tem de ter pressão superior à pressão exercida pelo material, evitando-se assim que o molde abra.

Velocidades [39]

Velocidade de injeção: Pode ser referida como a quantidade de material fundido injetado, relativamente ao tempo que demora a encher as cavidades do molde, ou seja, quanto maior a velocidade menor o tempo de enchimento das cavidades.

Velocidade de rotação do fuso: É a velocidade responsável pela homogeneização do material, ou seja, quanto maior for, menor será o tempo de dosagem do material.

Temperaturas [39]

Temperatura do molde: Este é um parâmetro muito importante para o controlo do tempo de ciclo de fabrico e de acabamentos da peça. Uma temperatura do molde baixa significa menor tempo de ciclo de fabrico pois o arrefecimento é mais rápido, o contrário também se verifica.

Temperatura do cilindro: Mantém o material na temperatura suficiente (mangas de aquecimento) para que este se mantenha fundido até que se dê início à produção de nova peça.

Temperatura do bico: É a temperatura em que se encontra o bico de injeção. Tem de se garantir a temperatura correta para que o material flua sem dificuldades.

Quantidade de Material [39]

Dosagem: É a quantidade de material necessário para a injeção completa do molde da peça. A dosagem ocorre durante o processo de arrefecimento (Figura 19).

Almofada: Quantidade de material que fica no cilindro por injetar, evitando-se assim o choque entre o cilindro e o fuso (Figura 19).

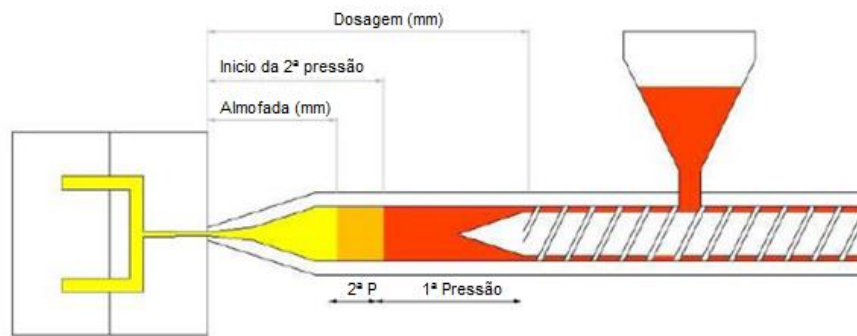


Figura 19 - Visualização da dosagem, almofada e início da 2ª Pressão

Tempos [39]

Tempo de abertura: É o tempo que o molde leva a abrir. Este tempo deve ser bastante rápido, e a extração da peça deve ser realizada nesta fase, sempre que possível.

Tempo de fecho: É o tempo que o molde leva a fechar. Também deve ser bastante rápido, tendo-se sempre o cuidado de no final dar tempo para o sistema de proteção do molde atuar.

Tempo de molde fechado: É o tempo que o molde permanece fechado, ou seja, é a soma dos seguintes tempos:

- *Tempo de injeção:* É o tempo que o material plástico demora a preencher por completo todas as cavidades do molde;
- *Tempo de pós- pressão:* É o tempo em que é exercida uma pressão inferior à pressão de injeção, de modo a contrariar a contração do material;

- *Tempo de arrefecimento:* É o tempo que vai desde a pressão de injeção cessar até que o molde abra.

Tempo de dosagem: É o tempo necessário para que o fuso recue e deforme plasticamente o material para ser injetado.

Tempo de extração: É o tempo necessário para retirar a peça do molde. Algumas situações, este tempo pode estar incluído no tempo de abertura do molde, diminuindo ou eliminando o tempo do molde aberto.

Tempo de ciclo total: Este é o tempo total da produção de uma peça, e consiste na soma dos seguintes tempos: tempo de fecho, tempo de injeção, tempo de pós-pressão, tempo de arrefecimento, tempo de abertura e tempo de extração. Tal como representado na Figura 20.

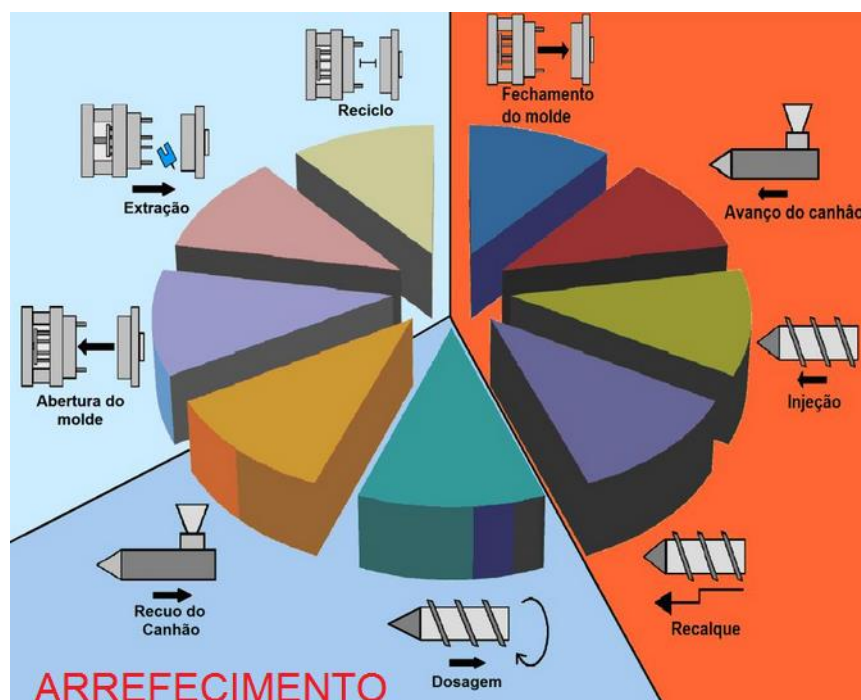


Figura 20 - Tempo de ciclo total [39]

6 Plano de Manutenção Preventiva de Máquinas Injetoras

Neste capítulo será apresentada uma explicação geral de uma máquina injetora e é com base neste plano que se vai abordar a implementação da manutenção preventiva das máquinas da Tupperware.

6.1 Ajustes elétricos e eletrônicos

No que se refere à manutenção os ajustes elétricos e eletrônicos são fundamentais. Nesse sentido o hardware é composto por quatro grupos: o IHM (interface homem máquina), o CLP (Controlador Lógico Programável), o sistema de alimentação e o sistema de sensores. Na Figura 21 estão representados os elementos presentes na máquina Engel, existente na Tupperware [40]:

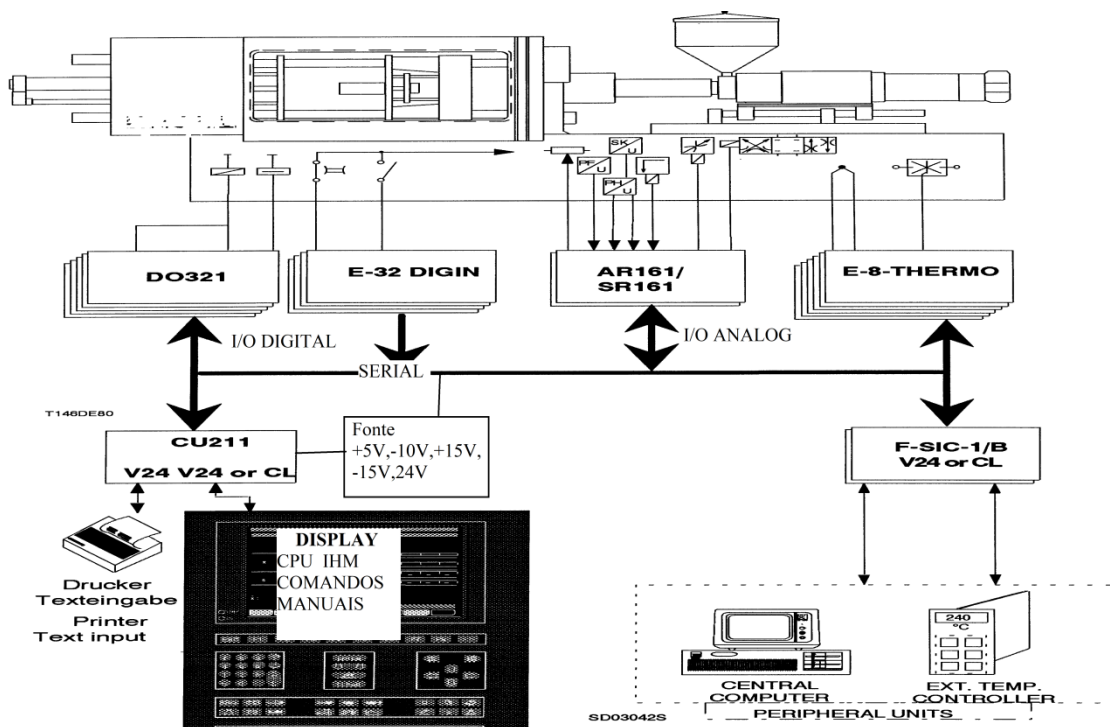


Figura 21 - Adaptado do manual de formação na Tupperware máquina Engel [40]

Na parte elétrica os ajustes mais comuns a serem efetuados são [41].

- Ajuste das fontes de alimentação e dos transformadores de conversão de tensão;
- Ajuste no sistema de contraste, luminosidade, sensibilidade do *display* e ainda sensibilidade do *touch screen* caso exista.

- Ajuste do intervalo de medição dos sinais analógicos: 0 a 10V, 0 a 20mA, e ajuste dos sinais *PWMs* e bem como de outros sinais caso existam.
- Regulação e ajuste dos sensores da máquina de injeção, incluindo os sensores potenciômetros, i.e., os Transdutores. No caso dos transdutores, a Figura 22, apresenta o *Standard* a seguir para especificar o Transdutor bem como as suas dimensões.

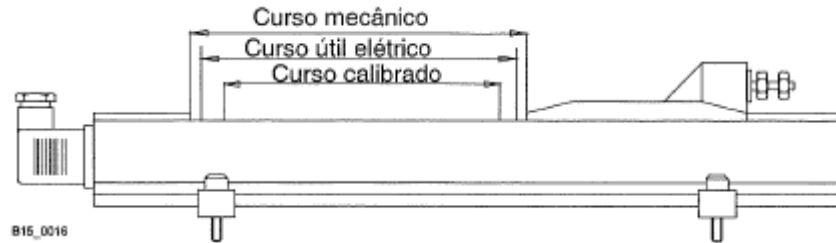


Figura 22 - Transdutor de posição linear [40]

- Ajustar o sensor de temperatura do óleo e dos sensores de temperatura do cilindro de plastificação (termopares) e ajustar os parâmetros de controlo dos *PIDs*.
- Ajustar as pressões e caudais (descargas), inclusive das cartas conversoras, caso existam, e definir os parâmetros dos diversos controladores, nomeadamente definindo os limites máximos e mínimos, aceleração, desaceleração e outros valores operacionais.
- Ajuste das linearizações de abertura e fecho das válvulas.
- Teste das interfaces, como por exemplo a robô Euromap 12, a Euromap 67, ou outras.
- Testes das diversas interfaces presentes no equipamento/processo, bem como dos hidráulicos, dos pneumáticos, da injeção sequencial, entre outros.
- Regulação e definição dos *set-points* dos restantes controlos, controlo em malha-fechada, servos-controlos, etc.
- Ajuste e teste dos tempos de supervisão dos movimentos dos equipamentos.
- Testes dos vários dispositivos de segurança presentes no equipamento, bem como teste aos sistemas de segurança mecânica segurança hidráulica, sensores de porta, entre outros.

A Tabela 1 apresenta a referência de controlo por horas de trabalho dos dispositivos elétricos e eletrónicos [41]:

Tabela 1 - Horas de trabalho dos dispositivos elétricos e eletrônicos [41]

200 Horas de trabalho					
600 Horas de trabalho					
1200 Horas de trabalho					
2500 Horas de trabalho					
6000 Horas de trabalho					
Operações	6000	2500	1200	600	200
Controlo e aperto de cabos nos bornes de linha e nos disjuntores principais.				X	
Controlo e aperto dos cabos nos fusíveis, contactores, relés-térmicos e no motor elétrico principal.				X	
Controlo e aperto dos cabos disjuntores automáticos contactores (unidades de potência), armário de derivação e resistência de aquecimento.				X	
Controlo e aperto dos cabos disjuntores automáticos contactores e motores, comando mecanismo da espessura do molde e lubrificação.				X	
Controlo e aperto dos cabos disjuntores automáticos contactores, temporizadores dos circuitos auxiliares.				X	
Controlo e aperto dos cabos sobre todos os fins de curso.			X		
Controlo e aperto dos cabos sobre todas as electroválvulas.			X		
Controlo da ligação de motores elétricos, regulação dos temporizadores e relés-térmico.					X
Controlo do funcionamento da instalação do aquecimento do cilindro de plastificação e eventuais zonas suplementares.					X
Controlo de vibração dos motores elétricos.				X	
Controlo de absorção das resistências de plastificação e eventuais zonas suplementares.				X	
Controlo da temperatura do cilindro de plastificação e eventuais zonas suplementares.			X		
Controlo e funcionamento de todos os seletores.			X		
Controlo do funcionamento dos transdutores de todos os botões.			X		

6.2 Ajustes mecânicos e hidráulicos

Por sua vez os ajustes mecânicos e hidráulicos também têm de seguir a mesma abordagem de horas de trabalho, tal como os dispositivos elétricos e eletrónicos, tal como apresentado na Tabela 2.

Tabela 2 - controlo por horas de trabalho dos dispositivos mecânicos [41]

Tabela 2 – Condições por horas de trabalho dos dispositivos mecânicos [41]					
200 Horas de trabalho					
600 Horas de trabalho					
1200 Horas de trabalho					
2500 Horas de trabalho					
6000 Horas de trabalho					
Operações	6000	2500	1200	600	200
Controlo do aperto das proteções fixas do cilindro de plastificação.				X	
Controlo de funcionamento da proteção da zona do bico injetor.				X	
Controlo de funcionamento da segurança hidráulica (válvula de segurança).				X	
Controlo de funcionamento da segurança mecânica do fecho (barra de segurança).				X	
Controlo de funcionamento do sensor fotoelétrico da rotação do bico de injeção.				X	
Controlo de aperto das proteções fixas do fecho.				X	
Controlo do nivelamento da máquina.				X	
Controlo do aperto dos parafusos de fixação da placa fixa.				X	
Controlo do paralelismo entre placas molde.			X		

200 Horas de trabalho					
600 Horas de trabalho					
1200 Horas de trabalho					
2500 Horas de trabalho					
6000 Horas de trabalho					
Operações	6000	2500	1200	600	200
Controlo do aperto dos tirantes do cilindro de fecho.			X		
Controlo dos parafusos que fixam as porcas das colunas e do mecanismo regulador da altura do molde.			X		
Controlo do funcionamento do mecanismo da altura do molde.					X
Controlo do aperto dos cilindros de encosto do bico.			X		
Controlo do aperto dos parafusos de fixação do conjunto de injeção.			X		
Controlo do aperto dos tirantes do cilindro de injeção.			X		
Controlo do aperto dos parafusos do cilindro de plastificação.			X		
Controlo de centralização/posicionamento do bico de injeção.				X	
Controlo das vedações da válvula do cilindro do extrator hidráulico.					X
Controlo do aperto dos parafusos do cilindro do extrator hidráulico				X	
Controlo da fixação haste de pistão do cilindro de fechamento.				X	
Controlo da regulação da sapata da placa móvel.			X		
Controlo da pressão do circuito pneumático (4 bar)					X

Pontos de fixação a serem avaliados no sistema de fecho

No que se refere ao sistema de fecho, a Figura 23 indica de uma forma simplificada e visual os pontos mais comuns a serem verificados [41].

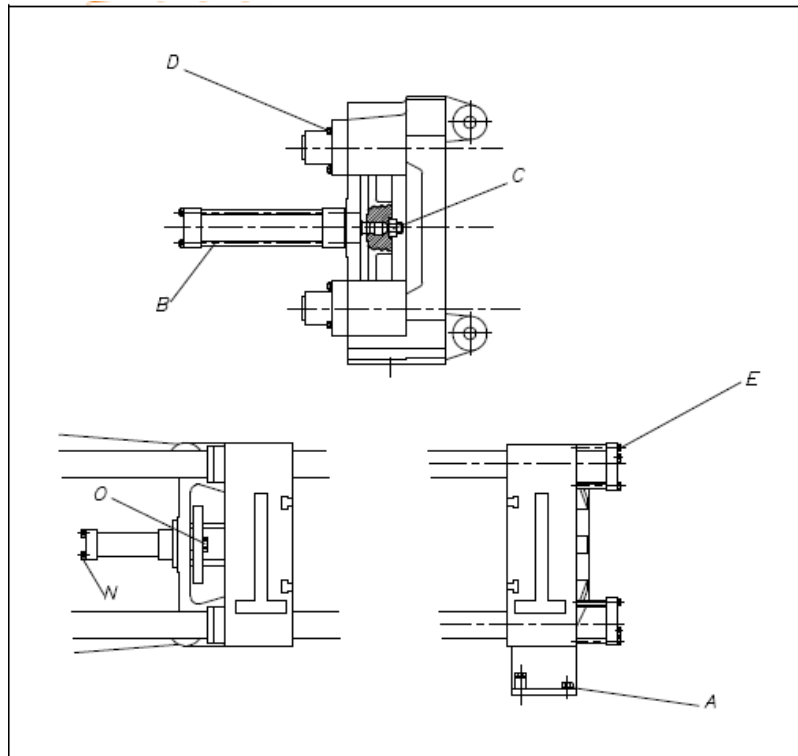


Figura 23 - Pontos a avaliar no sistema de fecho [41]

Pontos de fixação a serem avaliados parte injeção.

No que se refere ao sistema injeção, a Figura 24 indica de uma forma simplificada e visual os pontos mais comuns a serem verificados [41].

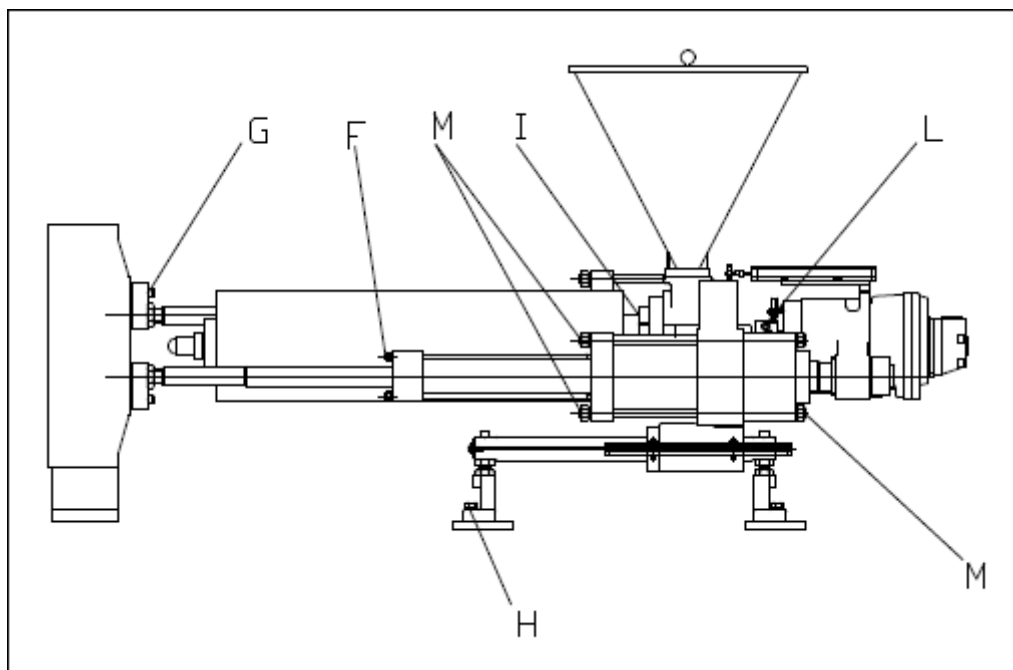


Figura 24 - Pontos a avaliar no sistema de injeção [41]

Para além dos pontos anteriores, é essencial que na avaliação dos sistemas mecânicos e hidráulicos se controlem (e avaliem) ainda [41]:

- A regulação das sapatas, bem como o seu controlo;
- O paralelismo entre as placas;
- O aperto dos tirantes do cilindro de fecho;
- O sistema de fixação da haste e do mecanismo regulador da altura do molde;
- O binário (torque) de fixação das falanges dos cilindros do encosto do bico;
- O binário de fixação do grupo de injeção;
- O binário de fixação do cilindro injetor;
- O binário de fixação do cilindro do extrator;
- A centralização/posicionamento do cilindro de injeção;
- A estanqueidade do conjunto peão, anel e válvula.

Relativamente aos sistemas hidráulicos, na Tabela 3 encontram-se resumidas as atividades de controlo por horas de trabalho.

Tabela 3 - controlo por horas de trabalho dos dispositivos hidráulicos [41]

Tabela 3 – Controlo por horas de trabalho dos dispositivos hidráulicos [11]					
200 Horas de trabalho					
600 Horas de trabalho					
1200 Horas de trabalho					
2500 Horas de trabalho					
6000 Horas de trabalho					
Operações	6000	2500	1200	600	200
Controlar e repor o nível de óleo no cárter					x
Substituição do óleo no sistema	x				
Controlar o estado das mangueiras e conexões	x				
Controlar o nível de ruído da bomba (vibração)					x
Controlar a tubagem da sucção da bomba				x	
Controlar o funcionamento da válvula proporcional de pressão		x			
Controlar a válvula proporcional de descarga		x			
Controlar a descarga da bomba			x		
Controlar o sensor de temperatura do óleo		x			

Tabela 4 - controlo do sistema mangueiras e conexões [41]

Ø Tubo (mm)	Rosca	Conexão com vedação mecânica (Nm)	Conexão com vedação (Nm)	Conexão no tubo (Nm) / Conexão na conexão (Nm)
6	1/4"	60	60	33
8	1/4"	60	60	44
10	3/8"	110	90	55
12	3/8"	110	90	71,5
12	1/2"	200	150	71,5
14	1/2"	200	150	88
16	1/2"	200	150	110
20	3/4"	320	200	172
25	1"	500	250	242
30	1.1/4"	600	500	330
38	1.1/2"	800	600	572

Deve-se verificar sempre se os binários de aperto são iguais aos relacionados na Tabela 4 em função, sempre, do diâmetro do tubo e do tipo de rosca.

Para além do referido é essencial que na avaliação dos sistemas hidráulicos se controlem (e avaliem) ainda [41]:

1. As válvulas proporcionais;
2. A regulação das bombas e análise dos conjuntos rotativos.

Uma das atividades de manutenção é a Lubrificação que, por vezes é considerada o “parente pobre”, mas que é essencial para o bom funcionamento do equipamento.

Na Tabela 5 encontram-se resumidas as atividades de Lubrificação por horas de trabalho.

Tabela 5 - controlo por horas de trabalho do sistema de lubrificação [41]

200 Horas de trabalho					
600 Horas de trabalho					
1200 Horas de trabalho					
2500 Horas de trabalho					
6000 Horas de trabalho					
Operações	6000	2500	1200	600	200
Lubrificação do sistema de regulação de altura do molde					x
Controlar e repor o nível de óleo do reservatório da unidade de lubrificação automático (pressão máxima 50 bars)					x
Limpeza do filtro da unidade de lubrificação			x		
Controlar o funcionamento do alarme de lubrificação			x		
Controlar e regular a frequência de lubrificação				x	
Controlar e repor o nível de óleo no lubrificador					x
Controlar a perda de óleo através do pressostato			x		

Para além do referido é essencial que na avaliação da Lubrificação se Controle (e avalie) ainda [41]:

- A frequência com que é feita a lubrificação e se o sistema de lubrificação bem como o alarme funciona adequadamente.

▪ A lubrificação dos pontos essenciais a lubrificar a cada 24 horas de trabalho. Por outro lado, a chumaceira do rolamento da injeção deve ser lubrificada a cada 3000 horas de trabalho. Para levar a cabo este procedimento deve-se retirar os bujões da área inferior (detalhe 1) conforme apresentado na Figura 25, e preencher com massa a chumaceira (detalhe 2), até que a massa antiga escoe totalmente pelo bujão.

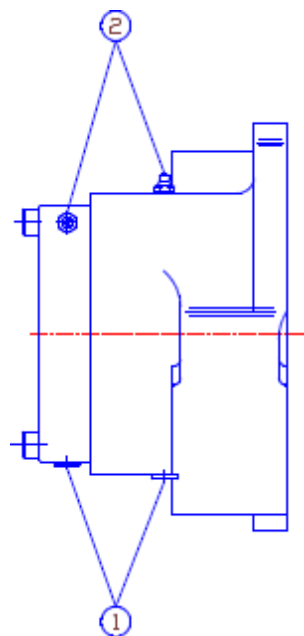


Figura 25 - Detalhe da Lubrificação da Chumaceira do rolamento da injeção

O sistema de controlo de refrigeração é também fundamental para a qualidade do produto que se fabrica e consequentemente para o funcionamento adequado do equipamento. Na tabela abaixo, Tabela 6, encontram-se resumidas as atividades de controlo do sistema de refrigeração por horas de trabalho.

Tabela 6 - controlo do sistema de refrigeração [41]

200 Horas de trabalho					
600 Horas de trabalho					
1200 Horas de trabalho					
2500 Horas de trabalho					
6000 Horas de trabalho					
Operações	6000	2500	1200	600	200
Controlar o funcionamento do permutador de calor				x	
Controlar o funcionamento do arrefecimento do cilindro de plastificação				x	
Controlar o pressostato da entrada de água				x	
Controlar o arrefecimento de possíveis zonas do molde			x		

Para além do referido é essencial que na avaliação do sistema de refrigeração se controle (e avalie) ainda [41] .

- O funcionamento do permutador de calor.
- O funcionamento do sistema de refrigeração do cilindro de plastificação.

7 Ações planeamento da preventiva na Tupperware

Nos capítulos anteriores foram abordados os conceitos e técnicas de manutenção que foram implementados neste estágio. No capítulo 6 abordou-se de forma simplificada as tarefas de manutenção na máquina de injeção de moldes, equipamento este essencial na Tupperware. Com base no descrito nestes capítulos e nos conceitos de manutenção abordados no capítulo 3 fez-se um levantamento exaustivo e uma apresentação de resultados de como se procedeu para implementar a manutenção preventiva dos equipamentos nomeadamente na(s) máquina /robô na empresa.

7.1 Planeamento

A primeira abordagem implementada foi fazer um plano anual para a manutenção preventiva das máquinas, tal como mostrado na Figura 26.

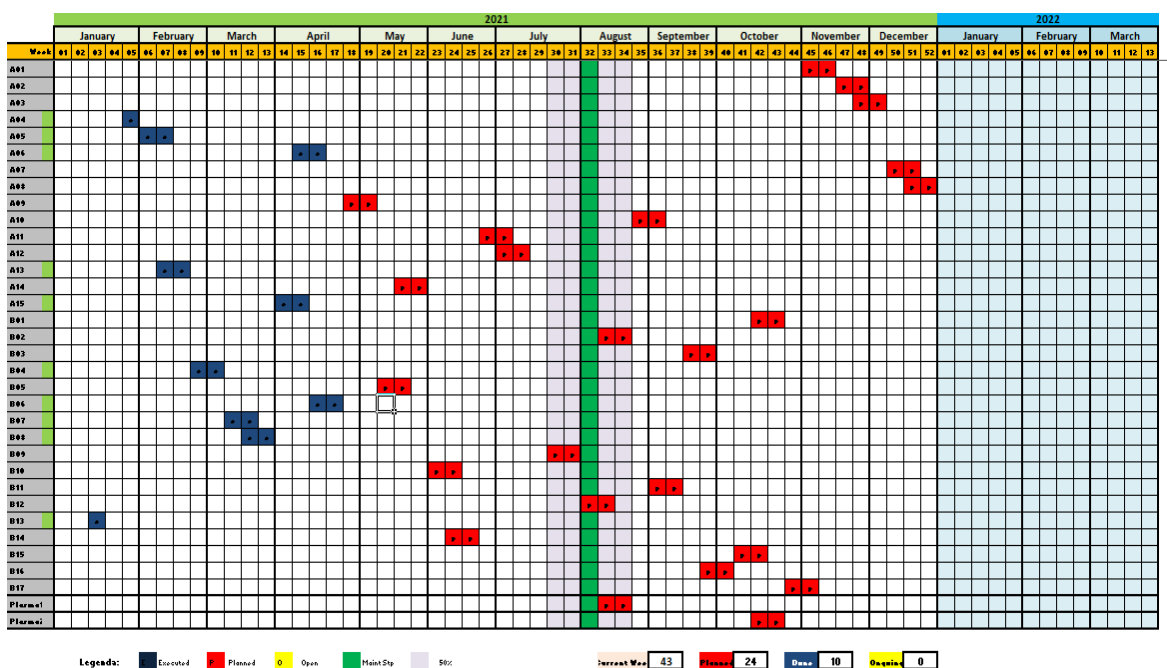


Figura 26 - Planeamento anual da manutenção preventiva

Na Tupperware, a planificação da manutenção preventiva anual é feita em todas as máquinas a cada 6000 horas de produção.

O valor das horas efetuadas por cada máquina é registado automaticamente no BMS-Sistema de monitoramento Belgas (ex-grupo Barco) *Plant Master* (sistema de monitorização das máquinas ativas na linha de produção, indicando as horas de produção efetiva e da não produção, indica também o nº de paragens e qual a razão da paragem, i.e., se for de avaria, controlo da qualidade, falta de matéria prima e outros) é então inserido no *JDEdwards – Cam* (*software* de gestão geral da fabrica), na avaliação das máquinas é feita semanalmente uma verificação da fiabilidade dos equipamentos através do histórico de paragens/*downtime* para que se possa detetar anomalias (tais como problemas recorrentes) que possam levar a antecipar ou planear a intervenção. Esta informação é atualizada manualmente pelo menos uma vez por mês para garantir uma maior precisão, ao atingir 85% das horas previstas antes da realização da manutenção principal, o software emite um alerta para que o encarregado de manutenção possa preparar e planear as ações necessárias para a realização da manutenção.

As imagens apresentadas nas figuras seguintes foram tiradas no gabinete de produção, mas os “documentos” apresentados nas imagens estão, para além do gabinete de produção, espalhadas pela zona fabril de modo a que os operadores os possam consultar ou mesmo inserir dados.

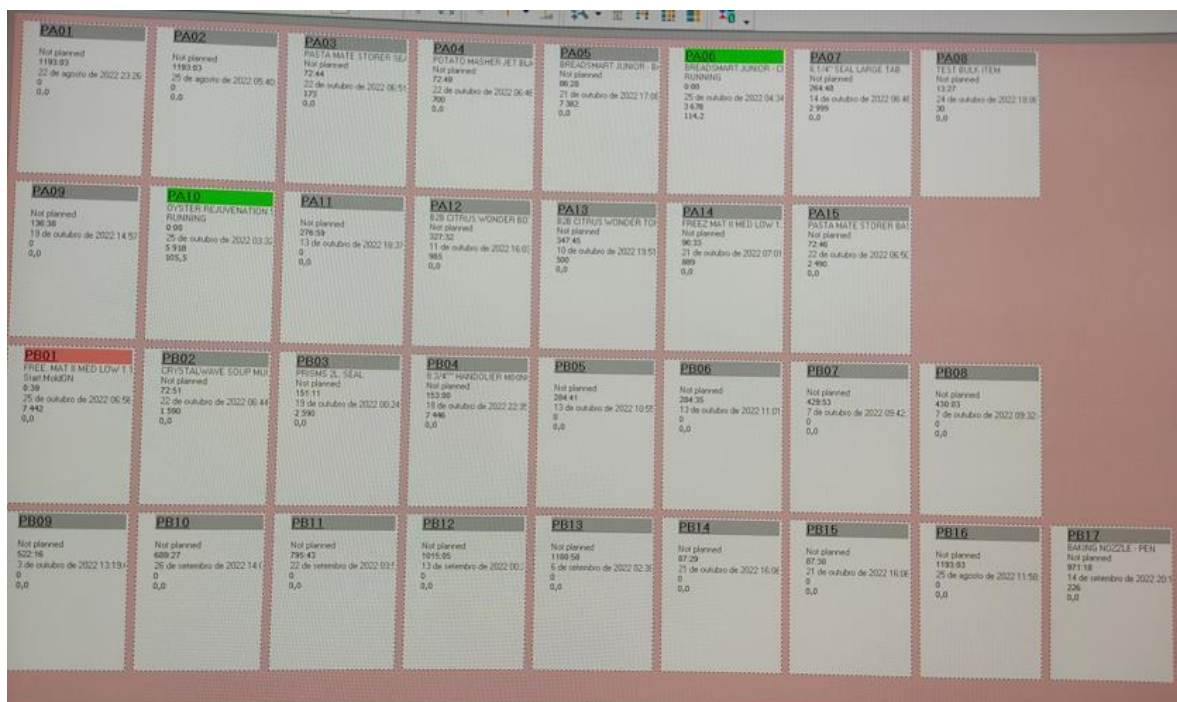


Figura 27 - Monitorização da Nave de Produção

A imagem apresentada na Figura 27, representa o Barco da empresa, que permite visualizar em tempo real o que se está a passar nas naves de produção ou seja permite saber se a máquina está a produzir, se não estiver a produzir então os técnicos (produção/montadores de moldes/qualidade/manutenção e abastecedores de matéria), envolvidos na produção inserem códigos com avaria, caso esta esteja a mudar de molde, de cor, se estiver parada por qualidade, ou seja a qualidade manda parar a produção dessa máquina se esta estiver a produzir com não conformidades. Existem vários monitores ao longo da fábrica a projetar esta imagem de modo a que tanto os técnicos de produção, como os técnicos de manutenção, possam ver o que se está a passar na Nave de produção e que possam visualizar se a máquina está à muito tempo com avaria. Se se verificar que o técnico de produção ainda não tiver informado da avaria, o técnico de manutenção vai deslocar-se ao local para verificar se existe alguma anomalia (avaria) ou não.

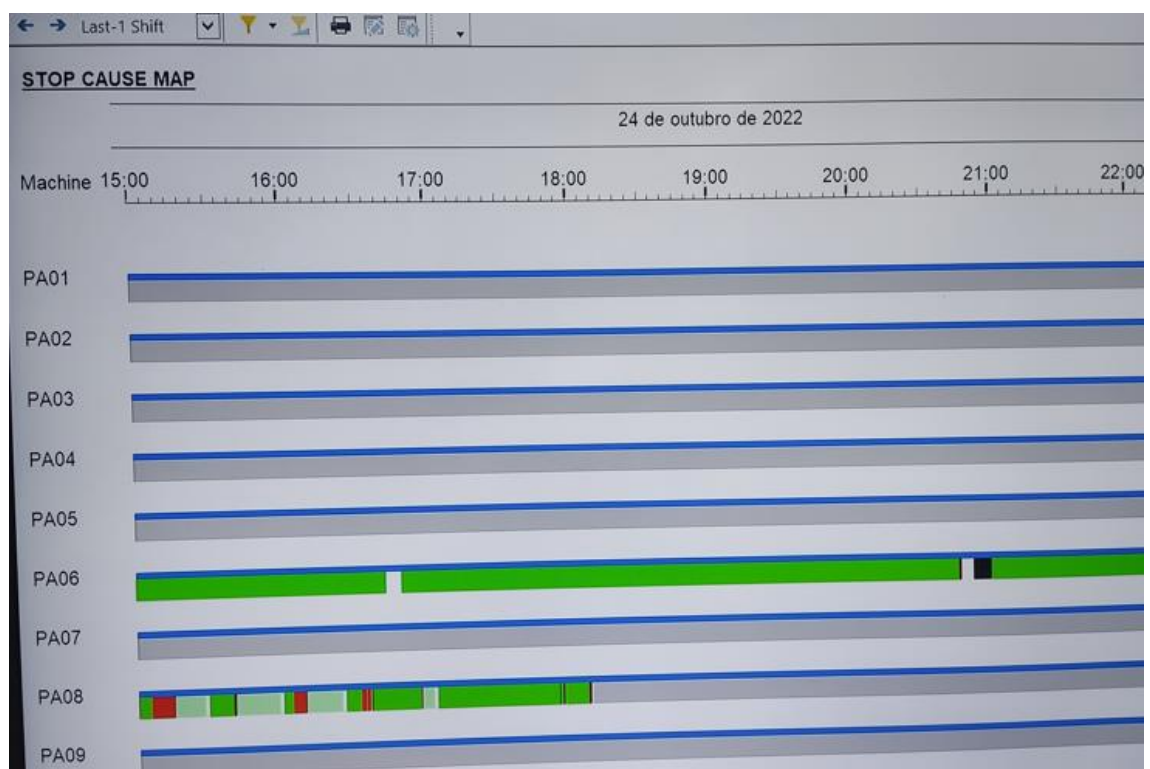


Figura 28 - Mapa de paragens das máquinas

A Figura 28 representa, individualmente, os tempos de paragem de cada máquina. A verde é quando a máquina está a produzir, quando se encontra a vermelho é quando a máquina parou e/ou o técnico de produção ainda não chegou à máquina, ou caso tenha chegado está a tentar rearrancá-la e verificar se tem alguma avaria mais complexa. Caso esta avaria exista

informa a equipa de manutenção corretiva. Para além das cores presentes na imagem, ainda existem outras cores, dependendo dos tipos de paragem já anteriormente mencionados.

Maq	T Molde	Abv Parag.	POR %	S Time	Time rap	Pcs ap	HR	S_1	T Peças	asBoas	sScrap	Prod. f	Prod. il	Cycle 3td	Cycle @	Cycle	Shots	t Cycle
PA01 A		NPla	100,0	0,0	0,00	0,00	0	0	0	0	0	0,00	0,0	23,69	0,00	0,00	0	0,00
PA02 A		NPla	100,0	0,0	0,00	0,00	0	0	0	0	0	0,00	0,0	25,11	0,00	0,00	0	0,00
PA03 A	5504652A0U	NPla	100,0	0,0	0,00	0,00	0	0	0	0	0	0,00	0,0	18,57	19,74	0,00	0	0,00
PA04 A	5503519A0U	NPla	100,0	0,0	0,00	0,00	0	0	0	0	0	0,00	0,0	45,66	47,05	0,00	0	0,00
PA05 A	5508482A0U	NPla	100,0	0,0	0,00	0,00	0	0	0	0	0	0,00	0,0	34,66	39,00	0,00	0	0,00
PA06 A	5508480A0U		0,0	0,0	0,00	0,00	0	260	260	0	0	0,36	116,3	33,13	39,00	33,54	65	5,55
PA07 A	5502541C0U	NPla	100,0	0,0	0,00	0,00	0	0	0	0	0	0,00	0,0	17,54	17,95	0,00	0	0,00
PA08 A	5502415A0U	NPla	100,0	0,0	0,00	0,00	0	0	0	0	0	0,00	0,0	23,11	23,00	0,00	0	0,00
PA09 A		NPla	100,0	0,0	0,00	0,00	0	0	0	0	0	0,00	0,0	47,78	0,00	0,00	0	0,00
PA10 A	5507109A0U		0,0	0,0	0,00	0,00	0	360	360	0	0	0,36	104,2	23,97	25,22	24,20	90	1,32
PA11 A		NPla	100,0	0,0	0,00	0,00	0	0	0	0	0	0,00	0,0	30,91	0,00	0,00	0	0,00
PA12 A	5505415A0U	NPla	100,0	0,0	0,00	0,00	0	0	0	0	0	0,00	0,0	27,94	27,65	0,00	0	0,00
PA13 A	5505414A0U	NPla	100,0	0,0	0,00	0,00	0	0	0	0	0	0,00	0,0	16,50	19,89	0,00	0	0,00
PA14 A	5507870A0U	NPla	100,0	0,0	0,00	0,00	0	0	0	0	0	0,00	0,0	32,45	21,50	0,00	0	0,00
PA15 A	5504651A0U	NPla	100,0	0,0	0,00	0,00	0	0	0	0	0	0,00	0,0	42,98	43,75	0,00	0	0,00
PB01 A	5507869A0U	MoON	100,0	0,0	0,00	0,00	0	0	0	0	0	0,00	0,0	25,62	24,74	0,00	0	0,00
PB02 A	5503155B0U	NPla	100,0	0,0	0,00	0,00	0	0	0	0	0	0,00	0,0	28,76	29,59	0,00	0	0,00
PB03 A	5505754A0U	NPla	100,0	0,0	0,00	0,00	0	0	0	0	0	0,00	0,0	22,17	19,40	0,00	0	0,00
PB04 A	5500272M0U	NPla	100,0	0,0	0,00	0,00	0	0	0	0	0	0,00	0,0	25,81	25,71	0,00	0	0,00
PB05 A		NPla	100,0	0,0	0,00	0,00	0	0	0	0	0	0,00	0,0	24,69	0,00	0,00	0	0,00
PB06 A		NPla	100,0	0,0	0,00	0,00	0	0	0	0	0	0,00	0,0	25,09	0,00	0,00	0	0,00
PB07 A		NPla	100,0	0,0	0,00	0,00	0	0	0	0	0	0,00	0,0	24,94	0,00	0,00	0	0,00
PB08 A		NPla	100,0	0,0	0,00	0,00	0	0	0	0	0	0,00	0,0	46,82	0,00	0,00	0	0,00
PB09 A		NPla	100,0	0,0	0,00	0,00	0	0	0	0	0	0,00	0,0	65,20	0,00	0,00	0	0,00
PB10 A		NPla	100,0	0,0	0,00	0,00	0	0	0	0	0	0,00	0,0	17,86	0,00	0,00	0	0,00

Figura 29 - Indicadores de produção

A Figura 29 representa os vários indicadores presentes na Produção, tais como o ciclo standard de cada máquina e o ciclo do que ela está no momento a fazer, calculando e indicando a eficiência de cada máquina e conjugando com o número de peças boas e o número de paragens. A imagem permite ainda ver a eficiência total da fábrica até aquele momento.

[illegible]

Figura 30 - Indicadores de qualidade

Por sua vez a Figura 30 comparativamente com a anterior é mais direcionada para a qualidade, visto que indica as não conformidades durante a produção.

7.2 Manutenção Preventiva

O plano de manutenção preventiva na Tupperware tem como objetivo principal realizar as tarefas preventivas das máquinas de produção de modo que haja menos paragens devido à manutenção corretiva para que não afete e que assegure a linha de produção.

Na Tupperware existem 32 máquinas de injeção das quais existem 3 tipos, a maioria das máquinas, 25, são ES (Joelheiras) (ilustrado na Figura 31 e Figura 32), existem 6 *Engel Duo* (ilustrado com a descrição na Figura 34), e 1 *Windsor*, representada na Figura 35.

Nas Figuras seguintes, são apresentadas algumas imagens de algumas máquinas de injeção, bem como alguns detalhes das mesmas. Dado que as imagens são bastante elucidativas, não será apresentado/escrito a descrição das mesmas.

Engel Es (joelheiras):

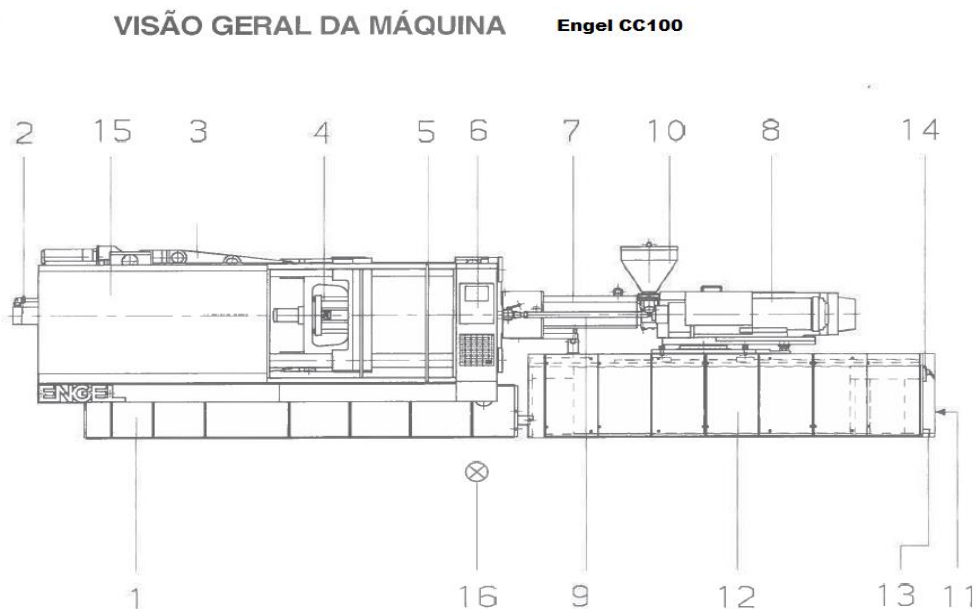
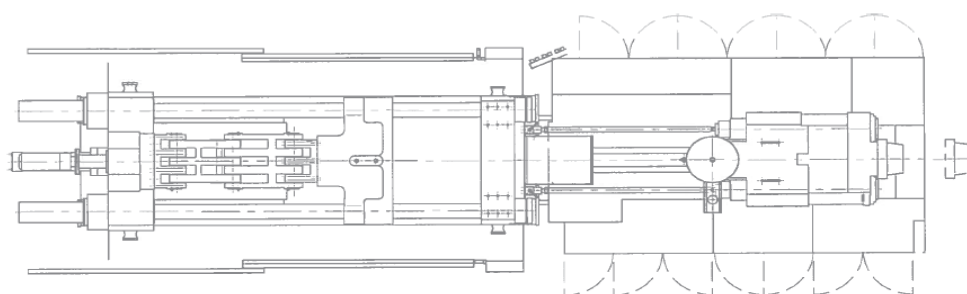


Figura 31 - Máquina Injetora Engel de joelheiras [40]



- | | |
|-----------------------------|--|
| 1 aro de fecho | 9 Cilindro de encosto do bico |
| 2 Cilindro de fecham. | 10 Tremonha |
| 3 articulação | 11 Sistema hidráulico |
| 4 extractor hidráulico | 12 Elétrico/ eletrônico |
| 5 Cobertura móvel | 13 Ligação à rede |
| 6 Microcomputador | 14 Chave geral |
| 7 Cilindro de plastificação | 15 Coberturas fixas |
| 8 Unidade de injeção | 16 Local de trabalho - pessoal de operação |

Figura 32 - Descrição da Máquina injetora Engel de joelheiras [40]

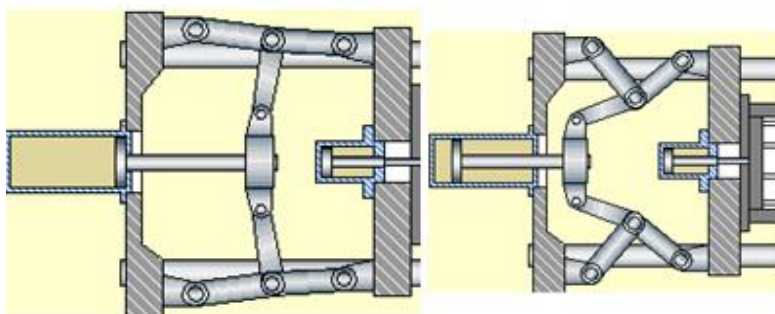


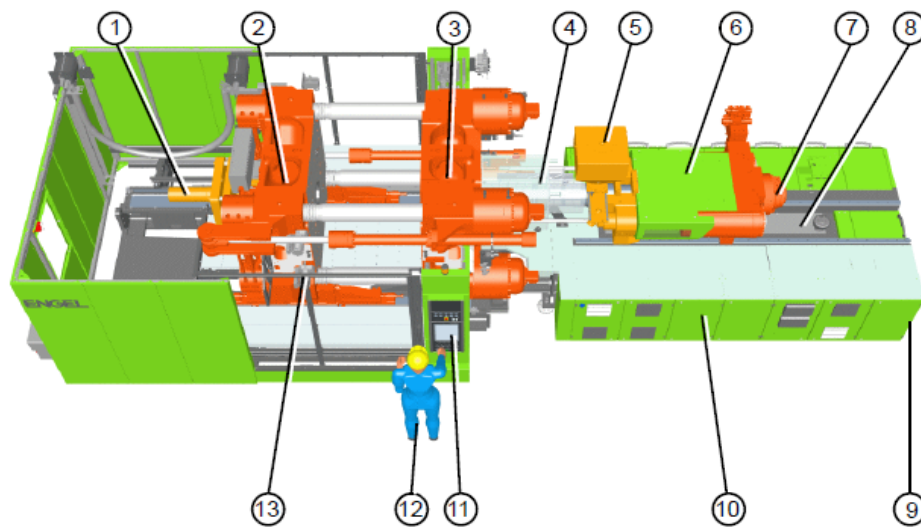
Figura 33 - Sistema de articulação das joelheiras [42]

A Figura 33 exhibe o detalhe da parte de articulação, ou seja, as (joelheiras), i.e. o sistema de fecho do molde.

Engel Duo:

UNID. FECHO

Lado de injeção



- [1] Extrator e acoplamento do extrator
- [2] Placa móvel porta molde
- [3] Placa fixa porta molde
- [4] Cilindro de massa com bico
- [5] Recipiente de material
- [6] Unidade de injeção
- [7] Acionamento das roscas para a dosagem
- [8] Reservatório de óleo hidráulico
- [9] Chave geral
- [10] caixa de distribuição
- [11] Painel de comando com tela
- [12] Local de trabalho do pessoal de operação
- [13] Cobertura móvel de proteção lado de fechamento

Figura 34 - Descrição de uma Máquina Engel Duo [40]

Windsor:

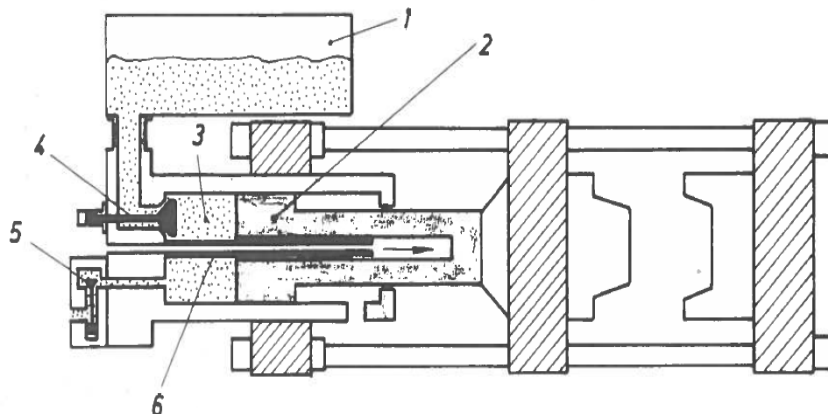


Figura 35 - Máquina de piston Windsor [43]

Onde:

1. Tanque de pré - enchimento
2. Cilindro da prensa
3. Área grande Cilindro da prensa
4. Válvula de pré enchimento
5. Válvula de descompressão
6. Área pequena do cilindro da prensa

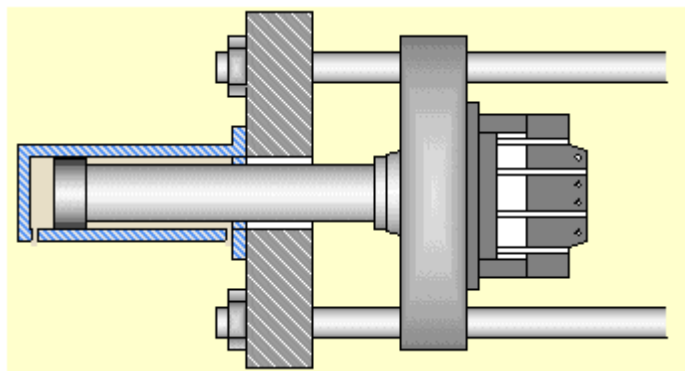


Figura 36 - Ilustração do fecho hidráulico [44]

A Figura 36 apresenta a imagem do sistema de fecho de hidráulico direto.

No decorrer do estágio constatou-se que a metodologia praticada na Tupperware tem como base a estrutura do Ciclo PDCA, como está ilustrado na Figura 37, com vista a ter um planeamento bem estruturado, com as atividades e rotinas de trabalho bem definidas, envolvendo todo o Departamento de Manutenção.

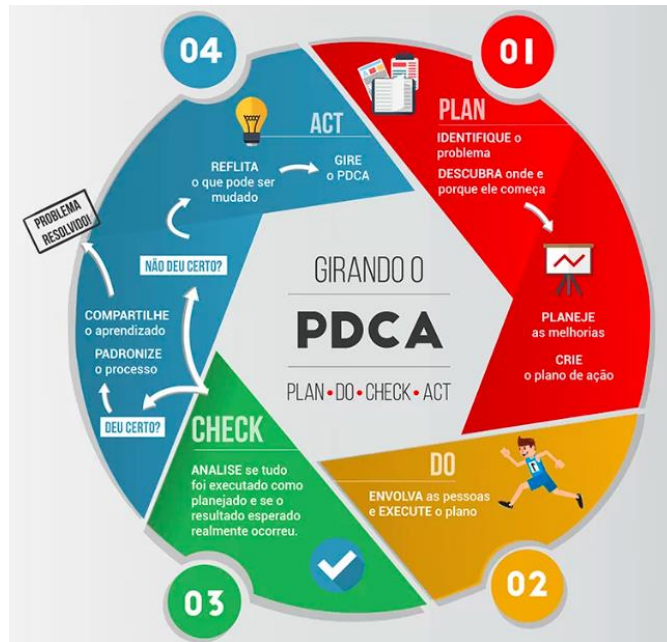


Figura 37 - Ciclo PDCA [45]

Primeira Etapa: *Plan*

Levantamento (Técnico + Supervisor de Manutenção) [46]

- Levantamento do histórico de OT 's;
- Avaliação do estado do equipamento, recorrendo a fotos;
- Levantamento e encomenda dos materiais necessários;
- Definição das atividades prioritárias, consoante necessidade apresentada pela avaliação e histórico.

Segunda Etapa: *DO*

Execução (Todos os técnicos de manutenção disponíveis, dando prioridade à manutenção corretiva, quando alguma máquina estiver com avaria).

- Intervenção para manutenção preventiva conforme *check-list*;
- Avaliação mais detalhada do estado de peças e componentes, que não são possíveis avaliar na primeira etapa;
- Pedido de peças, quando necessário.

Terceira Etapa: *Check*

Verificação e Execução (Técnico Manutenção + Produção)

- Análise de desempenho do equipamento;
- Acompanhamento através de indicadores de desempenho.

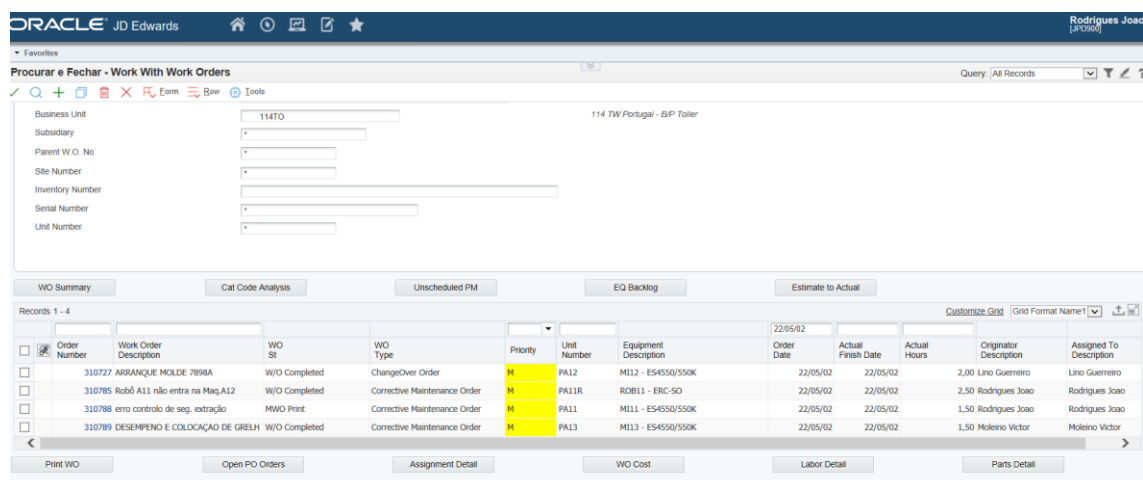
Quarta Etapa: *Act*

Afinações (Técnico Manutenção + Produção)

- Realização de ajustes finos;
- Possíveis aplicações de ações de melhorias;
- Entrega de equipamento à produção.

Estas quatro etapas se realizam da seguinte forma [46]:

1ª Etapa *PLAN*: Planeamento, este processo realiza-se cinco dias antes da data planeada para a manutenção preventiva. Nesta etapa, verificam-se as OT's, ilustrado na Figura 38 e Figura 39, da corretiva e da preditiva referente a uma dada máquina, onde é realizado o levantamento das peças necessárias, acompanhado por um técnico do departamento de manutenção mais o seu supervisor, onde junto do mesmo também é realizado uma avaliação do estado do equipamento e, se necessário, realizado um ajuste ao *check-list* das atividades. Ainda nesta fase, são encomendadas as peças de reposição necessárias.



The screenshot displays the Oracle JD Edwards 'Work With Work Orders' window. It features a search bar at the top with fields for Business Unit, Subsidiary, Parent W.O. No, Site Number, Inventory Number, Serial Number, and Unit Number. Below the search bar, there are tabs for 'WO Summary', 'Cat Code Analysis', 'Unscheduled PM', 'EQ Backlog', and 'Estimate to Actual'. The main area shows a table of records with columns: Order Number, Work Order Description, WO St, WO Type, Priority, Unit Number, Equipment Description, Order Date, Actual Finish Date, Actual Hours, Originator Description, and Assigned To Description. The table contains four records, all with a priority of 'H' and a status of 'W/O Completed'. The records are for various maintenance tasks, including 'ARRANQUE MOLDE 7898A', 'Robô A11 não entra na Maq.A12', 'erro controlo de seq. extração', and 'DESEMPENHO E COLOCAÇÃO DE GREIH'.

Order Number	Work Order Description	WO St	WO Type	Priority	Unit Number	Equipment Description	Order Date	Actual Finish Date	Actual Hours	Originator Description	Assigned To Description
310727	ARRANQUE MOLDE 7898A	W/O Completed	ChangeOver Order	H	PA12	M112 - ES4550/550K	22/05/02	22/05/02	2,00	Lino Guerreiro	Lino Guerreiro
310785	Robô A11 não entra na Maq.A12	W/O Completed	Corrective Maintenance Order	H	PA11R	ROB11 - ERIC-SO	22/05/02	22/05/02	2,50	Rodrigues Joao	Rodrigues Joao
310788	erro controlo de seq. extração	W/O Print	Corrective Maintenance Order	H	PA11	M111 - ES4550/550K	22/05/02	22/05/02	1,50	Rodrigues Joao	Rodrigues Joao
310789	DESEMPENHO E COLOCAÇÃO DE GREIH	W/O Completed	Corrective Maintenance Order	H	PA13	M113 - ES4550/550K	22/05/02	22/05/02	1,50	Moleiro Victor	Moleiro Victor

Figura 38 - Ordens de trabalho de corretiva no *software JDE*

ORACLE JD Edwards

Rodrigues Joao [JF0300]

Procurar e Fechar - Work Order Revisions

Work With Work Orders Work Order Revisions

Order Number 310780 MW Type 1 Corrective Maintenance Order

Order Detail Planning Classification Accounting Attachment

Text

Counter New

Tinha o erro controlo Seq. Extração - input bLS

Teve-se que retirar o contolo de extração no set-up.

Last Modified 22/05/02 22:20:50 by UIR010

Figura 39 - Descrição detalhada de uma OT corretiva no JDE

Em seguida serão apresentados como exemplo algumas fotos da máquina (Figura 40) e do Robô (Figura 41) em que se interveio durante o estágio. Algumas fotos referem-se ao melhoramento e outras são referentes à reparação ou substituição:



Figura 40 - fotos de ação corretiva e melhoramento

Exemplos nos Robôs:

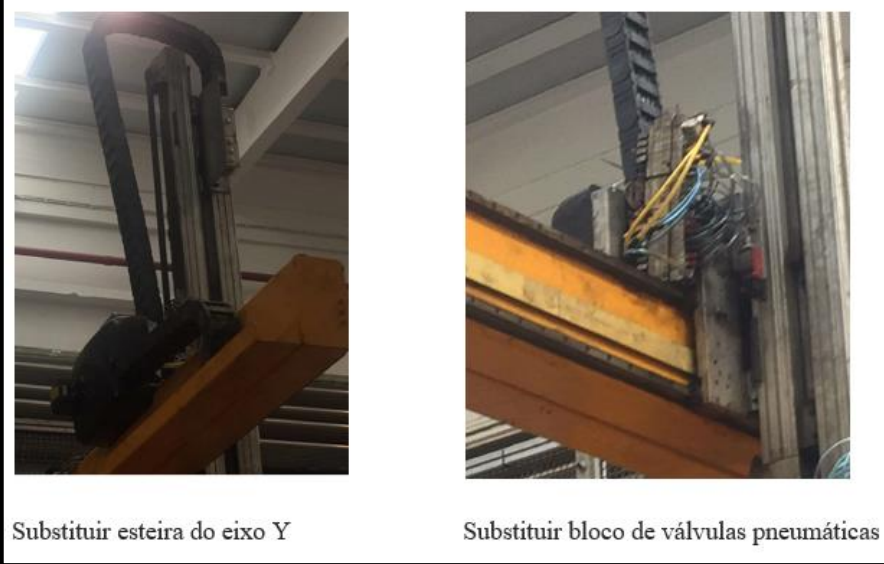


Figura 41 - Fotos para preventiva



Figura 42 - Filtro de óleo do cárter

Imagem do lado esquerdo (Figura 42) mostra o trabalho a executar:

- Verificar o sensor do filtro que está inoperacional;
- Mudar o óleo do cárter.



Figura 43 - Piston da unidade de injeção

A Figura 43 representa uma anomalia que tinha sido detetado algum tempo atrás, foi reportado numa OT de corretiva, é então marcado com fita vermelha nesta 1 fase, para ser executado na segunda fase, a reparação do piston que tem uma fuga de óleo.



Figura 44 - Tubos hidráulicos

Na Figura 44 foram detetadas fugas em vários tubos de óleo a substituir, sendo marcados a vermelho de modo a que seja mais fácil de detetar quais substituir. Os tubos em questão apresentavam alguma degradação que serão substituídos na intervenção da preventiva.

2ª Etapa DO: Execução da manutenção preventiva, onde a máquina é liberada pela produção logo no início do turno de trabalho. As manutenções são realizadas consoante o *check-list*. Com o equipamento desmontado, o técnico responsável realiza uma nova avaliação mais detalhada do estado das peças e componentes que não foram possíveis avaliar num primeiro

momento e, se necessário, substituir ou reparar as mesmas. Nesta fase as fotos seguintes ilustram a maior parte do trabalho na fase da manutenção preventiva.

Começa-se pela *checklist*, Figura 45, da máquina que está dividido por PME que é manutenção eletromecânica, PHY manutenção hidráulica, PEL manutenção elétrica, PPN manutenção Pneumática, PSF calibrações.

Manutenção preventiva Máquina B02 - OT 245256			
Work Center	Column32	Horas	Nome
PHY	Verificar antecipadamente as fugas de óleo e sua possível causa	1	
PHY	Verificar antecipadamente as mangueras hidráulicas danificadas	0,1	
PME	Lubrificar a máquina de acordo com o plano de lubrificação	0,75	
PME	Verifique o acoplamento bomba-motor	0,25	
PME	Remova as tampas do ventilador dos motores e limpe ventiladores e tampas	2	
PME	Remover e limpar cilindro e senfim	4	
PME	Verifique o estado do cobertor de isolamento do cilindro	0,1	
PME	Verifique a condição de proteção da unidade de injeção	0,1	
PME	Verifique parafusos da cabeça do cilindro e substitua se necessário	0,25	
PME	Verifique o alinhamento do do cilindro com o anel de centragem do molde	3	
PME	Verifique a ligação das joelheiras ao prato móvel - verificar parafusos	3,5	
PME	Verifique o estado das linhas de lubrificação das joelheiras	0,1	
PME	Substitua todos os filtros de ventilação do quadro eléctrico e funcionamento dos ventiladores	0,42	
PME	Verifique o estado do acrílico da porta da frente e de trás	0,1	
PME	Verifique a condição das dobradiças em todas as portas dos armários	0,1	
PHY	Mude o óleo se necessário (análise de óleo) / verifique o nível de óleo	3	
PHY	Substituir filtros de aspiração	2	
PHY	Substituir o filtro de ventilação do tanque de óleo	0,1	
PHY	Substituir todas as linhas de descarga ao tanque danificadas	0,1	
PHY	Verificar a manutenção da pressão de contato do bico de acordo com o procedimento	0,5	
PHY	Verifique as pressões da bomba e entregue de acordo com o procedimento	1	
PME	Verifique a condição dos transdutores de curso (mola, fixação).	0,1	
PME	Verifique a condição das tomadas da máquina	0,1	
PME	Verifique a fixação os termopares no cilindro (tensão da mola e acoplamento da baloneta)	0,1	
PEL	Verifique o funcionamento das zonas do aquecimento do cilindro	0,1	
PEL	Verifique todos os cabos (válvulas / pressão-e transdutores de curso) entre as bombas e as cartas	1,08	
PEL	Verificar armários elétricos: esteiras de cabos com tampas	0,1	
PEL	Verificar armários elétricos: substituição de suportes de relés partidos	0,1	
PEL	Verificar armários elétricos: todos os componentes devem ser numerados	0,25	
PEL	Verifique a fonte de alimentação DC (componente CA menos que 1Volt)	0,3	
PEL	Calibração de todos os transdutores de curso	2	
PME	Verificar planicidade e o paralelismo do prato de acordo com o procedimento	3	
PEL	Linearização manual da válvula proporcional Y1 para o movimento do molde	1	
PEL	Linearização automática da válvula proporcional Y4 para injeção	2	
PEL	Linearização manual da válvula proporcional Y4 para descompressão	0,5	
PSF	Linearização automática da válvula proporcional Y2 para injeção	1	
PPN	Linearização automática da válvula proporcional Y3 para injeção	0,2	
PPN	Linearização automática da válvula proporcional K1 para injeção	1	
PME	Linearização automática da válvula proporcional K2 para injeção	0,5	
PME	Verifique o funcionamento de todas as proteções da máquina de acordo com a lista de verificação padrão Tupperware	2	
PME	Verificar e reparar fugas de ar, substituir os tubos que aparentam estar rígidos	3	
PEL	Limpeza da máquina	3	
PEL	Reparar consolas sincrospeed	2	
PEL	Verifique a condição dos tubos de refrigeração do molde e dos colectores de água	0,1	
PEL	Verifique os ventiladores do quadro eléctrico.	0,42	
PME	Verifique os botões de comando e indicadores luminosos	0,92	

PME	Verifique a condição dos fusíveis de aquecimento e relés estado sólido	0,12
PSF	Verifique a data da bateria do processador, mude se data for superior a 3 anos	0,25
PSF	Verifique a condição dos filtros das tie-bar, mude se necessário	2,33
PME	Limpe e lubrifique os motores	0,25
PEL	Teste de disjuntor diferencial	0,1
PEL	Limpeza quadro eléctrico	0,33
PEL	Limpeza de contactores	1
PEL	Verif. Apertos de circuitos potência	0,5
PME	Verificar nível da máquina	1
PEL	Verificar armários elétricos: esteiras de cabos com tampas	0,42
PEL	Medir resistências cilindro e substituir	3
PEL	Limpar Ac do syncro speed	1
PME	Limpar pratos	2
PEL	Remover e limpar cilindro e senfim	4
PEL	Remover e limpar cilindro e senfim	0,75
PHY	Substituir filtros de pressão	2
PEL	Desviar QE para limpar carter	3
PEL	Desviar QE para limpar carter	3
PEL	Desviar QE para limpar carter	2
pel	Desviar QE para limpar carter	3
pme	Limpar senfim	2
pme	Medir senfim + válvula	1
PMe	Alinhar unidade injeção	1,66
pel	Repara ficha de seguranças	2
pel	Montar rabeira	3
pel	reparar banda impacto porta	2,5
pel	limpar contactores	1
pel	Limpeza QE	3
pel	Limpar painel de comandos	0,25
pel	Substituir cabo da porta	1,33
pel	Verif. Apertos de circuitos potência	0,33
pel	Fazer suporte para relés e placa	1,25
pel	Montar QE no sitio	1
PEL	Apertar contactos	0,5
pel	Limpar QE e ventiladores	0,6

Figura 45 - Checklist

As fotos seguintes foram tiradas durante a execução dos trabalhos.

A primeira imagem, Figura 46, representa a unidade de injeção totalmente fora da máquina para se poder limpar e verificar as condições das resistências e registá-las conforme ilustra a Figura 47.

Na Figura 48 está ilustrada a tarefa de verificação do paralelismo entre pratos onde as medições serão registadas de acordo com a *checklist* representada na Figura 49, em que o desvio máximo absoluto é de 0.35 mm.

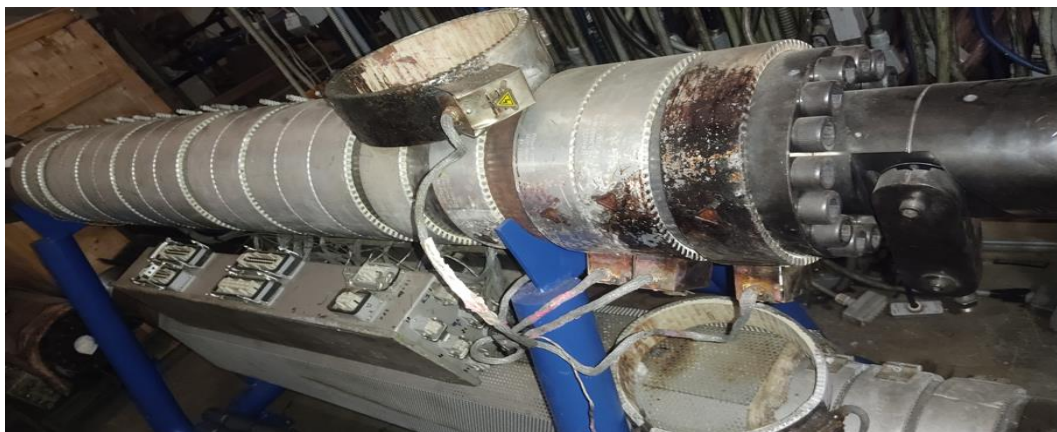


Figura 46 - Unidade de injeção

TupperwareBrands

Medição de resistências aquecimento do cilindro

Máquina : 802

Zona	Resistencia 1	Resistencia 2	Resistencia 3	Resistencia 4
Zona 1	P = 200 W V = 400 V R = 0,800 kΩ	P = 200 W V = 400 V R = 0,800 kΩ		
Zona 2	P = 1500 W V = 400 V R = 88,3 Ω			
Zona 3				
Zona 4	P = 2700 W V = 400 V R = 59,4 Ω	P = 2700 W V = 400 V R = 58,8 Ω	P = 2700 W V = 400 V R = 60 Ω	P = 2700 W V = 400 V R = 58,9 Ω
Zona 5	P = 2700 W V = 400 V R = 55,9 Ω	P = 2700 W V = 400 V R = 60,1 Ω	P = 2700 W V = 400 V R = 59,8 Ω	P = 2700 W V = 400 V R = 58,9 Ω
Zona 6	P = 2700 W V = 400 V R = 56,1 Ω	P = 2700 W V = 400 V R = 58,5 Ω	P = 2700 W V = 400 V R = 56,1 Ω	P = 2700 W V = 400 V R = 58,5 Ω
Zona 7	P = 2700 W V = 400 V R = 59,3 Ω	P = 2700 W V = 400 V R = 59,1 Ω	P = 2700 W V = 400 V R = 59,2 Ω	P = 2700 W V = 400 V R = 59 Ω
Zona 8	P = 2700 W V = 400 V R = 59,6 Ω	P = 2700 W V = 400 V R = 60,2 Ω	P = 2700 W V = 400 V R = 58,9 Ω	P = W V = V R = Ω

Ass: _____ Date 2 / 9 / 2021

Figura 47 - Relatório da medição das resistências



Figura 48 - paralelismo entre os pratos

REGISTO PARALELISMO DE PRATOS E ALCONGAMENTO DE TIE-BARS			
MÁQUINA: <u>B2</u>	N.º DE HORAS: <u>300.77</u>	MOLDE: <u> </u>	
DATA: <u>14-09-2021</u>	RÚBRICA: <u> </u>		

PARALELISMO DE PRATOS (desvio absoluto máximo 0.35 mm)		
LADO DOS COMANDOS PARTE DE BAIXO		
u u u u DE CIMA	+0,04	
LADO OPOSTO AOS COMANDOS PARTE BAIXO	-0,07	
u u u u DE CIMA	-0,06	

Planicidade dos Pratos	
Prato Móvel	Comentários _____ _____ _____ _____ _____
Prato Fixo	Comentários _____ _____ _____ _____ _____

Figura 49 - Registo do paralelismo entre pratos

A Figura 50 mostra o procedimento de verificar o centro entre pratos e depois na Figura 51 ilustra-se como controlar e ajustar o centro da unidade de injeção centrando o bico da unidade com o prato da parte fixa.



Figura 50 - Controlo do centro entre pratos

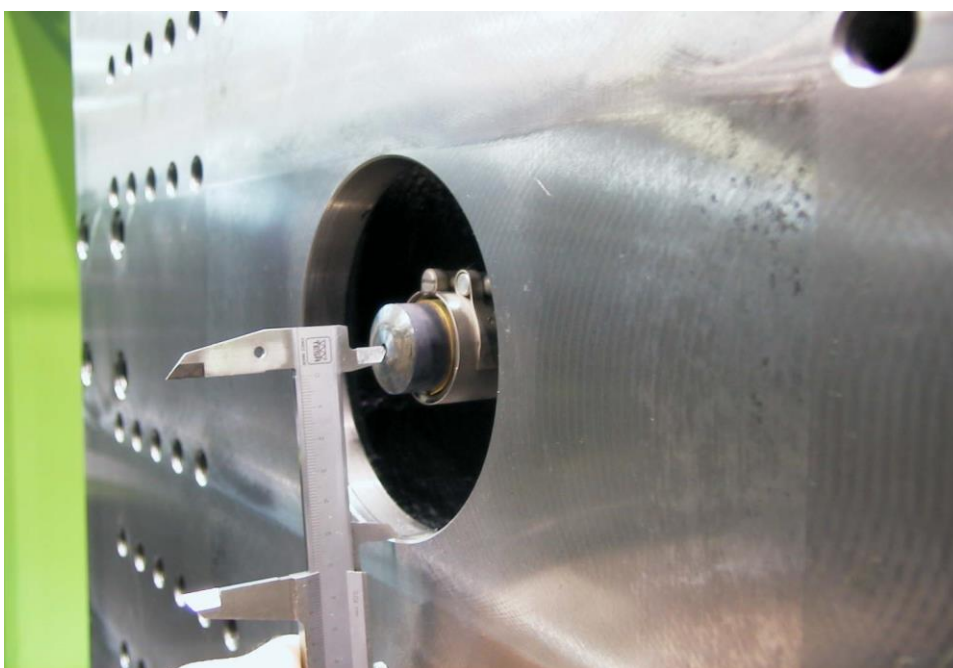


Figura 51 - Ajuste do centro da unidade de injeção

Os ajustes verticais estão representados na Figura 52 e Figura 53.

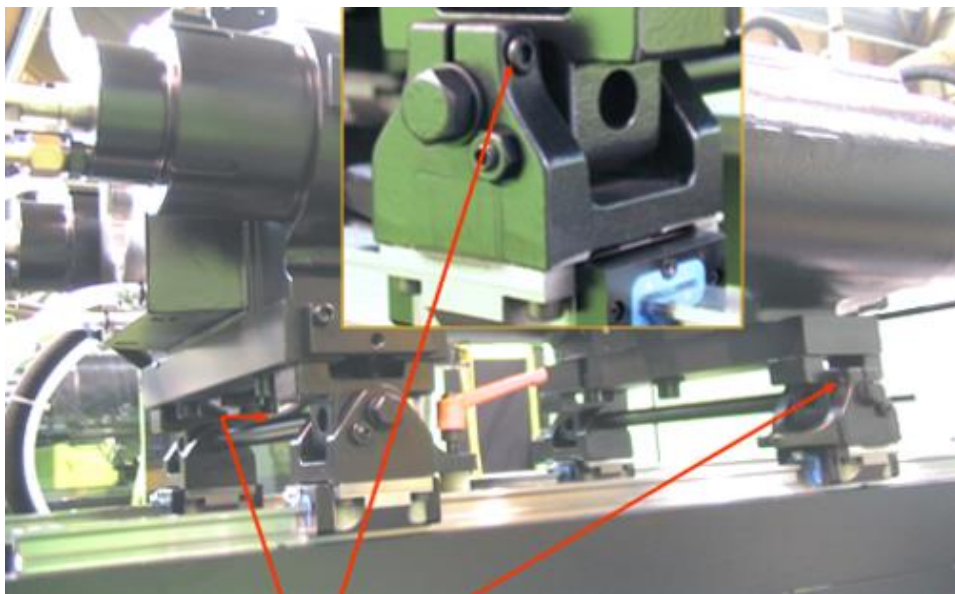


Figura 52 - ajuste da unidade na vertical [47]

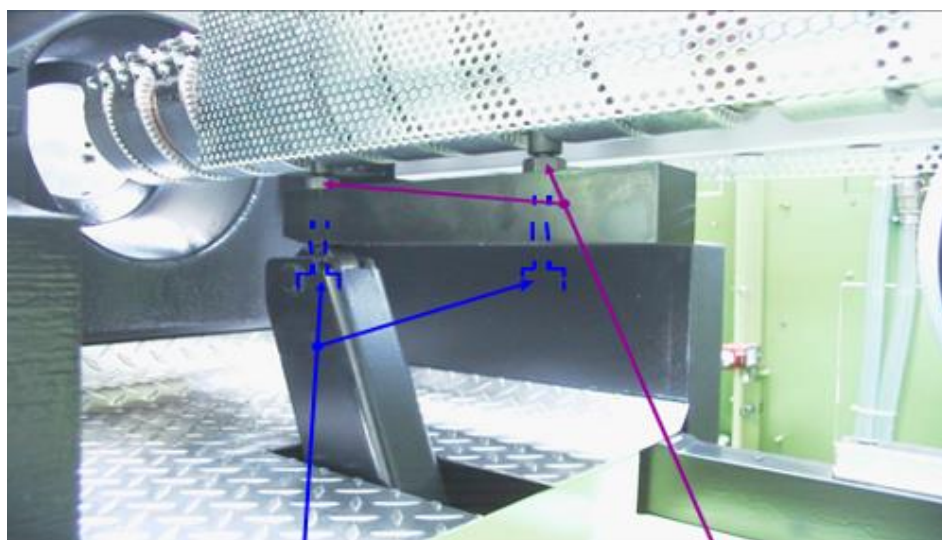


Figura 53 - ajuste na vertical da unidade injeção [47]

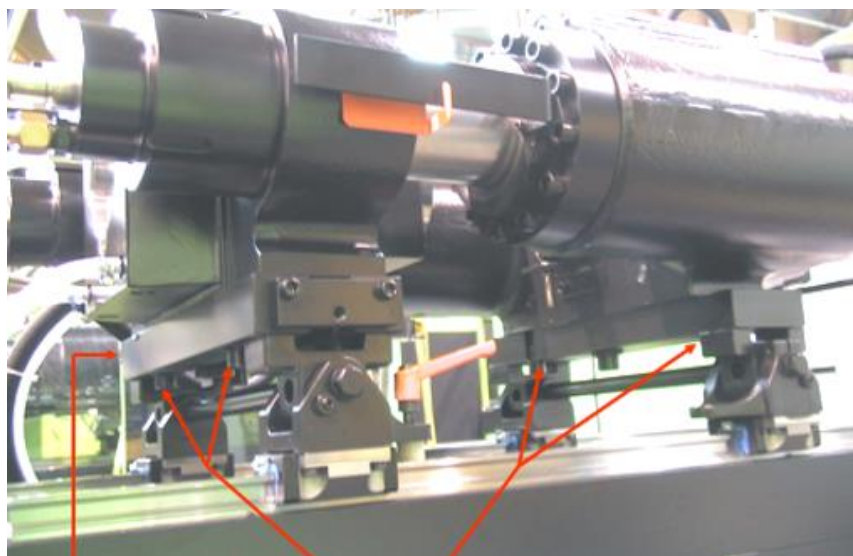


Figura 54 - Ajuste horizontal da unidade de injeção [47]

A Figura 54 ilustra os pontos de ajuste horizontal na unidade de injeção, que terá de ser registado, como mostra a Figura 55, e com comentários para uma futura análise.

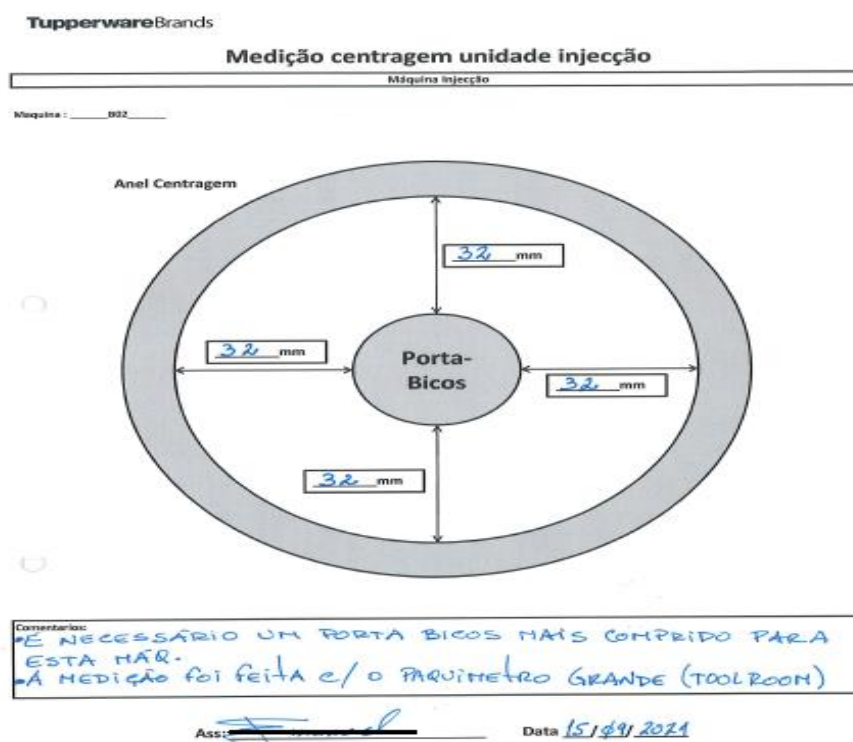


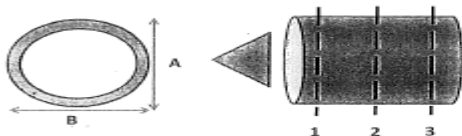
Figura 55 - Medição da centragem da unidade de injeção

Fazer a medição do cilindro, sem fim e válvula para verificar se está em condições ou se é para substituir, e registar, está ilustrado na Figura 56.

Form - Medição de Cilindro, Sem-Fim e Válvula

Maquina : B2 Data : 13/09/2021 Responsável: [assinatura]

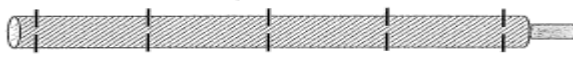
Válvula : 7-R-21



Medida			
	1	2	3
A	80.00	80.00	80.00
B	80.00	80.00	80.00

⊗ VÁLVULA NOVA

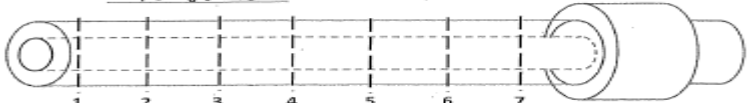
Sem-Fim : 12-M-18 ⊗ SUBSTITUÍDO POR SEM-FIM 4-M-18



Medidas : 79.43 79.63 79.73 79.78 79.69

$\phi = 2368 \mu m$ (2360 + PINHA = 2520 μm)

Cilindro : 10-80-18



Medidas :	1	2	3	4	5	6	7
	80.06	80.06	80.06	80.06	80.05	80.05	80.05

Figura 56 - Registo de sem-fim e válvula



Figura 57 - Cilindro e sem fim



Figura 58 - Válvula do sem fim

A Figura 57 e Figura 58 ilustram como o material deve estar limpo e tem que estar frio para fazer as respetivas medições.

Antes de chegar à máquina verificou-se o que estava registado na Ordem de trabalho, em que constava que a injeção variava muito, então teve-se a decisão de desmontar o piston de injeção e verificar o estado dele, como se mostra na Figura 59 .



Figura 59 - Piston de injeção

Verificou-se o que já se suspeitava, tinha uma fuga entre a camara de dentro para a de fora devido à degradação dos O´rings e vedantes Busac, consequentemente teve-se que limpar o cilindro e trocar todos elementos interiores isto é: Vedantes Busac, O´rings e guias (ilustrado na Figura 60).



Figura 60 - Piston de injeção reparado

Reparação de válvulas hidráulicas, isto é, aquelas que apresentam fuga ou mau estado, o que significa trocar todos o rings e verificar o funcionamento delas como se ilustra na Figura 61 e Figura 62.



Figura 61 - Reparação de válvulas hidráulicas



Figura 62 - Válvulas hidráulicas no bloco

Na Figura 63 mostra-se a substituição dos filtros de óleo, e em algumas máquinas substituir o óleo do carter pressupõe também substituir-se o sensor do filtro que estava referenciado numa OT.



Figura 63 - Substituição do filtro de óleo

3ª Etapa CHECK: Depois dos trabalhos feitos pela manutenção, a máquina é entregue à produção. Um elemento da equipa da produção normalmente um sénior é responsável por validar a manutenção preventiva realizada, e então arrancar com o equipamento. Após o arranque, o desempenho do equipamento é acompanhado por um técnico de manutenção que vai então fazer algumas calibrações e ajustes.

Esta etapa é aliciante porque é onde realmente se vai calibrar as bombas, movimentos do molde, calibração das velocidades de injeção e plastificação, e ainda verificar e validar todos os pontos da máquina e também, muito importante, verificar as seguranças dos parâmetros da máquina e em relação ao operador.

De seguida é apresentada a *checklist*, ilustrado na Figura 64, que é implementada e são dadas algumas explicações do tipo de bombas e sensores que são usados nas máquinas.

Máquina : B2
Nº Série : 23190

TupperwareBrands

Inspeção/Recepção Máquina Após Manutenção

Máquina Injeção			
Item	Manutenção OK/NOK	Produção OK/NOK	Observações
Transdutor movimento molde	OK	✓	
Transdutor extracção	OK	✓	CAGBARD
Transdutor injeção	OK	✓	
Transdutor unidade injeção	OK	✓	CAGBARD
Transdutor de altura de molde	OK	✓	Ajustado a cota correta
Nº rotação sem-fim (RPM)	OK	✓	Máquina solta (já estava acabada)
Alta pressão em repouso (kN)	OK	✓	OK
Alta pressão valor máximo (kN)	OK	✓	
Funcionamento injeção	OK	✓	CAGBARD
Funcionamento sucção	OK	✓	
Funcionamento pós pressão	OK	✓	
Funcionamento plastificação	OK	✓	
Funcionamento-extracção	OK	✓	
Funcionamento movimentos molde	OK	✓	
Funcionamento temperaturas cilindro	OK	✓	
Funcionamento da porta	OK	✓	Reparação Banda Elástica
Funcionamento lubrificação tie-bar	OK	✓	
Fugas de óleo	OK	✓	
Fugas de ar / valores Max : baixar 6BAR -> 5BAR em 1 min	40"	-	FALTA SUBST. 2 VALVULAS AR MOVCL
Manual, esquemas backup software na máquina e no arquivo		-	

Robot			
Item	Manutenção OK/NOK	Produção OK/NOK	Observações
Rotação Eixo A	OK	NO	
Rotação Eixo B	OK	✓	
Rotação Eixo C	OK	✓	
Controlo de vácuo 1	OK	✓	
Controlo de vácuo 2	OK	✓	
Aspiração Vácuo 1	OK	✓	
Aspiração Vácuo 2	OK	✓	
Aceleração/velocidade eixo X	OK	✓	
Acção/velocidade eixo Y	OK	✓	
Aceleração/velocidade eixo Z	OK	✓	
Vácuo 1 ref.: 800mBAR	0,916	OK	
Vácuo 2 ref.: 800mBAR	0,922	OK	
Vácuo 3 ref.: 800mBAR	0,923	OK	
Vácuo 4 ref.: 800mBAR	0,910	OK	
Ficha Interface cabeça	OK		
Fugas de ar / valores Max : baixar 6BAR -> 5BAR em 1 min	1" 12"	-	
Manual, esquemas backup software na máquina e no arquivo	98 OK	-	

Seguranças			
Item	Manutenção OK/NOK	Produção OK/NOK	Observações
Seguranças	OK	OK	✓

Ass: [Assinatura] (Man) Data: 17/09/2021
Ass: [Assinatura] (Prod) Data: 17/9/2021

Figura 64 - Checklist de inspeção e calibrações

A maior parte das bombas na Tupperware Portugal são bombas de pistões de caudal variável *Rexroth Sydfec*, como é representado na Figura 65.

Como vantagens que elas têm são de destacar [43]:

- Baixo nível de ruído;
- Compensação de pressão;
- Compensação remota de pressão;
- Sensoriamento de carga;
- Baixa pressão de alívio.

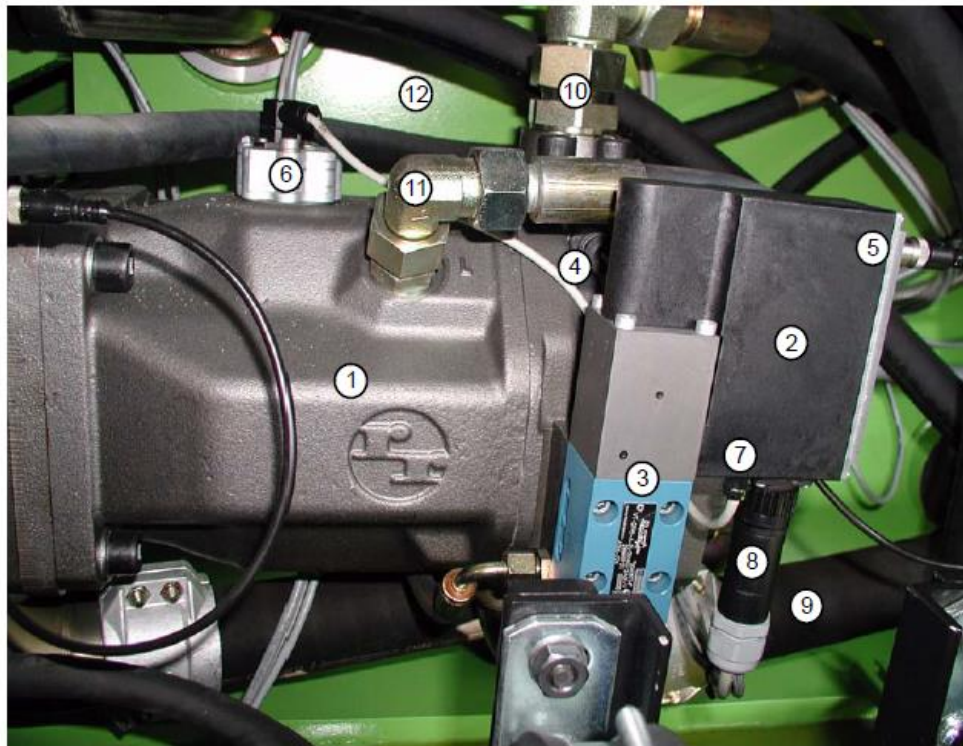


Figura 65 - Bomba variável Rexroth Sydfec

- 1- Bomba hidráulica caudal variável A10VSO
- 2- Modulo eletrónico de controlo da válvula
- 3- Válvula de controlo
- 4- Transdutor de pressão
- 5- Ligação do transdutor de pressão
- 6- Transdutor de medição do ângulo de inclinação

- 7- Ligação transdutor do ângulo de inclinação
- 8- Ligação ao módulo eletrônico DFEE
- 9- Linha de sucção
- 10- Linha de pressão
- 11- Linha vazamento óleo (dreno)
- 12- Câster ou tanque óleo hidráulico

Neste procedimento são registadas as linhas características das válvulas proporcionais e da servo-válvula. São fornecidos valores de tensão pelo comando e as reações da válvula a ser linearizada são registadas como valores efetivos e armazenados em tabelas. Na saída de valores teóricos o computador acede ao correspondente valor da tabela. Estes dados / parâmetros são fornecidos pela marca da máquina numa disquete, mas, no entanto, devido ao desgaste do material é preciso sempre alguns ajustes para tirar o melhor rendimento da máquina.

As fotos seguintes são de algumas calibrações/linearizações de bombas e válvulas realizadas.



Figura 66 - Página de calibração das Bombas

Na foto anterior, Figura 66, é apresentada a página onde se faz a calibração automática das bombas, tanto de pressão como de volume (caudal). Este ciclo automático de linearização leva a que o computador forneça valores de tensão à válvula e mede a efetiva grandeza do movimento. Inicialmente ele determina o ponto 0 do movimento e a seguir ele sobe com etapas constantes de tensão, até que não seja mais identificado nenhum aumento de velocidade. Regista-se tudo numa tabela para depois acede-la.

Com o acionamento da tecla de função F2 são chamadas as LINEARIZAÇÕES DAS VÁLVULAS, campo "VELOCIDADE". Se é desejado um outro campo, por exemplo, "PRESSÃO", então comutar por meio de softkey..

LINEARIZ. DA VÁLV.		1996-04-15 14 37
Y1	- Fechar molde	☐
Y1	- Abrir molde	☐
Y4	- Injetar	☐
Y4	- Alívio da compressão	☐
Bomba 1		☐
Bomba 2		☐

		INTERRUP. PROGRAMA 1						
VELOC.- por diante	PRESSAO	STAUDRUCK	DREHZAHL	SENSOR DE	CURSO			e assim

Figura 67 - página de Linearizações das válvulas [47]

Nesta página (Figura 67) pode-se aceder aos parâmetros de linearização das válvulas principais e efetuar as alterações necessárias. É de notar que esta não é uma linearização automática, os movimentos são executados manualmente.

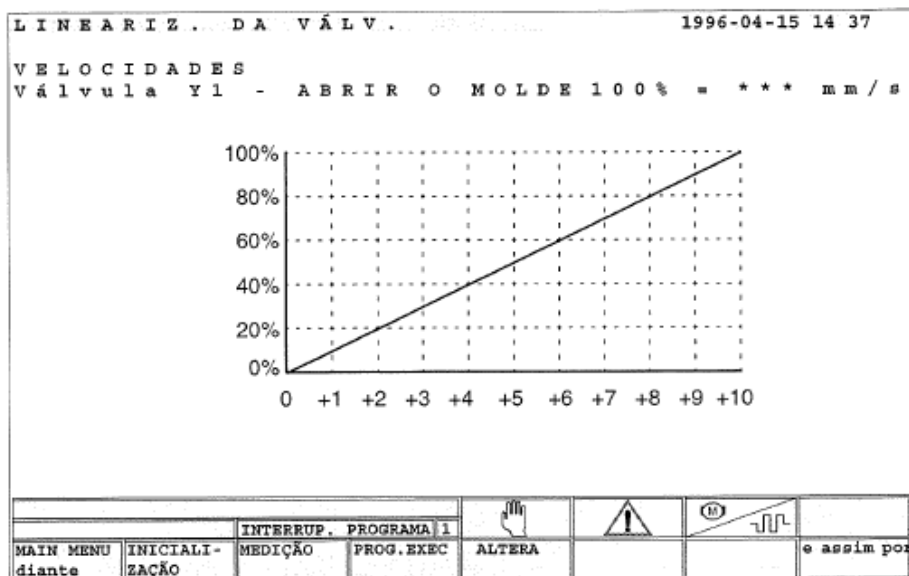


Figura 68 - Página de linearização da velocidade de abertura do molde [47]

Na Figura 68 é representada a curva calibrada da válvula num eixo percentual de 0 a 100% e num eixo de tensão de 0 a +10V. Se ainda não foi calibrada é representada uma curva linear de 0%, 0V até 100%, +10V.

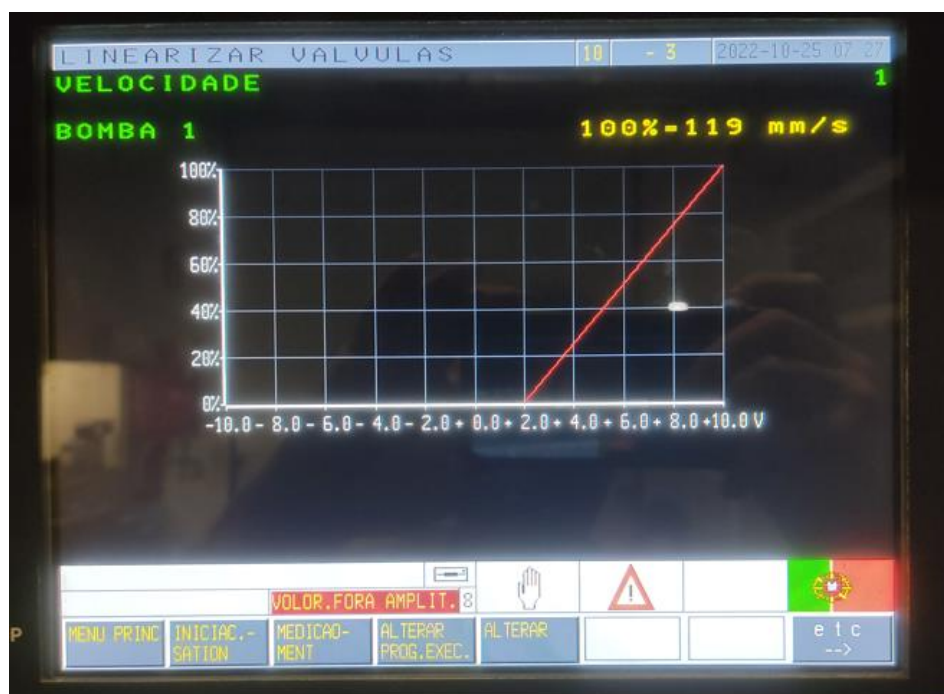


Figura 69 - Página da linearização da bomba 1

Na Figura 69 apresenta-se a página onde se faz a saída linear, ou seja, onde se faz o ajuste do 0 e do ponto máximo. Os ajustes dos pontos é efetuado com as teclas do cursor.

Calibração do transdutor ôhmico de curso:

Para a medição exata dos cursos a realizar são utilizados transdutores ôhmicos de curso (representado na Figura 70). Estes transdutores caracterizam-se principalmente por uma boa resolução (0,01mm) e por uma boa linearidade [40].

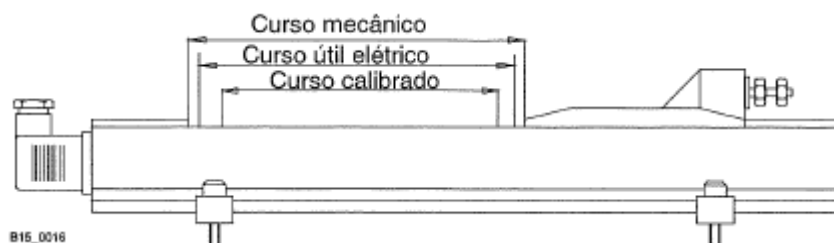


Figura 70 - Transdutor ôhmico [40]

Entradas analógicas: os sensores de curso são alimentados pelo comando, através de carta analógica, com uma tensão 0V a + 10V.

Entradas série: os sensores de curso são alimentados com uma tensão +3/-3V através do conversor de medição que está integrado no conector no sensor de curso, esta tensão é medida e convertida para um sinal digital e transmitida em cascata (série) para a carta. Uma pequena ilustração está representada na Figura 71.



Figura 71 - Conexões, alimentações de tensão para os transdutores [40]

A Figura 72 apresenta todos os cursores a calibrar. Quando se faz a calibração do transdutor no ciclo 80ms é necessário que todos os sensores de curso sejam testados quanto à função correta, do sensor que tem de estar dentro dos valores calibrados nulo / máximo. Em caso de

erro, o teste acelera para 10ms. Após 3 medidas erradas seguidas, origina o aviso “SENSOR DO CURSO DO MOLDE COM DEFEITO”.

CALIBRACAO DE CURSOS.									
1996-05-13 09 34									
>> DESLIGAR <<									
CALIB. DE CURSOS									
Analogue	Área de valor		Área de tensões		Offset	VALOR ACT	Velocidade.iw_mv	pronto	VZ
	Minval	Maxval	Zero	Max					
JOELHEIR	0.0	1040.0mm	0	10000	0mv	0.0mm	0mm/s	0mv	+
MOLDE	0.0	850.0mm				0.0mm	0mm/s	0mv	+
Bico	0.0	600.0mm	0	10000	0mv	0.0mm	0mm/s	0mv	+
Ejector	0.0	250.0mm	0	10000	0mv	0.0mm	0mm/s	0mv	+
FUSO	0.0	390.0mm	0	10000	0mv	0.0mm	0mm/s	0mv	+
ALTURA MOLDE	310.0	800.0mm	0	10000	0mv	0.0mm	0mm/s	0mv	+
Pressão hidráulica	0.0	414.0bar	0	10000	0mv	0.0bar		0mv	
Cav.Press	0.0	1800.0bar	0	10000	0mv	0.0bar		0mv	
for. fecho	0	5000 kN	0	1000	0mv			0mv	
Digital val.min max impulso / rotação número de rotações valor numérico									
motor de ajuste.	1	1/min	1			0			
Rotação	6	140/min	3			0			
INTERRUP. PROGRAMA 1									
ENTRADA-CALIBR.1	BOMBAS-CALIBRACAO	CU.MOLD-DE ENTRADA	CALIBR.			PROG.EXEC	SERVICO		
						ACEITAR	MENU		

Figura 72 - Página de calibrações de curso [40]

ENTRADA CALIBR.									
10 - 3 2022-10-25 07:26									
>> OFF <<									
CALIB. DE CURSOS									
Analógico	Lim.Valor	Lim.Voltagem	nulo	comp.	val.act.	veloc.	iw_mv	pronto	VZ
	val.min.	max.							
Joelhos	0.0	888.0mm	449	9099	0mV	117.1mm	0mm/s	1589mV	-
ALT.DO MO.	0.0	950.0mm				3.2mm	0mm/s	1589mV	-
BICO	0.0	700.0mm	3450	6418	0mV	696.9mm	0mm/s	6405mV	-
EJECTOR	0.0	210.0mm	850	9656	0mV	89.6mm	0mm/s	4608mV	+
SEMFIM	0.0	390.0mm	776	9245	0mV	1.1mm	0mm/s	800mV	+
Alt.do mo.	400.0	1100.0mm	2000	9480	0mV	1071.9mm	0mm/s	9180mV	-
Pres. hydr.	0.0	414.0bar	0	10000	25mV	0.0bar		25mV	
Pres. molde	0.0	1830.0bar	0	10000	0mV	1859.7bar		10162mV	
For.d.f. 1	0	6500 kN	650	8000	0mV	87kN		748mV	
Digital v.min. max. imp/rot. veloc.fuso v.cont.pronto									
Rotação	6	140/min	3			0			
VOLOR.FORA AMPLIT. 7									
ENTRADA CALIBR.1	BOMBA CALIBR.					PROG.EXEC	SERVICO		
						ALTERAR	MENU		

Figura 73 - foto da página de calibração de curso

A Foto Figura 73 ilustra os valores reais de uma máquina após calibração.

Estas calibrações têm vários procedimentos a ter em atenção. Por exemplo para calibrar a joelheiras que representa o curso do fecho e abertura do molde é efetuado sem molde para calibrar o máximo e o mínimo curso. O mesmo procedimento é feito para o cursor da unidade, não pode ter o molde montado na máquina por que o valor máximo da unidade será incorreto, nesta página é designado como bico.

É nesta etapa que também se vai verificar as seguranças da máquina. Para tal tem-se uma *check list* a seguir (Figura 74):

Safety checklist preventive maintenance	
Machine: B2	
Machine serial number 23190	
Machine brand ES400/500B	
Year of construction 1996	
Y/N	
Machine safety	
1 Main switch	
There is one main switch, which can be locked in the OFF position with a lock out/ tag out approved lock	Y
When locked, all electrical supplies are cut	Y
2 Emergency stop buttons	
There are at least three emergency stop buttons, one at front gate, one at rear gate and one close to the escape corridor	Y
The emergency stop buttons are red, on a yellow field, mushroom type and self locking. To disarm, a turning movement is required	Y
After an emergency button has been activated, the machine has to be reset through MANUAL mode before it can be restarted	Y
When an emergency stop button is activated, the motors, sockets and barrel/mold heaters are disconnected	Y
The tie bar distance is less than 1200 mm or If the machine has a distance between the tie bars of more than 1200 mm, a safety floor mat is present between the tie bars. If one of the two conditions is valid, then respond "YES"	Y
3 The front gate activates	
in mechanical safety	Y
in electrical safety with anti parallel switches	Y
The machine is either a fully electric machine, either the front gate activates a hydraulic safety	Y
When the front gate is opened passed the moving platen, the motors are shut off	Y
The mold access area is protected by a photo cell beam on the front of the machine. Gate and mold can not be closed when the beam is interrupted	Y
A green light indicates mechanical, electrical and hydraulic safety are activated	Y
4 The rear Gate activates emergency stop function, so motor, sockets and barrel/mold heaters are disconnected	Y
5 Mold closing	
Mold closing can only be done when ejectors are in back position and the gate is closed	Y
6 Mold opening	
Mold open movement can only be initiated with door closed	Y
7 Ejection	
Ejection movement only possible with door closed	Y
8 Injection / Purging and plasticising	
The requirements for injection are that gates must be closed, mold has to be closed and on high pressure, injection purge guard has to be closed and the injection unit has to be in forward position	Y
The requirements for purging are that gates must be closed, mold has to be closed, injection purge guard has to be closed and the injection unit has to be in backward position	Y
Automatic purging by all means is not possible / please respond "Yes" if it is NOT possible	Y
The requirements for plasticising in Manual mode is that the purge guard is closed, the gate is closed and the injection unit is in fully backward position	Y
9 Set-up mode	
Mold open and close movements are only possible at reduced speed and reduced pressure	Y
High pressure build up is not possible / please reply "Yes" if not possible	Y
Manual ejection is possible with gates closed and mold opened	Y
10 Noise control	
All pneumatic valves have noise dampers on the free outlets	Y
11 Manual control switches	
Switches for manual operation have two or three positions and return to NEUTRAL position when not activated	Y
12 Guarding and warning signs	
Safety cables are installed on all hydraulic hoses	Y
Guards are in place to keep operators away from moving parts	Y
removable guards have been interlocked to stop hazardous movements when guards are removed	Y
Warning signs in local language have been posted to warn operators for	Y
high temperature zones	Y
voltage indication	Y
necessity to use PPE	Y
necessity to have guards in place	Y
warning for rotating screw	Y
ASS: 	Date: 16/09/2014

Figura 74 - Checklist de seguranças da máquina

Na Tupperware qualquer intervenção na máquina terá que se cumprir com o **Tag Out Lock Out**. Isto é, desligar o interruptor geral e colocar cadeado e placa sinalizadora de quem está a intervir, como ilustra a Figura 75.

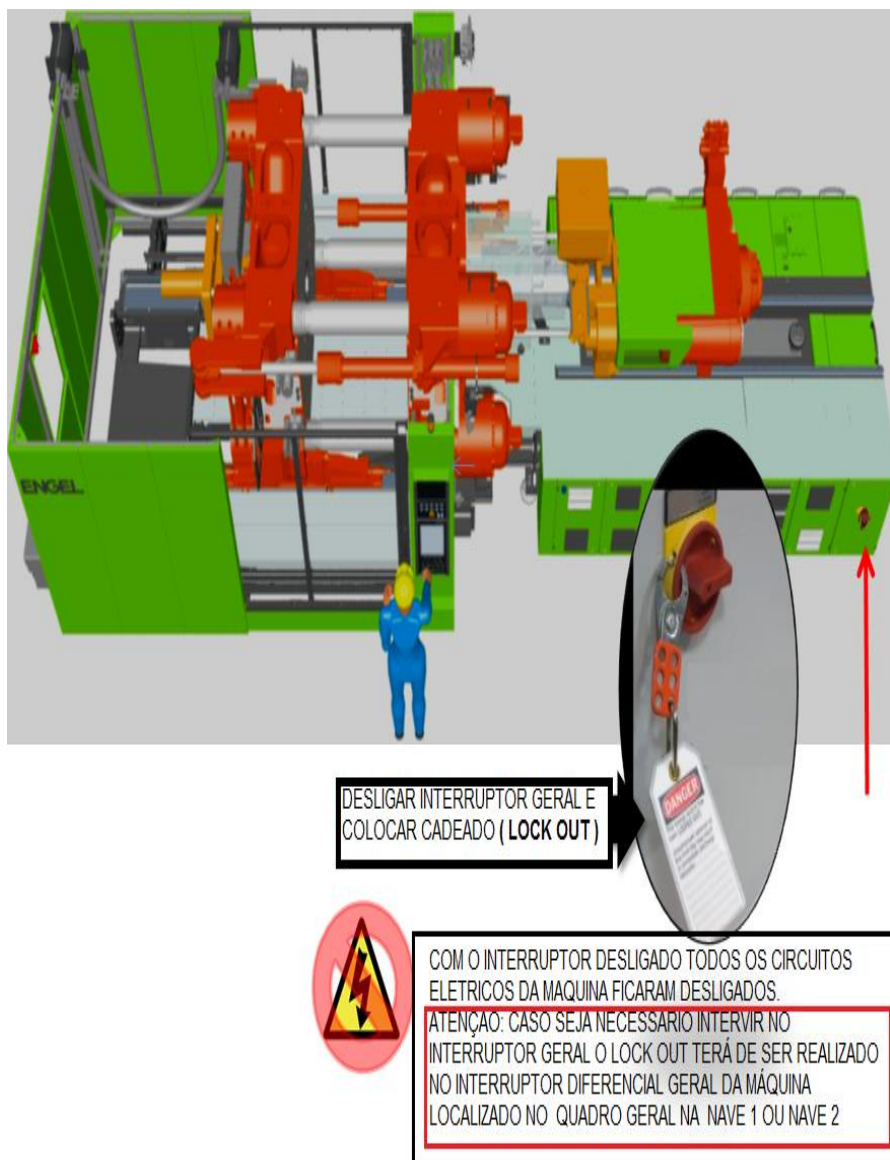


Figura 75 - Tag out Lock out [43]

Verificação das seguranças mecânicas:

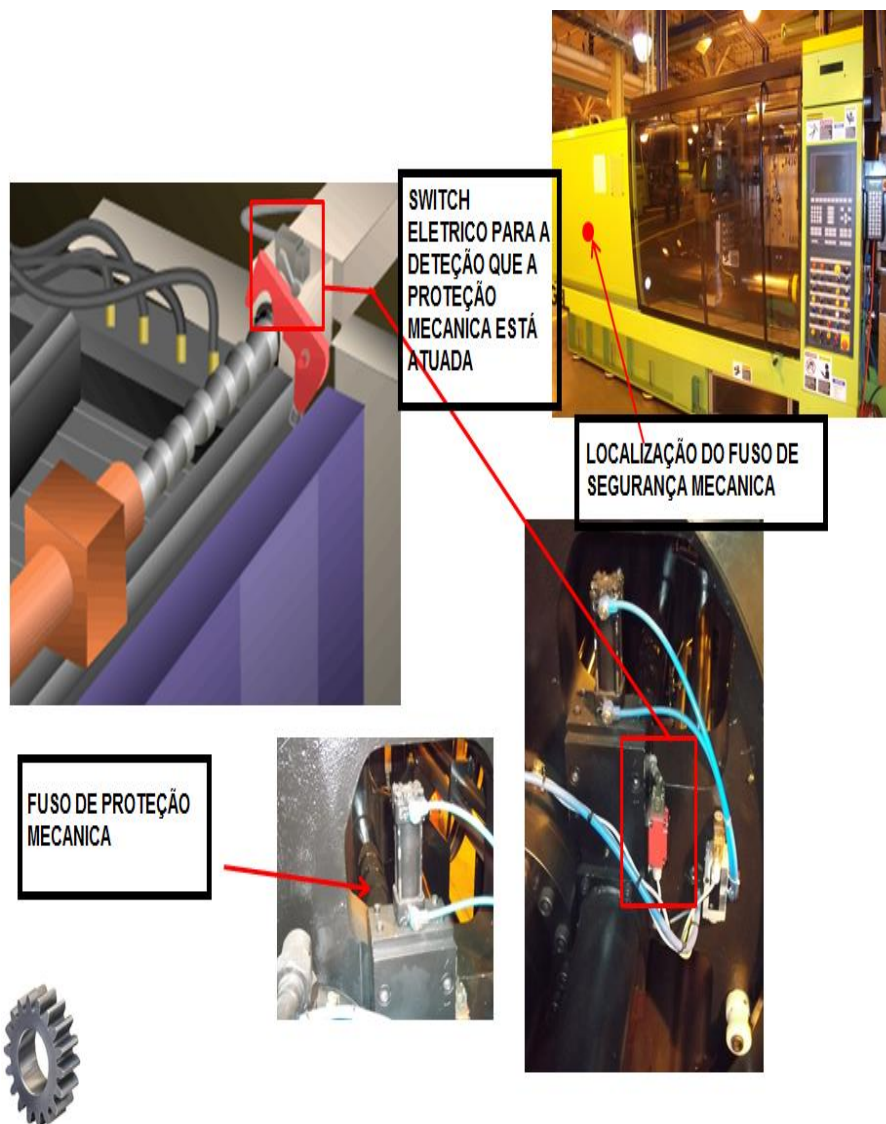


Figura 76 - Seguranças Mecânicas [43]

Estas seguranças mecânicas apontadas na Figura 76 impossibilitam o movimento do molde, de modo a proteger o operador quando a porta esta aberta.

Seguranças hidráulicas:



Figura 77 - Segurança hidráulica [43]

Do mesmo modo, quando se abre a porta também é acionado o circuito hidráulico para bloquear os movimentos do molde, na Figura 77 está bem explicito essas seguranças.

Todos estes procedimentos de segurança são de extrema importância e obrigatórios.

Todos os técnicos tanto de manutenção como de produção se detetarem alguma destas falhas têm que parar a máquina e reportar a situação.

Fecho de *OT* Máquina

Date- 24/09/21
Time- 14:32:38 PM

PARTS



LABOR DETAILS

96

Maintenance Work Order Print Report
Tupperware - Europe

PEL	Tapar furos quando electrico		1,66
PEL	Montar filtros hidraulicos		0,42
PEL	Substituir bloco de valvulas		2,00
PHY	Desmontar/limpar piston injeçã		7,00
PHY	Montar piston+motor hifraulico		7,00



Description	Date Associated
Descritivo das tarefas nas fotos em anexo	

Figura 78 - OT preventivo da máquina

Fecho de OT Robô

Maintenance Work Order Print Report
Tupperware - Europe

Date- 24/09/21
Time- 14:32:38 PM



Order Number: 297803



Unit Number: PB02R ROB32 - ERC 63 3-CL



Description: EERC633CL - 6000hrs



Originator: Hugo Guilherme

Equipment Status: AV

PARTS



Part Number	Description	UM	Quantity Ordered	Issued
-------------	-------------	----	------------------	--------

LABOR DETAILS



Work Center	Description	Person Assigned	Est. Hours	Actual Hours
PME	ChkFxdSeat-ScrwConnct-Frc-Damag		1,00	0,50
PEL	ChkWimgCablngContcPointCa-sing		1,00	0,50
PEL	Check all lines		1,00	1,00
PME	Ctrl RailGuid -LubricatingFilm		1,00	2,00
PCL	CtrlFan-Drive Motor IfExisting		1,00	0,66
PCL	CtrlCabRnwFiltrMatSoil		1,00	1,41
PME	Chk Termnl-MovngTermnl-X-Y-Arm		1,00	0,50
PME	ChkAxsStop-Pneutic-RotrySwvlMov		1,00	0,10
PPN	Cln VentNozz-Blow-Thru-SucNozz		1,00	1,00
PME	CtrlOilWiper-GuideCarriage		1,00	1,00
PEL	ChkCndConMtrDrvBusBarCabIMErth		1,00	0,10
PEL	CtrlFxdSetCorr-		1,00	0,10

Maintenance Work Order Print Report				
Tupperware - Europe				
	0VISOV/RaiBusBar			
PEL	Ctrl Cable Shielding (CAN bus)		1,00	0,10
PME	Control toothed belt tension		1,00	1,00
PME	Check backlash of teeth		1,00	1,00
PPN	ChkAir Pipe-Cabl-Visual Defect		1,00	4,00
PME	Greas As Per Lubrication Guide		1,00	2,00
PME	Limpeza de Robot			2,00
PME	Fugas de ar			0,50
PEL	Limpeza do QE			0,33
PEL	Verificar e limpar Carta de po			1,33
PME	Verificar folgas eixos A, B e			3,00

Description	Date Associated

Figura 79 - OT preventiva do Robô

7.3 Manutenção Preditiva

Este tipo de manutenção também conhecido como condicionada é deveras importante. A manutenção preditiva está associada às práticas de manutenção com carácter preventivo (vigilância) e conseguir antecipar todo o aparato físico utilizado nas operações. Na prática, a manutenção preditiva é uma metodologia de manutenção que tem uma maior invocação para a prevenção de danos e previsibilidade de falhas.

As análises mais frequentes na Tupperware são:

- Termografia;
- Análises de óleo;
- Verificar com fotos os acoplamentos dos motores/bomba;
- Verificar as seguranças da máquina.

Algumas imagens de Termografia (Figura 80), análises de óleo (Figura 82) e fotos de acoplamentos de motores (Figura 81) são apresentados nas páginas seguintes.

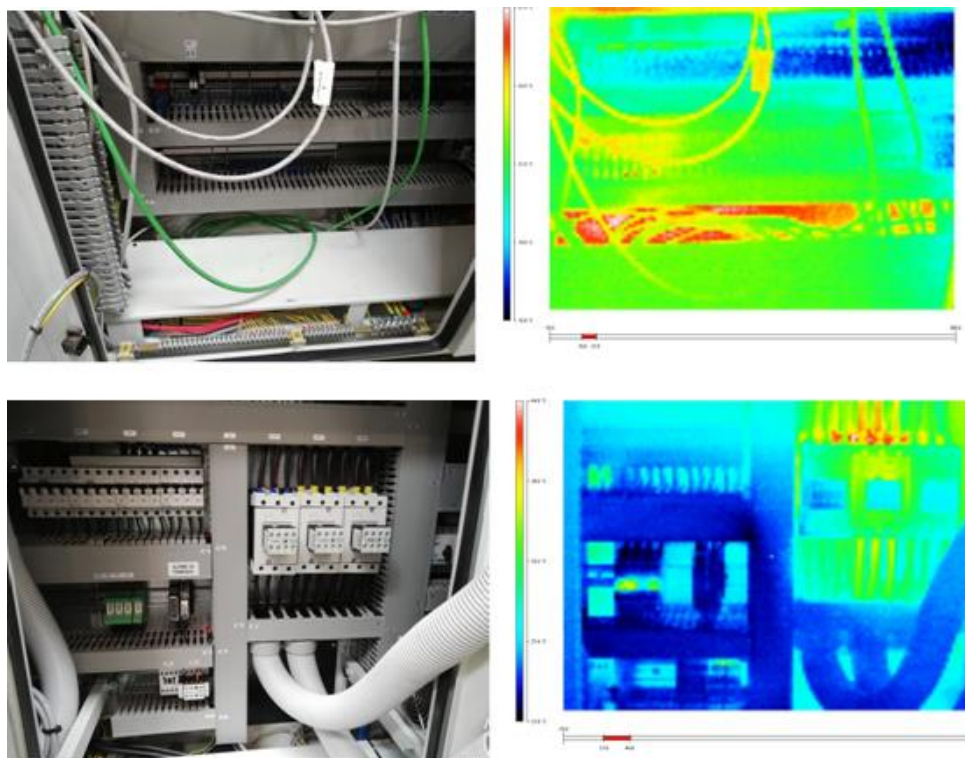


Figura 80 - Termografia no quadro elétrico

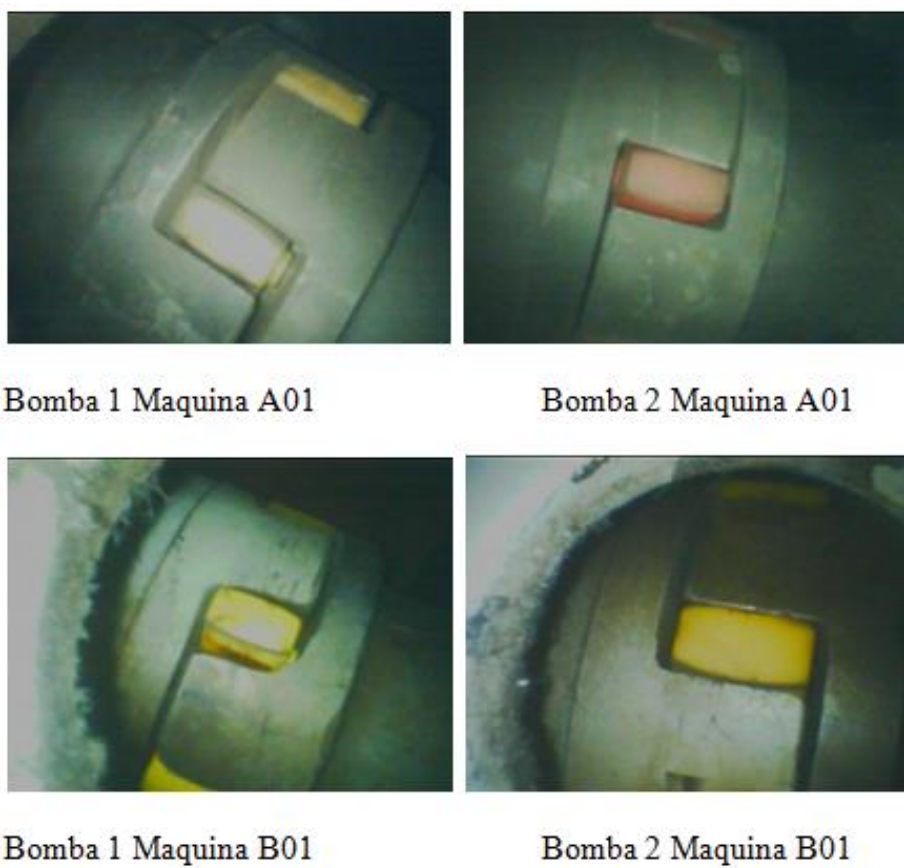


Figura 81 - Fotos de acoplamento entre Motor/Bomba

Análise de óleo.

RELATORIO DE ENSAIO

Ref: 5-121748-2021-1645916-0 1/2

 DISTRIBUIÇÃO DE LUBRIFICANTES		DADOS DO CLIENTE LUBRIFATIMA	
DADOS DO EQUIPAMENTO		DADOS DO ORGÃO	
Marca: ENGELMAQ. INJEÇÃO-A1 Modelo: ES 3500 N. Série: 24900 S/Ref.: Descrição:	Ref.: KOM-CF-S90.1 Tipo: Sistema Hidráulico Lubrificante: SHELL TELLUS S2 M 46 Marca: Modelo: N. Série: S/Ref.: Descrição:		

DIAGNOSTICO ULTIMA AMOSTRA

Estado do óleo e níveis de desgaste e contaminação são normais

Normal

RESULTADOS

Ref. Amostra:	1645916	1544940	1370594	Ref. nova:
Lubrificante:	SHELL TELLUS S2 M 46	SHELL TELLUS S2 M 46	SHELL TELLUS S2 M 46	
Núm. etiqueta:	200401	200338	200221	
Serv. máquina:	136455 H	134015 H	131989 H	
Serviço óleo:	3923 H	1483 H	79290 H	
Mudou filtro:	Não	Não	Não	
Data recolha:	26/03/2021	26/05/2020	10/01/2019	
Data recepção:	19/04/2021	03/07/2020	30/01/2019	
First Report date:	21/04/2021	09/07/2020	01/02/2019	
Alelos (l):	125	100	205	
Estado Fisico-Químico				
Aparência (Adim)	Limpido Escuro	Limpido Claro	Limpido Escuro	
Água-Gás	N.D.	N.D.	N.D.	
Partículas	N.D.	N.D.	N.D.	
IR Index (%)	99.53	99.96		
Oxidação (A/cm)	<1	<1	1	
TAN (mgr KOH/gr)	0.33	0.29	0.31	0.4
Viscosidade a 40°C (mm2/s)	44.59	45.04	46	46
Boro [B] (mg/kg)	1	0	0	
Bário [Ba] (mg/kg)	0	0	0	
Cálcio [Ca] (mg/kg)	52	37	32	
Magnésio [Mg] (mg/kg)	1	1	9	
Molibdênio [Mo] (mg/kg)	1	0	0	
Fósforo [P] (mg/kg)	267	359	247	218
Zinco [Zn] (mg/kg)	349	327	323	248
Contaminação				
Água (%)	<0.1	<0.1	<0.1	
Lítio [Li] (mg/kg)	0	0	0	
Sódio [Na] (mg/kg)	0	0	1	
Silício [Si] (mg/kg)	6	0	3	
Desgaste				
Alumínio [Al] (mg/kg)	0	1	0	
Cromo [Cr] (mg/kg)	0	0	0	
Cobre [Cu] (mg/kg)	2	1	4	
Ferro [Fe] (mg/kg)	7	5	18	
Níquel [Ni] (mg/kg)	0	0	0	
Chumbo [Pb] (mg/kg)	1	1	0	
Estanho [Sn] (mg/kg)	0	0	0	
Titânio [Ti] (mg/kg)	0	0	0	
Vanádio [V] (mg/kg)	0	0	0	
PQ Index (Adim)	8	2	81	

Amostra

Ferro [Fe]

Silício [Si]

Supervisionado: Maria Elena Garcia
 Diagnosticadora
 21/04/2021

Estado: Normal a Verificar Perigo
 Ensayos realizados del día 20/04/2021 al día 21/04/2021

Os resultados obtidos são unicamente das amostras analisadas. Este relatório não poderá ser reproduzido parcialmente excepto com autorização do laboratório.
 A amostra será destruída após 15 dias da data de emissão do relatório.
 As incertezas dos ensaios são calculadas e disponíveis para os clientes.
 Lubrication Management does not provide any warranty expressed or implied, it is made against failure of this equipment. The reported recommendations are based on interpretations of the generated test results, equipment historical data and the information supplied by the customer. (C) Information provided by the customer.
 This service is to aid preventive/predictive maintenance actions only. All information generated during the service provided will be treated confidentially.
 This report is not covered by the accreditation of ENAC nor by the International Agreements. Due to the presence of the client's logo.
 Lubrication Management S.L. - c/ Rafael Gironaga, 5 - 20000 - Eibar - Guipúzcoa - (SPA/N) Tel.: +34943 25 09 35 - C.I.F. 57510000 www.lubrication-management.com

Figura 82 - Analise de óleo Lubri Fatima

7.4 Implementação do TPM na Tupperware

Neste estágio foi também desafiante a implementação do *TPM* na empresa.

O *TPM* é uma grande ferramenta para manutenção preventiva. Pois é na manutenção preventiva que também se antecipa grandes avarias, como foi já referido anteriormente. É com a ocorrência de muitas pequenas falhas que ocorre a grande falha, que por sua vez irá acarretar grandes custos por falta de disponibilidade para a produção.

Na Tupperware criaram-se equipas multidisciplinares com técnicos de produção, manutenção, e operadores de máquinas, sendo que cada equipa executa a inspeção em áreas predefinidas e também faz uma limpeza geral na máquina. Só assim se pode identificar possíveis anomalias. De seguida apresenta-se uma *checklist* com fotos (Figura 83).

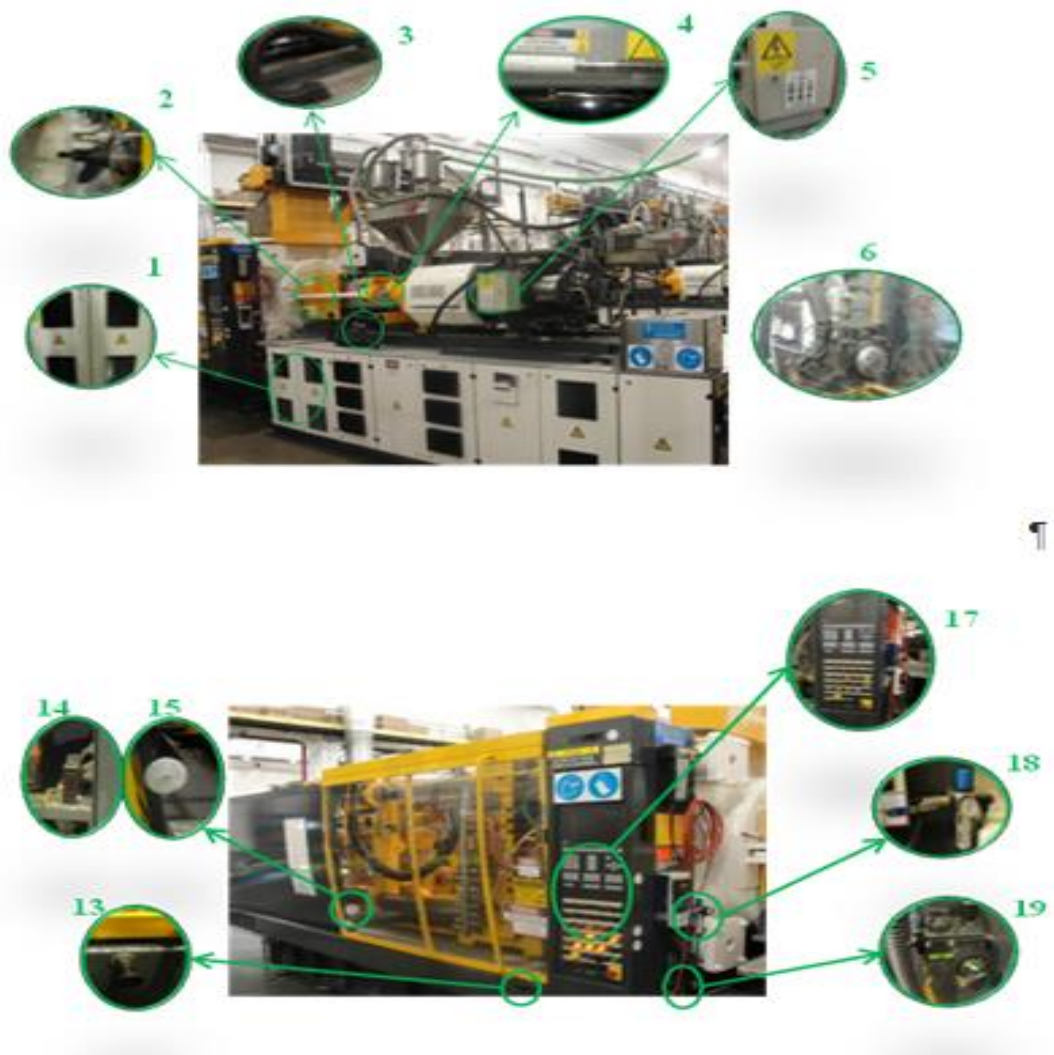


Figura 83 - Checklist com fotos da TPM [34]

Cada *checklist* descreve a tarefa, localização e o equipamento de segurança. Exemplo na Figura 84.

Tupperware		TPM Checklist		ENGEL	
Item	Description	Location	Hygiene and safety	Item	Description
Machine	Check fan filters, replace if necessary	1			
	Inspection and cleaning of the cylinder head (dirtiness, physical condition of the heating bands and thermocouples)	2			
	Check physical condition of the electrical cables protections	3			
	Check physical condition of the material hopper/vacuum pump electrical closet	5			
	Check physical conditions of the limit switch of the sprue protection	11			
	Check physical condition of the material hopper	12			
	Check physical condition of the doors manual lock in molding area (both operator side and opposite side)	13			
	Check physical condition of the doors manual lock in molding area (both operator side and opposite side)	13			
	Check physical condition of the doors manual lock in molding area (both operator side and opposite side)	13			
	Check physical condition of the doors manual lock in molding area (both operator side and opposite side)	13			
	Check physical condition of the doors manual lock in molding area (both operator side and opposite side)	13			
	Check physical condition of the doors manual lock in molding area (both operator side and opposite side)	13			
	Check physical condition of the doors manual lock in molding area (both operator side and opposite side)	13			
Safety	Check physical condition of the doors manual lock in molding area (both operator side and opposite side)	13			
	Check physical condition of the doors manual lock in molding area (both operator side and opposite side)	13			
	Check physical condition of the doors manual lock in molding area (both operator side and opposite side)	13			
	Check physical condition of the doors manual lock in molding area (both operator side and opposite side)	13			

Figura 84 - Checklist do TPM na Máquina [34]

Quando as anomalias são detetadas, a descrição, localização e data serão reportadas na máquina para serem reparadas, como ilustra a Figura 85.

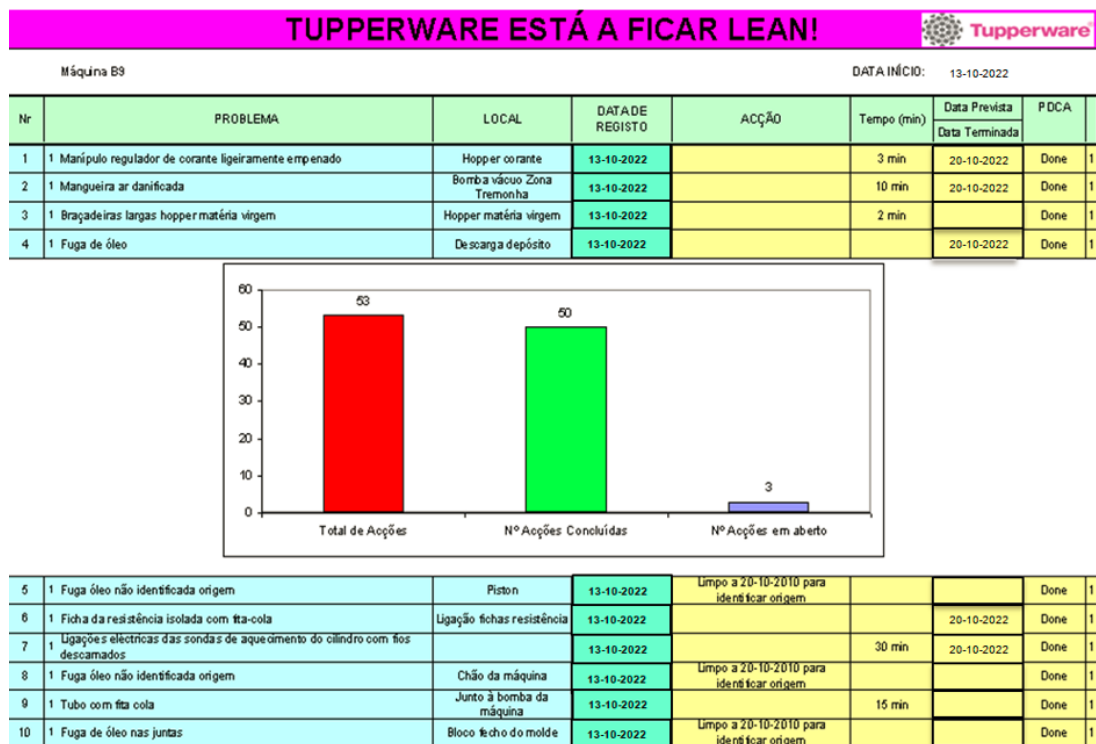


Figura 85 - Registo das anomalias TPM [34]

Além das equipas de TPM qualquer pessoa que detete uma anomalia em um equipamento pode marcá-lo com etiquetas espalhadas por toda a linha de produção e registar as informações no arquivo de registo TPM (representado na Figura 86) mantido em cada máquina.



Figura 86 - Arquivo registo TPM [34]

TUPPERWARE ESTÁ A FICAR LEAN!								Tupperware	
Máquina	Nº	PROBLEMA	LOCAL	DATA DE REGISTO	AÇÃO	Tempo (min)	Data Prevista	POCA	
B1	1								
	2								
	3								
	4								
	5								
	6								
	7								
	8								
	9								
	10								
	11								
	12								
	13								
B2	1								
	2								
	3								
	4								
	5								
	6								
	7								
	8								
	9								
	10								

Figura 87 - Registos das máquinas submetidas no TPM [34]

Todas as máquinas que foram submetidas a uma intervenção Basic TPM vão para um registo (Figura 87) e são marcadas no quadro TPM (Figura 88) para que se possa acompanhar facilmente quais máquinas intervencionadas e quais estão faltando intervencionar.



Figura 88 - Quadro do TPM das máquinas submetidas do TPM [34]

Como já foi referido a **Manutenção Autônoma**, ajuda a reduzir ou eliminar as falhas crônicas ou esporádicas, permitindo que os técnicos da célula realizem inspeções periódicas

na máquina e reparem pequenas anomalias assim que forem detetadas. Para o efeito o operador tem uma *checklist* (Figura 89).

TUPPERWARE ESTÁ A FICAR LEAN!



AUTONOMOUS MAINTENANCE

Week _____

Cell technician signature _____

Every **Thursday**, in the **B shift**, the cell technician **must perform** the following tasks:

Action	Task	Machine																			
		OK	NOK	OK	NOK	OK	NOK	OK	NOK	OK	NOK	OK	NOK	OK	NOK	OK	NOK	OK	NOK	OK	NOK
1	Semaphore Lamps / Light Green																				
2	Lamps Control panel																				
3	Ventilators - Check operation																				
4	Heating - Check heat band operation																				
5	Heating - Check plug connections																				
6	Hydraulic hoses - check safety clamps, hoses physical condition and oil leaks																				
7	Ejector - Lubrication																				
8	Door mechanical safety - check physical condition of the bar and sensor																				

Figura 89 - *Checklist* de pontos de tarefas da Manutenção autónoma [34]



Figura 90 - Pontos de tarefas na máquina [34]

Cada área de inspeção é marcada na máquina por uma etiqueta numerada correspondente ao número da tarefa, como mostra a Figura 90.

Qualquer anomalia detetada pelo técnico da célula deve ser indicada no *checklist* e o técnico de manutenção deve ser informado. A anomalia é então registada num formulário (Figura 91) com uma descrição, a data em que foi detetada e a data em que foi reparada.

[illegible]

Figura 91 - Registo de anomalias da manutenção autónoma [34]

7.5 Análise de Resultados referentes às implementações TPM e Manutenção Preventiva

Dados referentes a implementação do TPM

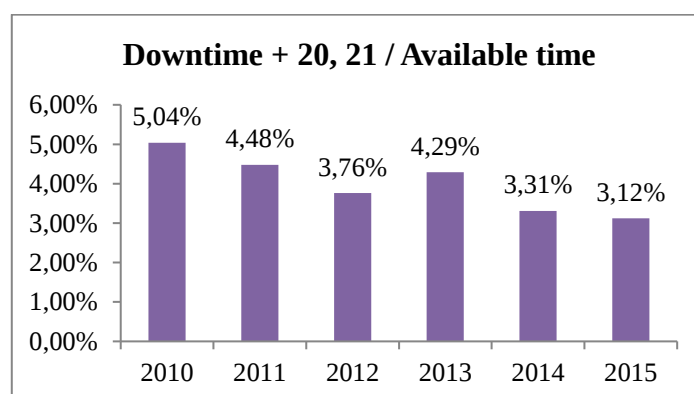


Figura 92 - Evolução da TPM [34]

A Figura 92 mostra os resultados de todo o processo de fabricação, isto é, os códigos inseridos no Barco, referentes à manutenção corretiva, *toolroom* e todos os periféricos associados à produção. Como se pode verificar houve melhorias apenas com a implementação do TPM.

Deve-se referir que o processo de fabrico nesta fábrica tem muitas trocas de moldes ou seja de produção nas máquinas, isto significa que em cada arranque os *set-up*, são diferentes o que faz que apareçam muitos *downtime e stop time* no início de cada produção, é nesta fase que é implementado o SMED já mencionado em capítulos anteriores, para que se perca o

menor tempo possível na troca de produção, desde a última peça boa da última produção até à primeira peça com conformidade do novo produto validada pela Qualidade.

Devido à alteração de uso e análise de alguns códigos (tais como códigos usados durante o *smed*) o gráfico (Figura 92) acima foi substituído por outros métodos de análise mais focados nos problemas encontrados no decorrer da implementação do TPM nas instalações, tais como o processo de mudança de produto e execução de manutenção preventiva/preditiva

7.6 Análise entre Manutenções preventivas

Os gráficos seguintes (Figura 93 e Figura 94) apresentam uma análise, apenas do *downtime* gerado por Máquina/Robot, no que se refere à implementação da **Manutenção Preventiva**. Sendo assim, os dados referentes à implementação da manutenção preventiva são:

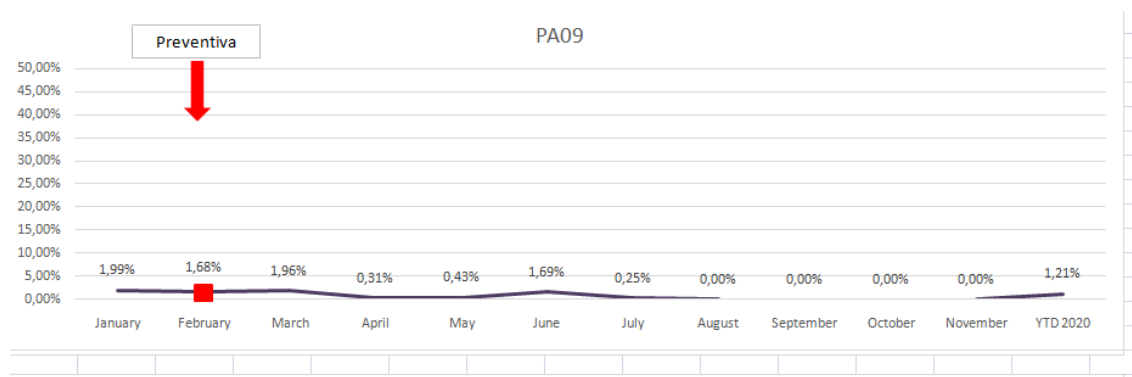


Figura 93 - Downtime Máquina A09

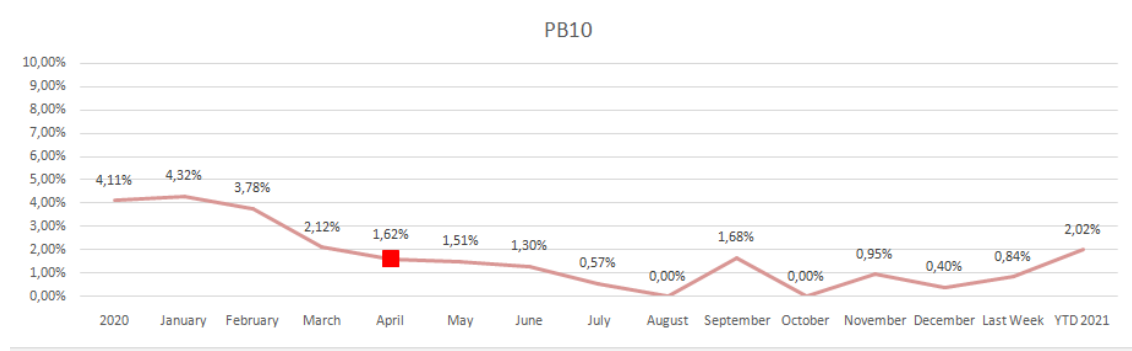


Figura 94 - Downtime Máquina B10

Em relação à análise de uma máquina individual é difícil de ver, se realmente existiu melhoria em relação ao menor número de paragens, porque basta haver uma intervenção que dure 2 ou 3 dias para que o resultado seja negativo.

No gráfico seguinte referente ao ano de 2021 (Figura 95) tem-se uma melhor percepção da redução de paragens nas máquinas (implantadas na nave produção) desde que se têm aplicado a preventiva no conjunto das máquinas.

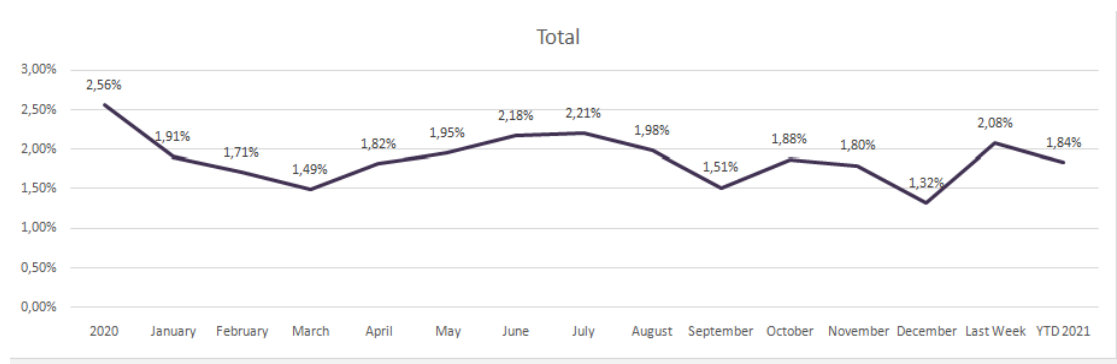


Figura 95 - Stop time máquina por hora em 2021

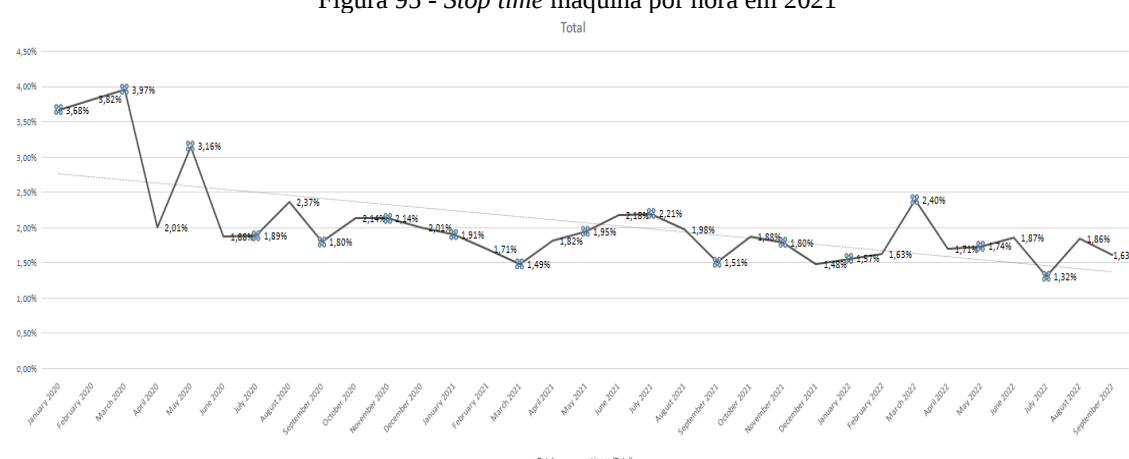


Figura 96 - Stop time máquina por hora 2020-2022

É de notar que estes dados só se conseguem obter para os últimos 3 anos, porque o sistema de monitorização Barco não guarda os anos anteriores.

A implementação da manutenção preventiva começou intensivamente em 2019, no ano 2020 foi um ano diferente devido a pandemia, no entanto, no último gráfico (Figura 96) consegue-se visualizar que existe uma melhoria significativa nos últimos 3 anos.

Verifica-se agora que se tem que passar a outra fase que é verificar máquina-a-máquina os custos de manutenção preventiva por cada máquina individualmente, e se se deve fazer anualmente a manutenção preventiva, ou passar para um tempo mais alongado. Ou seja, verifica-se o *stop time* desde a última manutenção preventiva durante o último ano e analisa-se, se vale a pena estar a parar a produção desta máquina tendo outras com mais prioridade relativamente ao maior número de falhas.

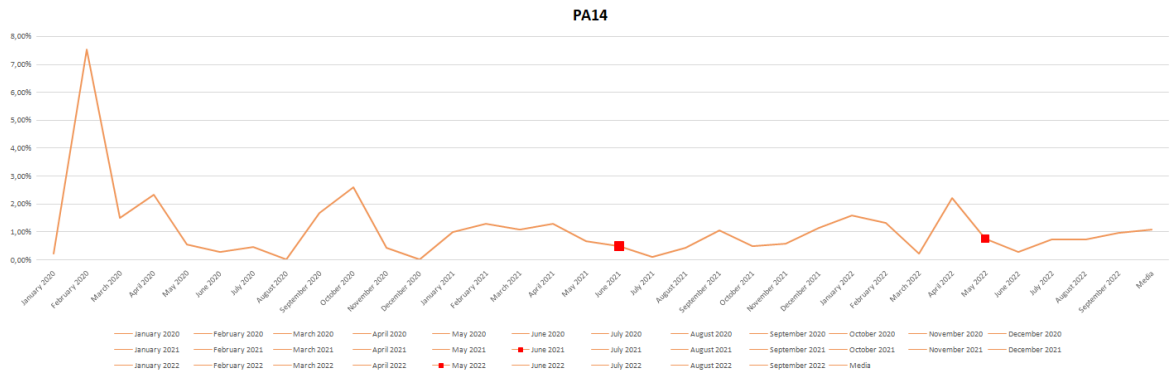


Figura 97 - Stop time Máquina A14

Por exemplo a Máquina A14, como ilustra a Figura 97, teve uma intervenção preventiva em Junho 2021 e ela manteve-se estável até Abril 2022. Devido a uma falha no acoplamento do motor fez-se no mês seguinte (Maio) a manutenção preventiva. Agora tem-se que quantificar em relação aos custos de manutenção se é justificável fazer a manutenção preventiva ou só a preditiva daqui a um ano.

8 Conclusão e trabalhos futuros

Este estágio foi muito importante na medida em que permitiu a aplicar na prática os conceitos teóricos aprendidos e perceber os desafios decorrentes da sua implementação, mas também a mais valia que traz para a organização.

O trabalho desenvolvido consistiu na análise da metodologia utilizada na manutenção preventiva da Tupperware e o acompanhamento das intervenções de manutenção preventiva. Como técnico de manutenção na empresa, habitualmente as intervenções realizadas estão direcionadas para a manutenção corretiva e durante o estágio foi possível acompanhar a equipa da manutenção preventiva. Aumentou-se o conhecimento sobre o TPM e a sua importância para a manutenção e produção.

Foi possível perceber que ainda não se consegue apurar o custo total da intervenção da manutenção preventiva, quer ao nível do equipamento, quer ao nível dos custos da não produção.

O software utilizado apresenta uma lacuna, como é um *software ERP (Enterprise Resource Planning)* é um software global da empresa e não está direcionado para a manutenção, apresenta algumas falhas tais como falta de *outputs* e ferramentas de análise.

Também existe a necessidade ter um inventário que se mantivesse atualizado (sabendo que exige um esforço de todo o departamento em relação a este tema).

Este inventário teria que estar ligado ao departamento de manutenção interagindo com as *OT's* para quantificar os custos do material despendido nas folhas de obra, tanto na preventiva como na corretiva.

Tendo estes dados de inventário, mão-de-obra, tempo despendido na preventiva e obtendo também os custos causados por eventuais paragens para manutenção corretiva (que esteja relacionado com possíveis falhas na execução de manutenção preventiva que não tenha sido feita corretamente na altura), pode-se então tomar decisões mais informadas em relação ao calendário de intervenções nos equipamentos e à atualização do mesmo, tais como aumentar a frequência da preventiva na máquina ou avançar mais na preditiva, mantendo claro a política da manutenção autónoma que elimina pequenas falhas para não haver a grande falha (avaria).

Assim seria possível obter melhores resultados para toda a fábrica tal como desejado.

9 Bibliografia

- [1] Tupperware, “Tigelas Maravilhosas, um ícone Tupperware,” Tupperware, [Online]. Available: <https://www.tupperware.pt/pt/story/tigelas-maravilhosas-um-icone-tupperware/>. [Acedido em 06 Novembro 2022].
- [2] Tupperware, “A História da Tupperware,” Tupperware, [Online]. Available: <https://www.tupperware.pt/pt/sobre-nos/historia-da-tupperware/>. [Acedido em 06 Novembro 2022].
- [3] Tupperware, “Tupperware World Wide,” Tupperware, [Online]. Available: <https://www.tupperwarebrands.com/company/worldwide-presence>. [Acedido em 4 Novembro 2022].
- [4] A. Livre, “Constância: Tupperware Portugal com central de produção de energia limpa em Montalvo,” Antena Livre, 11 Maio 2022. [Online]. Available: <https://www.antenalivre.pt/concelhos/tupperware-portugal-com-central-de-producao-de-energia-limpa-em-montalvo>. [Acedido em 06 Novembro 06].
- [5] Tupperware, “Apresentação Tupperware Portugal 2020,” 2020.
- [6] Tupperware, “Principios e Valores,” Tupperware, [Online]. Available: <https://www.tupperware.pt/pt/sobre-nos/principios-e-valores/>. [Acedido em 06 Novembro 2022].
- [7] Tupperware, “TWB_2020 Sustainability Report,” 2020.
- [8] Sampaio,C, Introdução à Manutenção Industrial. Escola Superior Nautica Infante D.Henrique., 2001.
- [9] J. G. d. A. Almeida, “Dissertação Manutenção preventiva de um caso prático,” Universidade Aveiro, 2011.
- [10] V. Pinto, Gestão da Manutenção. IAPMEI., 1994.
- [11] Moubray, James, Reliability-CenteredMaintenance.Editora Oxford, 2 ed, 1997.
- [12] Cabral, J.P.S, Organização e gestão da manutenção, Lisboa: LIDEL, 2006.
- [13] C. S. P. Mouta, “Dissertação (Gestão de Manutenção),” Universidade da Beira Interior, 2011.

- [14] Wittel, “<https://blog.wittel.com/manutencao-preventiva/>,” [Online]. [Acedido em 08 11 2022].
- [15] P. Masters, “Manutenção Industrial Condicionada: 6 métodos de avaliação,” [Online]. Available: <https://pipemasters.pt/blog/sem-categoria/manutencao-industrial-condicionada-avaliacao/>. [Acedido em 14 novembro 2022].
- [16] Palmer,D, Maintenance Planning and Scheduling Handbook, New York: MCGraw-Hill, 2006.
- [17] A. P. F. Resende, “Dissertação TPM na Trecar: uma nova abordagem á gestão de manutenção,” Universidade de Aveiro, 2014.
- [18] F. d. S. Soares, “Dissertação Introdução da Manutenção Preventiva Sistemática no SASUC,” Universidade de Coimbra, 2015.
- [19] Assis,R, Apoio à Decisão em Gestão da Manutenção – Fiabilidade e Manutenibilidade., lisboa: Lidel-edições técnicas, 2004.
- [20] Cabral J., Gestão da Manutenção de Equipamentos, Instalações e Edifícios. 3.a edição., Lisboa: LIDEL-Edições Técnicas, Lda, 2013.
- [21] D. R. M. C. Cardoso, “Dissertação -Organização e gestão da Manutenção na INSCO-Isular de Hipermercados, S.A, ISEC).,” Coimbra, 2019.
- [22] “Redes-e-servidores,” 02 11 2011. [Online]. Available: <https://redes-e-servidores.blogspot.com/2011/02/alta-disponibilidademedicao-ii.html>. [Acedido em 13 11 2022].
- [23] A. F. L. Costa, “Dissertação Eng^a Mecânica ,Reorganização do departamento de manutenção numa indústria de injeção de plásticos,” FEUP, Porto, 2018.
- [24] T. Wireman, Developing Performance Indicators for Managing Maintenance., 2005.
- [25] Jhonata Teles, “engeteles.com.br,” [Online]. Available: <https://engeteles.com.br/o-que-e-mttr/>. [Acedido em 13 11 2022].
- [26] G. Branco, “A organização, planeamento e o controle da manutenção.,” Ciência Moderna, Rio de janeiro, (2008).
- [27] N. Moro, “Introdução á Gestão de Manutenção,” Florianópolis, 2021.
- [28] S. Nakajima, Introduction to TPM – Total Productive Maintenance., Productivity Press, Cambrige, MA, 1988.

- [29] “leanproduction,” [Online]. Available: <https://www.leanproduction.com>. [Acedido em 11 13 2022].
- [30] S. NAKAJIMA, La Maintenance Productive Totale (TPM) – traduzido do japonês por Yoko Sim, Christine Condominas e Alain Gómez – Paris – France – Afnor, Paris-France-Afnor, 1989.
- [31] B. E. d. Q. 4.0. [Online]. Available: <https://expertdaqualidade.com/as-6-grandes-perdas-da-manutencao-e-como-eliminar-essas-perdas/>.
- [32] D. Alves, “TPM - Conceito de Quebra Zero,” 11 Julho 2018. [Online]. Available: <https://www.linkedin.com/pulse/tpm-conceito-de-quebra-zero-denisson-alves/?originalSubdomain=pt>. [Acedido em 2022 Novembro 2022].
- [33] “Perfilmaq.ind - manutenção industrial,” [Online]. Available: <https://perfilmaq.ind.br/blog/manutencao-industrial/>. [Acedido em 11 11 2022].
- [34] P. Duarte, Formação LEAN, Tupperware, 2018.
- [35] R. M. Nobre, “Uma abordagem Lean às vertentes de Logística., ISEC,” coimbra, 2019.
- [36] J. P. Pinto, Manutenção LEAN., Lisboa: LIDEL-Edições Técnicas, Lda, ISBN 9789727578771, 2013.
- [37] S. Shingo, A Revolution in Manufacturing: The SMED System. Productivity, Inc., 1985.
- [38] R. I. C. S. J. M. A. R. & O. G. W. McIntosh, A critical evaluation of Shingo's 'SMED' (Single Minute Exchange of Die) methodology, International Journal of Production Research , Volume 38, pp. 2377-2395, 2000.
- [39] M. Maia, “Relatório de estagio, Pedro Controle Estatístico do processo Licenciatura em Engenharia Mecânica Abrantes,” 2014.
- [40] *Manual de formação para os técnicos de Maquinas Engel, na Tupperware*, 2016.
- [41] Automata do Brasil, “Check list Manutenção Preventiva Injetoras,” Brasil.
- [42] “formação.training.pt,” 05 2022. [Online]. Available: <http://formação.training.pt/>. [Acedido em 11 11 2022].
- [43] A. Fernandes, Manual de treino para eletromecânicos na Tupperware, Tupperware Portugal, 2018.
- [44] “maquinas –injetoras.html,” [Online].

- [45] “www.siteware.com.br/metodologias/ciclo-pdca/,” [Online]. Available: <https://www.siteware.com.br/metodologias/ciclo-pdca/>. [Acedido em 14 11 2022].
- [46] J. P. G. d. Sousa, “Dissertação-Reestruturação da Manutenção Preventiva e Execução de Ações de Melhorias nas Máquinas de Injeção de Plástico em Indústria de Componentes para Autom, no ISEP,” Porto, 2020.
- [47] W. M, “Manual de Formação Engel maquinas EMV_C100_C200,” 2007.
- [48] *Molde para injeção de plásticos (fonte, foto tirada tupperware toolroom).*
- [49] N. M. Cruz, “Implementação de ferramentas Lean Manufacturing no processo de injeção de plásticos. Tese de Mestrado, Departamento de Produção e Sistemas da Universidade do Minho,” Braga, 2013.
- [50] J. Custódio, “5 Medidas para Quebra Zero,” 16 Março 2020. [Online]. Available: <https://www.linkedin.com/pulse/5-medidas-para-quebra-zero-juvenal-cust%C3%B3dio/?originalSubdomain=pt>. [Acedido em 12 Novembro 2022].

