



Universidade do Minho
Escola de Engenharia

Bruno Manuel Machado dos Santos Andrade

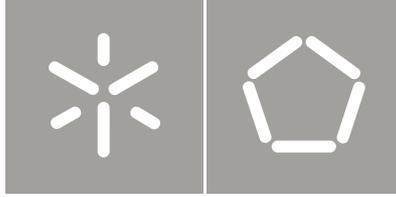
Implementação de melhorias na gestão da
manutenção da Seara – Indústria de Carnes

Implementação de melhorias na gestão da
manutenção da Seara – Indústria de Carnes

Bruno Manuel Machado dos Santos Andrade

UMinho | 2012

Outubro de 2012



Universidade do Minho
Escola de Engenharia

Bruno Manuel Machado dos Santos Andrade

Implementação de melhorias na gestão da
manutenção da Seara – Indústria de Carnes

Tese de Mestrado
Mestrado em Engenharia Industrial

Trabalho efetuado sob a orientação da
Professora Doutora Isabel Silva Lopes

Agradecimentos

Os meus agradecimentos são destinados a todos aqueles que contribuíram direta ou indiretamente para a realização desta dissertação.

Inicialmente quero agradecer a todos os colaboradores da Seara - indústria de carnes, por terem permitido a realização deste trabalho de dissertação.

Ao Eng.º Luís Oliveira e ao Eng.º Vítor Almeida agradeço a forma como fui recebido na empresa e a disponibilidade demonstrada para a realização do trabalho de dissertação na empresa.

Ao Eng.º Rui Ferreira e à Eng.ª Raquel agradeço todo o apoio dado desde que entrei na empresa, a atenção, a disponibilidade e a ajuda no debate de ideias para o trabalho.

Agradeço também à minha orientadora, Professora Isabel Silva Lopes, todo o apoio prestado, as ideias transmitidas, a disponibilidade e o acompanhamento permanente do trabalho.

Por último aproveito para agradecer à família e amigos todo o apoio, ajuda e disponibilidade demonstrados para a realização deste trabalho.

Resumo

No atual contexto económico, a competitividade empresarial é um fator importante não só para a obtenção de lucro como para a própria sobrevivência das organizações. Essa competitividade só é sustentável se for enquadrada num modelo em que todos os recursos possam ser utilizados de forma eficiente. A área da manutenção industrial é uma área que está diretamente ligada aos recursos e bens materiais como máquinas ou equipamentos que compõem um processo de uma organização, e são uma parte importante para toda a eficiência fabril. A realização deste trabalho tem como objetivo transpor para um contexto real a filosofia de manutenção TPM abordando diversas temáticas nomeadamente a manutenção autónoma. Isto é atingido através de uma análise de pontos da gestão da manutenção que possam ser sujeitos a melhorias, recorrendo para isso a ferramentas adequadas para o efeito como o FMEA que permite analisar os modos de falha e os efeitos gerados num sistema.

Depois da análise aos problemas encontrados na manutenção são elaboradas propostas, que mostrem ser válidas para a redução e eliminação destas falhas.

Palavras-chave: Manutenção industrial, TPM, manutenção autónoma, gestão da manutenção, FMEA

Abstract

In the current economic environment, business competitiveness is an important factor not only for profit-making but also for the survival of companies. This competitiveness is sustainable only if it is framed in a model in which all resources can be used efficiently. The area of industrial maintenance is one area that is directly linked to resources and material goods such as machinery or equipment that make up an industrial process, and are an important part of the whole manufacturing efficiency. This work aims to implement in a real context the TPM maintenance philosophy covering various topics such as autonomous maintenance. This is achieved by analyzing maintenance management tasks that may be subject to improvement, using the suitable tools for this purpose such as FMEA that allows the analysis of the failure modes and effects generated in a system.

After analyzing the problems encountered in the maintenance, improvement initiatives that are deemed valid are proposed for the reduction and elimination of these failures.

Keywords: Industrial maintenance, TPM, Autonomous maintenance, maintenance management, FMEA

Sumário

Agradecimentos	i
Resumo	iii
Abstract	v
Sumário	vii
Índice de figuras	ix
Índice de quadros	xi
Índice de abreviaturas	xii
CAPÍTULO I - INTRODUÇÃO	1
1.1. Enquadramento.....	1
1.2. Objetivo	2
1.3. Estrutura	2
CAPÍTULO II - REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	5
2.1. Manutenção Industrial.....	5
2.1.1. Evolução histórica da manutenção	5
2.1.2. Classificação das intervenções de manutenção	7
2.2. Indicadores de manutenção.....	11
2.3. Manutenção Produtiva Total	13
2.3.1. História do TPM	13
2.3.2. Pilares do TPM	14
2.3.3. 5S	25
2.4. FMEA.....	28
CAPÍTULO III - INVESTIGAÇÃO EMPÍRICA	31
3.1. Caracterização da empresa e da função manutenção.....	31
3.1.1. Produtos	32
3.1.2. Gestão da manutenção na empresa.....	33
3.1.3. Processo.....	35
3.1.4. Análise aos equipamentos críticos.....	38
3.1.5. Tempos de intervenção corretiva.....	51
3.2. Propostas e melhorias efetuadas na Manutenção	56
3.2.1. Gestão da informação de Manutenção	56
3.2.2. FMEA dos equipamentos críticos	58

3.2.3. Processo de abate	70
3.2.4. Manutenção Autónoma.....	72
CAPÍTULO IV - CONCLUSÕES.....	75
BIBLIOGRAFIA	77
ANEXOS	79
ANEXO A - Cálculo do MTBF e MTTR.....	79
ANEXO B - Formulários FMEA	81
ANEXO C - Procedimentos de manutenção autónoma.....	95
ANEXO D - Registo de Manutenção Autónoma.....	119

Índice de figuras

Fig. 2. 1 - Evolução histórica da manutenção.....	6
Fig. 2. 2 - Tipos de manutenção existentes.....	8
Fig. 2. 3 - Pilares de sustentação do TPM.	15
Fig. 2. 4 - Etiquetas utilizadas na identificação de avarias.	20
Fig. 2. 5 - Exemplo de formulário FMEA.	29
Fig. 2. 6 - Exemplo de escalonamento do fator gravidade - FMEA.	30
Fig. 3. 1 - Organograma da Seara.....	32
Fig. 3. 2 - Software "Parque de Máquinas".....	34
Fig. 3. 3 - Organigrama do processo da Seara.	35
Fig. 3. 4 - Sistema de insensibilização por CO ₂	39
Fig. 3. 5 - Ganchos transportadores.....	40
Fig. 3. 6 - Túnel de escada vertical.....	41
Fig. 3. 7 - Elevadores e cadeias de transporte.	42
Fig. 3. 8 - Depiladora.....	42
Fig. 3. 9 - Máquina de extração do ânus.	43
Fig. 3. 10 - Serra de fita Jarvis.	44
Fig. 3. 11 - Transportadores da desmancha.....	44
Fig. 3. 12 - Serras da desmancha.	45
Fig. 3. 13 - Tapete/balança da desmancha.	46
Fig. 3. 14 - Injetora.	47
Fig. 3. 15 - Misturadora 2.	48
Fig. 3. 16 - Cutter e moinho Inotec.	48
Fig. 3. 17 - Clipsadora Polyclip fiambre.....	49
Fig. 3. 18 - Máquinas de embalar a vácuo.	50
Fig. 3. 19 - Elevador de caixas da desmancha.....	51
Fig. 3. 20 - Tempos de intervenção corretiva gastos em diferentes áreas.	55
Fig. 3. 21 - Diagrama de Pareto com os tempos de intervenção corretiva.....	55
Fig. 3. 22 - Calendário com o planeamento da manutenção preventiva.	57
Fig. 3. 23 - Fios elétricos mal isolados - Injetora.	67
Fig. 3. 24 - Falta de aperto das caixas elétricas - Injetora.....	67
Fig. 3. 25 - Isolamento eficaz dos painéis elétricos - Misturadora 2.	68

Fig. 3. 26 - Forma correta de inserir caixas no elevador.	69
Fig. 3. 27 - Exemplos de caixas partidas que devem ser rejeitadas.....	69
Fig. 3. 28 - Isolamento deficiente de componentes elétricos - elevadores de caixas	70
Fig. 3. 29 - Exemplo de caixa elétrica para proteger componentes elétricos. ..	70
Fig. 3. 30 - Diagrama do processo de abate.	71

Índice de quadros

Quadro I - Vantagens/desvantagens da manutenção corretiva.....	9
Quadro II - Vantagens/desvantagens da manutenção preventiva sistemática.	10
Quadro III - Os 6 desperdícios de Nakajima.....	16
Quadro IV - Responsabilidades na manutenção autónoma.	19
Quadro V - Denominação dos 5S e o seu significado.	25
Quadro VI - Quadro representativo das vantagens da aplicação dos 5S.	27
Quadro VII - Produtos fabricados na Seara.	33
Quadro VIII - Horas gastas nos equipamentos do matadouro.....	52
Quadro IX - Horas gastas nos equipamentos da desmancha.	53
Quadro X - Horas gastas nos equipamentos da transformação.....	53
Quadro XI - Horas gastas nos equipamentos da embalagem.	54
Quadro XII - Escala de classificação do índice de gravidade.....	59
Quadro XIII - Escala de classificação do índice de ocorrência.....	59
Quadro XIV - Modos de falha e nível de risco - Sistema CO ₂	60
Quadro XV - Modo de falha e nível de risco - Ganchos.	61
Quadro XVI - Modo de falha e nível de risco - Depiladora.	61
Quadro XVII - Modo de falha e nível de risco - Máquina de extração de ânus.	62
Quadro XVIII - Modo de falha e nível de risco - Serra de fita Jarvis.....	62
Quadro XIX - Modo de falha e nível de risco - Injetora.....	63
Quadro XX - Modo de falha e nível de risco - Misturadoras.....	63
Quadro XXI - Modo de falha e nível de risco - Clipsadoras Polyclip.	63
Quadro XXII - Modo de falha e nível de risco - Máquinas de embalar a vácuo.	64
Quadro XXIII - Modo de falha e nível de risco - Elevadores de caixas.....	64

Índice de abreviaturas

CO₂ - Dióxido de Carbono;

FMEA - *Failure Mode and Effects Analysis*;

MTBF - *Mean Time Between Failures*;

MTTR - *Mean Time To Repair*;

OEE - *Overall Equipment Effectiveness*;

RCM - *Reliability Centered Maintenance*;

TPM - *Total Productive Maintenance*.

CAPÍTULO I - INTRODUÇÃO

1.1. Enquadramento

O sector secundário, nomeadamente a indústria de transformação, sempre procedeu a tentativas de melhoria de produtividade e de acréscimo de valor aos seus produtos. A ocorrência da 1ª e 2ª guerra mundial, para além da tragédia civil que acarretou, criou a necessidade de um aumento de produção e eficiência, para que as necessidades logísticas dos envolvidos fossem melhor suportadas.

Uma das áreas que mais alterações sofreu com este desenvolvimento no pós 2ª guerra mundial, foi a manutenção industrial. Anteriormente, a manutenção era considerada uma área sem importância, nas organizações. As atividades de manutenção, reparação ou substituição nos equipamentos, só eram realizadas quando uma máquina avariava ou quando havia defeitos na produção.

Posteriormente, a manutenção, que até à data era efetuada de forma corretiva, passou a ser feita de forma preventiva. A manutenção preventiva foi evoluindo à medida que outras filosofias de gestão e produção se desenvolveram. Nos anos 70 surgiu no Japão uma nova filosofia de manutenção preventiva, o TPM (*Total Productive Maintenance*) impulsionada pelas metodologias de produção existentes (Shrivastav, 2005).

Segundo Park et al (2001), o TPM é um sistema que estabelece uma relação entre todas as funções organizacionais, mais particularmente entre a produção e a manutenção de forma a melhorar a qualidade, eficiência, capacidade e segurança. É composto por vários pilares entre os quais se destaca a manutenção autónoma em que os operadores passam a ser responsáveis pela manutenção dos equipamentos pertencentes ao seu posto de trabalho.

Com este novo paradigma os operadores passam a ter um papel importante em todo o sistema produtivo, pois adquirem novas responsabilidades e competências que são assimiladas através do contacto diário com os equipamentos, bem como através da criação de equipas de

manutenção entre os operadores, de forma a haver um espírito de cooperação entre todos (Prickett, 1999).

No caso específico da empresa "Seara - indústria de carnes", empresa do subsector alimentar, a necessidade de obter altos padrões de qualidade nos seus produtos e reduzir os seus custos, levam-na a procurar níveis elevados de eficiência e, para isso, a procurar melhorar o seu sistema de manutenção.

1.2. Objetivo

O objetivo deste trabalho é implementar melhorias na gestão da manutenção na Seara - indústria de carnes, de forma a aumentar a eficiência produtiva dos equipamentos, diminuindo as paragens e os custos associados. De forma a cumprir o objetivo definido é necessário implementar a metodologia de manutenção TPM através de:

- Melhorias na gestão da informação da manutenção: com o melhoramento dos registos de manutenção existentes e do *software* de apoio à manutenção. Com estes melhoramentos conseguirá efetuar-se um melhor controlo das intervenções de manutenção. Mais tarde e com estes registos inseridos no sistema informático, conseguir-se-ão extrair dados para se proceder a uma posterior análise.

- Identificação das falhas: serão efetuadas análises às falhas nos equipamentos mais críticos e aos efeitos provocados no processo produtivo. Analisadas as falhas e os efeitos, serão tomadas ações que as eliminem/minimizem.

- Manutenção autónoma: serão criados procedimentos de manutenção autónoma para os equipamentos que sejam mais críticos.

1.3. Estrutura

Este relatório divide-se em quatro partes estruturadas e organizadas. A parte I é constituída pelo enquadramento geral do trabalho realizado e pela apresentação dos objetivos. Na parte II é apresentada a revisão bibliográfica respeitante aos temas necessários para desenvolver o trabalho. Na parte III respeitante à investigação empírica, é elaborada a aplicação prática dos temas

da parte II ao trabalho desenvolvido na empresa. Na quarta parte são efetuadas as conclusões finais do trabalho, bem como as sugestões para trabalhos que possam ser desenvolvidos no futuro. No final são apresentadas as fontes de informação usadas ao longo do trabalho e os anexos.

CAPÍTULO II - REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Neste capítulo é efetuada a revisão bibliográfica ao tema de Manutenção, onde é descrito o conceito de manutenção industrial, a sua evolução histórica, a classificação das intervenções e dos indicadores de manutenção. É também explicada a metodologia TPM, descrevendo o seu surgimento e a sua história bem como os pilares que a constituem. No final deste capítulo é descrita e explicada a ferramenta de análise dos modos de falha "FMEA".

2.1. Manutenção Industrial

Todos os equipamentos estão sujeitos a desgaste ao longo do tempo, como consequência da sua atividade ou funcionamento. Para que os equipamentos consigam obter níveis de eficiência elevados, o que os conduzirá a bons níveis de produtividade é necessário que estes sejam mantidos em boas condições de funcionamento (Brito, 2003).

Segundo a norma NP EN 13306 (2007), a manutenção é a combinação de todas as ações técnicas, administrativas e de gestão, durante um ciclo de vida de um bem, destinada a mantê-lo ou repô-lo num estado em que possa desempenhar a função requerida.

2.1.1. Evolução histórica da manutenção

A manutenção tem evoluído no seu conceito e na sua prática. De acordo com Chan et al. (2005), a manutenção tem vindo a desempenhar um papel importante nas empresas, procurando melhorar a disponibilidade, aumentar a qualidade e os requisitos de segurança e como consequência os custos associados. Hoje em dia esses custos representam uma parte importante no orçamento total das empresas. Estima-se que atualmente, os custos de manutenção possam atingir cerca de 30% dos custos de produção.

Com o passar dos anos, a importância da manutenção tem vindo a crescer. A crescente mecanização e automatização dos processos produtivos

têm provocado um aumento do número de equipamentos em detrimento do número de trabalhadores. Como resultado desta situação houve necessidade de se investir mais em manutenção, e aumentar o número de pessoal qualificado nesta área, bem como em técnicas e metodologias de gestão de manutenção (Garg et al., 2006).

No século XX, o setor da manutenção industrial sofreu uma grande evolução e foi caracterizado e dividido em três períodos ou gerações, conforme demonstra a figura 2.1.

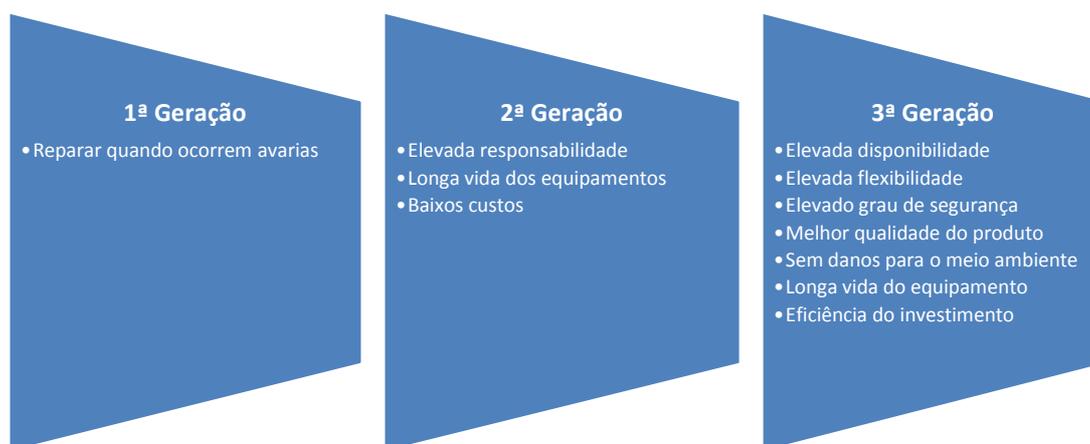


Fig. 2. 1 - Evolução histórica da manutenção.

Fonte: Adaptado (Brito, 2003)

Na primeira geração, caracterizada pelo período do início da revolução industrial até ao final da segunda guerra mundial, a indústria não possuía grande nível de mecanização e automação nos seus processos. Devido a esta situação, os tempos de paragem não representavam uma preocupação para os gestores da época. Foi um período caracterizado pelas intervenções nos equipamentos apenas quando estes paravam e impossibilitassem o correto funcionamento do sistema produtivo. Este método era seguido, uma vez que não representava custos elevados para as empresas da época (Moubray, 2000).

Com o fim da segunda grande guerra e com o início da retoma da atividade económica, houve necessidade de se melhorar os processos devido ao aumento da procura de bens e da automação dos processos. Assim a partir dos anos 50, os equipamentos passaram a ser mais numerosos e complexos.

Com esta dependência, foi necessário haver uma maior focalização nos equipamentos, tentando reduzir as suas falhas. Houve então necessidade de se evoluir para intervenções de cariz preventivo, tendo como objetivo prolongar a vida útil dos equipamentos e baixar os custos associadas às suas avarias (Moubray, 2000).

Posteriormente, nos finais da década de 70, com a crescente automação dos processos de produção bem como a procura de bens, procurou-se aumentar a eficiência dos processos e a fiabilidade dos equipamentos, com a redução dos tempos de paragem.

Com o passar dos anos foram nascendo alguns paradigmas de gestão de manutenção tais como a manutenção centrada na confiança (RCM) e a manutenção produtiva total (TPM). Através destas filosofias, a manutenção evoluiu para um novo patamar de qualidade e fiabilidade, o que permitiu, para além de procurar elevar os níveis de disponibilidade, também elevar a qualidade do produto, sem danos para o meio ambiente e aumentar a vida útil dos equipamentos (Murthy et al., 2002).

A filosofia RCM, nasceu nos Estados Unidos da América na década de 70 e teve como objetivo criar uma metodologia de manutenção preventiva eficaz, centrada na confiabilidade, que servisse o setor da aviação civil americano. Inicialmente criado pela indústria da aviação comercial, o RCM passou mais tarde a ser adotado no setor da defesa e indústria nuclear americana. Na década de 90 o RCM passou a ser aplicado em outros setores da atividade, surgindo, a partir dessa altura, diversos padrões de aplicação desta metodologia (Murthy et al., 2002).

Ao mesmo tempo que era aplicada esta filosofia nos Estados Unidos, no Japão adotou-se a manutenção produtiva total (TPM). Neste novo paradigma, a manutenção é analisada em termos de impacto direto na produção e é medida através de variantes importantes tais como a disponibilidade do equipamento, taxa de produção e qualidade dos produtos (Murthy et al., 2002).

2.1.2. Classificação das intervenções de manutenção

Atualmente e de acordo com a norma NP EN 13306 (2007), as intervenções de manutenção possuem diferentes classificações conforme a

sua tipologia e podem ser classificadas conforme a figura 2.2. As intervenções de manutenção podem-se classificar em dois grupos. Se tiver ocorrido uma falha, a intervenção de manutenção a realizar é considerada corretiva. Se ainda não tiver ocorrido a falha, a intervenção a realizar é preventiva.

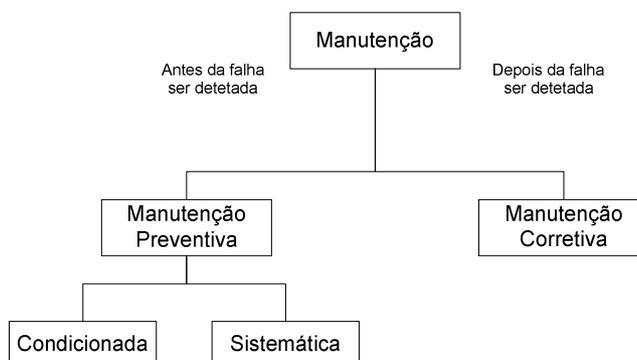


Fig. 2. 2 - Tipos de manutenção existentes.

Fonte: (NP EN 13306, 2007)

A manutenção corretiva e a manutenção preventiva são descritas nas duas secções seguintes.

2.1.2.1. Manutenção Corretiva

Segundo a norma NP EN 13306 (2007), a manutenção corretiva é efetuada após a constatação de uma avaria num equipamento e destina-se a recolocá-lo nas condições adequadas para que possa realizar a função requerida.

Hoje em dia as organizações optam por aplicar esta tipologia de gestão de manutenção apenas em equipamentos que não necessitem de grandes intervenções e não sejam muito importantes para a produção, podendo assim falhar de vez em quando, sem que daí advenham elevados custos. A própria aplicação deste tipo de manutenção ao invés da manutenção preventiva resulta quase sempre numa redução de custos de manutenção destes equipamentos.

Por outro lado, a aplicação desta gestão à generalidade dos equipamentos numa organização leva a perdas de produção que se traduzem em elevados custos para a empresa. Também exige um elevado número de peças de reserva para fazer face aos imprevistos.

O seguinte quadro mostra de forma resumida algumas das vantagens e desvantagens na aplicação de manutenção corretiva.

Quadro I - Vantagens/desvantagens da manutenção corretiva.

Vantagens	Desvantagens
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Aplicação em equipamentos não importantes para a produção; ➤ Redução dos custos de manutenção nos equipamentos menos importantes. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Exige elevado stock de peças de reserva; ➤ Perda de produção.

Fonte: (Brito, 2003)

2.1.2.2. Manutenção Preventiva

A manutenção preventiva é a manutenção realizada segundo parâmetros pré-determinados e conduzida com a finalidade de reduzir a probabilidade de um material entrar em rutura. Este tipo de manutenção pode ser sistemática ou condicionada, conforme se descrevem nas secções seguintes (NP EN 13306, 2007).

2.1.2.2.1. Manutenção Preventiva Sistemática

A manutenção preventiva sistemática é uma metodologia de manutenção que é efetuada segundo intervalos de tempo preestabelecidos e número de unidades de utilização, mas sem se efetuar um controlo prévio do estado do equipamento, a fim de averiguar se é ou não necessário intervir (NP EN 13306, 2007).

Esta tipologia de gestão de manutenção, apesar de ser recomendada pelos fabricantes dos equipamentos devido à sua gestão ser mais simplificada, pode trazer associada custos de manutenção mais elevados, devido à necessidade de se impor uma programação regular de intervenções, sem que dela se possam tirar os devidos proveitos. Um desses exemplos é a substituição de peças por precaução, seguindo o manual do fabricante do

equipamento. Apesar de haver equipamentos que necessitem desta prática devido à importância que têm num processo ou até devido a questões de segurança, estar a aplicá-la em todos os equipamentos pode não ser vantajoso.

Quadro II - Vantagens/desvantagens da manutenção preventiva sistemática.

Vantagens	Desvantagens
<ul style="list-style-type: none"> ➤ O custo de operação de manutenção é predeterminado; ➤ A gestão financeira é simplificada; ➤ As operações e paragens são programadas de acordo com a produção. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Custos de operação elevados; ➤ Maior possibilidade de erro humano; ➤ O custo da mão-de-obra é elevado, pois, estas intervenções são realizadas fora do horário laboral; ➤ Substituição de peças por motivos de precaução; ➤ A multiplicidade de operações aumenta o risco de introdução de novas avarias.

Fonte: (Brito, 2003)

2.1.2.2.2. Manutenção Preventiva Condicionada

A manutenção preventiva condicionada, segundo a norma NP EN 13306 (2007), baseia-se na vigilância e acompanhamento de variáveis relativas ao funcionamento de um equipamento, como ruídos ou vibrações. Acompanha e monitoriza o equipamento de forma a integrar ações decorrentes desse acompanhamento. É uma estratégia de manutenção preditiva que tendo em conta as necessidades que encontra num equipamento, determina o intervalo de manutenção e as ações de manutenção. É um tipo de manutenção aplicado geralmente a máquinas que tenham maior acompanhamento pelos técnicos, por serem vitais para a produção, cuja avaria comprometa a segurança e também cuja frequência das avarias e os custos de reparação sejam elevados.

Vantagens na aplicação de manutenção preventiva condicionada (Brito, 2003):

- Menor número de falhas;

- Intervalos de manutenção dinâmicos;
- Intervalos de manutenção mais adequados e bem planeados;
- Intervenções de manutenção fora do tempo planeado de produção;
- Aumento da segurança (para os operadores e equipamentos);
- Aumento do nível de qualidade.

2.2. Indicadores de manutenção

Segundo a norma NP EN 15341 (2009), os indicadores de desempenho de manutenção servem como apoio à gestão de forma a atingir a excelência da manutenção e utilizar os bens imobilizados de uma forma competitiva. Os indicadores devem ser usados para:

- Medir o estado;
- Estabelecer comparações;
- Diagnosticar;
- Identificar objetivos e metas a alcançar;
- Planear ações de melhoria;
- Medir continuamente os resultados das ações ao longo do tempo.

Para o desempenho da manutenção ser satisfatório é necessário utilizar os recursos de forma eficiente, que permita manter ou reestabelecer o estado de um bem, para que este consiga cumprir a sua função requerida. Este desempenho pode ser medido e expresso como um resultado obtido ou esperado.

Na norma NP EN15341 (2009), os indicadores de desempenho da manutenção estão divididos e estruturados em três grupos: os indicadores económicos, técnicos e organizacionais. Seguidamente serão apresentados alguns desses indicadores.

- Indicadores económicos:

O indicador que se segue representa a percentagem de custo gasto na manutenção face aos custos de transformação da produção. O custo total da manutenção são todos os custos relativos às atividades de manutenção

executadas. Já os custos de transformação da produção representam o custo requerido por um ativo/bem para transformar um material num produto ou serviço, excluindo as matérias-primas e de embalagem.

$$\frac{\textit{Custo total da manutenção}}{\textit{Custos de transformação da produção}} \times 100$$

O seguinte indicador mede o impacto que o custo de manutenção preventiva tem relativamente ao custo total da manutenção. O custo de manutenção preventiva representa o custo das atividades de manutenção efetuada em intervalos pré-estabelecidos ou de acordo com critérios prescritos.

$$\frac{\textit{Custo de manutenção preventiva}}{\textit{Custo total da manutenção}} \times 100$$

- Indicadores técnicos:

Dentro do grupo dos indicadores técnicos existe o MTBF (tempo médio entre falhas) que pode evidenciar a fiabilidade de um equipamento. O tempo total de funcionamento representa o tempo durante a qual um equipamento cumpre a função requerida e o número de falhas representa o número total de avarias durante esse tempo.

$$MTBF = \frac{\textit{Tempo total de funcionamento}}{\textit{Número de falhas}}$$

O MTTR (tempo médio de reparação) indica quanto tempo, em média, demora uma avaria num dado equipamento a ser reparada, com a divisão do tempo total que as reparações demoram a ser concluídas e o número total de avarias.

$$MTTR = \frac{\textit{Tempo total de reparações}}{\textit{Número total de avarias}}$$

2.3. Manutenção Produtiva Total

A manutenção produtiva total, também designada por TPM é uma metodologia de gestão da manutenção, que provém da manutenção preventiva e está orientada para a melhoria contínua. Focaliza-se na otimização dos equipamentos e na eliminação das suas falhas. Tem como propósito melhorar a eficiência dos equipamentos, aumentando a produtividade, devido à maior disponibilidade do equipamento e reduzindo os custos associados à manutenção. Esta é uma metodologia que promove a realização de atividades de manutenção pelos operadores nos equipamentos pertencentes aos seus postos de trabalho, no dia-a-dia (Ahuja et al., 2008).

O TPM foi desenvolvido com o objetivo de melhorar a performance geral das atividades de manutenção, definindo e implementando estratégias de manutenção numa organização. A implementação de TPM permite transformar toda a área de produção de uma fábrica, integrando em si mecanismos que melhoram a cultura de trabalho, o processo e tecnologia fabril. Com o TPM, a manutenção é uma parte ativa e vital da gestão de uma empresa (Ahuja et al., 2008).

2.3.1. História do TPM

O TPM surgiu no Japão em 1971, na Nippondenso, uma empresa fornecedora da Toyota do sector dos componentes elétricos para automóveis. Nasceu com a introdução da manutenção preventiva, que foi criada nos Estados Unidos e implementada posteriormente no Japão (Ahuja et al., 2008).

Nos anos 50, a Nippondenso passou a seguir as recomendações dos fabricantes dos equipamentos e implementaram ações preventivas em todos os seus equipamentos novos (Ahuja et al., 2008). Contudo e com o passar dos anos, os responsáveis da empresa sentiram necessidade de evoluir para outro patamar a nível de manutenção, com o crescimento da automação dos seus processos produtivos e dos custos associados à contratação de mais pessoal para esta área. De forma a minimizar estes custos, a empresa optou por uma filosofia em que seriam os operadores de produção a efetuarem as atividades de manutenção nos equipamentos, como limpezas, lubrificações e inspeções,

atividades essas que passaram a ser designadas de manutenção autónoma. Assim, os técnicos de manutenção passaram a não ser os únicos intervenientes na manutenção dos equipamentos. Com esta inovação, esses mesmos técnicos passaram a ter mais tempo livre para se dedicarem a outro tipo de atividades e áreas, tal como à introdução de alterações no equipamentos, para melhorar a sua fiabilidade e manutibilidade (Venkatesh, 2007).

O TPM surgiu como método de suporte à filosofia de gestão de produção designada por *Lean Manufacturing*, pois a sua implementação implica alta eficiência produtiva e eliminação dos desperdícios. Segundo Ahuja et al. (2008), o TPM é um requisito fundamental à implementação de *Lean* numa organização, devido à eficiência e fiabilidade dos equipamentos. De forma a cumprir estes requisitos, o TPM pode ser entendido como uma estratégia de manutenção que tem como objetivo maximizar a eficiência e produtividade dos equipamentos, estabelecendo planos de manutenção preventiva que abrangem toda a vida útil dos equipamentos. Com o TPM procurou-se cortar nos desperdícios e organizar melhor os processos de forma a encontrar a forma mais económica de operar. Para haver um envolvimento geral de todos, as atividades de manutenção passaram a ser distribuídas por todas as áreas e departamentos da empresa, desde os gestores até aos operadores de linha (Shimbun, 1995).

2.3.2. Pilares do TPM

A metodologia TPM possui pilares que a sustenta. Estes pilares servem de base à implementação prática dos procedimentos que estão inerentes ao TPM.

Nakajima (1988) definiu os 8 pilares que constituem e sustentam a casa do TPM, como mostra a figura 2.3. Apesar de alguns sistemas de produção e alguns autores simplificarem o modelo eliminando ou acrescentando alguns pilares, este é considerado o modelo de referência.

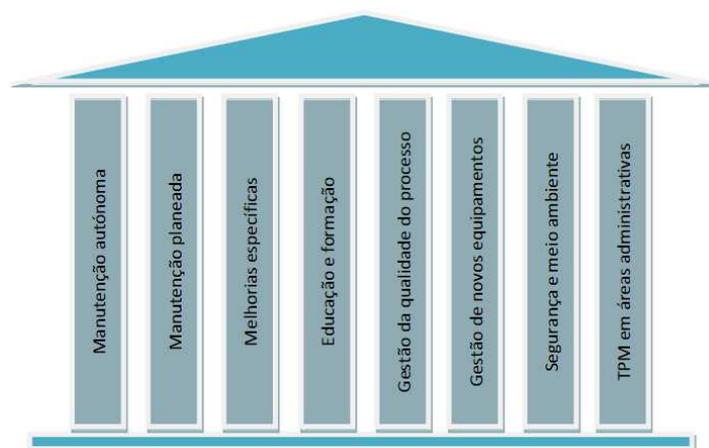


Fig. 2. 3 - Pilares de sustentação do TPM.

Os pilares sugeridos por Nakajima para se conseguir implementar o TPM incluem a manutenção autónoma, manutenção planeada, as melhorias específicas aos equipamentos e processos, a educação e formação, a gestão da qualidade do processo, a gestão de novos equipamentos, a segurança e o meio ambiente e ainda a aplicação do TPM em áreas administrativas. Estes pilares são descritos nas seguintes secções.

2.3.2.1. Melhorias específicas nos equipamentos e processos

Este pilar do TPM envolve a realização de melhorias para o aumento da eficiência dos equipamentos e dos processos, através da eliminação de desperdício nos equipamentos. Para realizar estas melhorias, Nakajima definiu 6 tipos de desperdícios como mostra o quadro III, que devem ser identificados e combatidos.

Quadro III - Os 6 desperdícios de Nakajima.

Desperdício	Descrição
Avárias nos equipamentos	Falhas crónicas e esporádicas nos equipamentos. Resultam em perdas de tempo e de material.
Tempos de <i>setup</i> e ajustes	Tempo despendido na realização de afinações, quando se efetua uma mudança de produto. Configuração de todas as operações necessárias para iniciar a produção.
Interrupções momentâneas e trabalho em vazio.	Paragens da produção provocadas por problemas temporários.
Redução da velocidade de produção	Quando a velocidade real de produção não corresponde à velocidade projetada. Também acontece quando a velocidade projetada é inferior à velocidade da condição desejável do equipamento
Defeitos gerados no processo	Defeitos no processo devido a problemas nos equipamentos.
Redução da quantidade produzida	Perdas de material no arranque dos ciclos de produção (após correções periódicas, longo tempo de paragem, feriados, depois da pausa para o almoço).

Fonte: (Chan et al., 2005)

Para se identificar desperdícios nos equipamentos, podem-se utilizar vários indicadores de eficiência e ferramentas. Um desses indicadores é o designado OEE (*Overall Equipment Effectiveness*), que mede a eficiência global do equipamento, incorporando métricas que refletem o estado de um equipamento (Chan et al., 2005).

$$OEE = (Disp. do equipamento) \times (Desempenho) \times (Rácio de qualidade)$$

É um indicador que é calculado recorrendo a três rácios de desempenho, a seguir explicados.

Disponibilidade:

$$\text{Disponibilidade do equipamento} = \frac{\text{Tempo disponível} - \text{Tempo não disponível}}{\text{Tempo disponível}}$$

Neste rácio, consegue-se medir a disponibilidade do equipamento através da diferença entre o tempo que os equipamentos estão disponíveis para funcionar (tempo disponível) e através do tempo em que os equipamentos estão parados devido a falhas, ajustes/setup, mudança de produção, entre outros.

Desempenho:

$$\text{Desempenho} = \frac{N^{\circ} \text{ peças processadas} \times \text{Tempo de ciclo}}{\text{Tempo de operação}}$$

O rácio de desempenho é obtido através do número total de peças processadas durante um ciclo de produção, o tempo de ciclo e o tempo de operação que pode ser calculado pela diferença entre o tempo disponível e o tempo não disponível.

Qualidade:

$$\text{Rácio de qualidade} = \frac{N^{\circ} \text{ peças processadas} - N^{\circ} \text{ peças rejeitadas}}{N^{\circ} \text{ peças processadas}}$$

Neste rácio consegue-se avaliar o padrão de qualidade que existiu durante um ciclo de produção, com o número de peças processadas e o número de peças rejeitadas.

Por fim, já com os rácios calculados, pode-se agora medir a eficiência global do equipamento, multiplicando os rácios da disponibilidade do equipamento, do desempenho e o da qualidade.

O OEE é um indicador de desempenho que reflete o estado atual de um equipamento e que serve como ponto de partida no auxílio ao desenvolvimento

de novas ações de melhoria. Este é um indicador quantitativo que pode ser utilizado para demonstrar a fiabilidade de um sistema de produção.

Para além do OEE, também se podem utilizar algumas ferramentas para medir e analisar os desperdícios tais como (Chan et al., 2005):

- Diagrama de Pareto;
- Diagrama de causa-efeito;
- Árvore de falhas (FTA);
- Análise de modos de falha e os seus efeitos (FMEA).

2.3.2.2. Manutenção autónoma

Com este pilar o TPM pretende que as atividades de manutenção sejam partilhadas pela produção e pela manutenção. Assim os operadores passam a ser responsáveis pelos equipamentos que utilizam e pela realização de ações de manutenção básicas, tais como limpezas, lubrificações e inspeções. Os técnicos de manutenção ficam com mais tempo para se centrarem noutras atividades que impliquem maior especificidade e que acrescentem mais valor, tais como reparações e melhorias técnicas nos equipamentos. Através da utilização deste pilar do TPM, o objetivo é manter os equipamentos sempre em perfeito estado de conservação (Venkatesh, 2007).

O seguinte quadro demonstra as diferenças nas tarefas de manutenção autónoma entre os operadores e os técnicos de manutenção.

Quadro IV - Responsabilidades na manutenção autónoma.

Manutenção Autónoma	
Operadores	Técnicos de manutenção
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Manter as condições básicas dos equipamentos; ➤ Manter as condições operacionais dos equipamentos (assegurar a adequada operação e inspecionar); ➤ Identificar sinais de deterioração (inspeção visual e identificação de anomalias); ➤ Melhorar a capacidade na operação dos equipamentos, setup, afinações e inspeção visual. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Providenciar suporte técnico aos operadores para as atividades de manutenção autónoma; ➤ Corrigir/impedir a deterioração dos equipamentos através de inspeções e revisões; ➤ Tornar as normas de funcionamento claras para os operadores, identificando fraquezas e fazendo as melhorias adequadas.

Fonte: (Chan et al., 2005)

A manutenção autónoma consegue quando implementada corretamente, permitir que os equipamentos trabalhem de forma continuada sem interrupções durante os períodos de produção, fomentar a flexibilidade dos operadores na manutenção dos seus equipamentos e eliminar desperdícios através da participação de todos os trabalhadores (Venkatesh, 2007).

A manutenção autónoma é implementada em sete etapas através das quais se pretende assegurar o conhecimento necessário dos equipamentos por parte dos operadores e inculcar a sua participação a responsabilização pelo equipamento que utilizam (Willmott, et al., 2001).

1. Limpeza e inspeção inicial

Na etapa inicial de limpeza e inspeção devem ser tomadas medidas para se organizarem todos os recursos necessários à limpeza do equipamento, eliminando poeiras e manchas existentes. Desta forma ao se realizarem as limpezas, consegue-se visualizar melhor possíveis deficiências e anomalias, que no caso de existirem são registadas, para mais tarde se proceder à sua

correção. Esse registo pode ser efetuado recorrendo a etiquetas, como as da figura 2.4, colocadas diretamente no equipamento (Ahuja et al., 2008).



Fig. 2. 4 - Etiquetas utilizadas na identificação de avarias.

Fonte: [1]

2. Eliminar fontes de sujidade e áreas de difícil acesso

Nesta etapa são tomadas medidas como limpeza, inspeção e a lubrificação que servem para eliminar as fontes de sujidade e problemas, e ainda as áreas de difícil acesso nos equipamentos, de forma a tornar a limpeza, a inspeção e a lubrificação mais fáceis de realizar.

As medidas adotadas podem passar pela implementação de auxílios visuais nos equipamentos para identificar locais a serem lubrificados, utilizando para isso um código de cores. Os equipamentos podem também ser sujeitos a alterações de forma a facilitar a manutenção autónoma e eliminar as fontes de contaminação (Venkatesh, 2007).

Com esta etapa pretende-se criar as condições para que a manutenção autónoma possa ser implementada, facilitando o acesso às áreas mais difíceis, para que se possam realizar as atividades que visem travar a deterioração dos equipamentos (Ahuja et al., 2008).

3. Definição de padrões

Nesta fase são criados padrões de limpeza, inspeção e lubrificação, que servirão para que o equipamento esteja em condições ideais, prevenindo a sua possível deterioração (Willmott, et al., 2001). Esses padrões são definidos recorrendo a tabelas próprias de manutenção autónoma e são elaborados

pelos técnicos e gestores de manutenção. Estas tarefas devem possuir uma periodicidade para as limpezas, inspeções e lubrificações. Devem ser ainda compreendidas e aceites pelos operadores e nela conter informações que incluem detalhes como o local, a data e o procedimento de manutenção (ação, ferramentas utilizadas, nome da máquina, etc.) (Ahuja et al., 2008).

4. Formar os operadores para realizarem inspeções gerais

Nesta etapa os operadores obtêm conhecimento que lhes permitem realizar inspeções gerais aos equipamentos, adquirindo para isso conhecimento em áreas necessárias para a manutenção do equipamento, como pneumática, lubrificação, eletrónica, hidráulica, segurança, entre outras. Com o conhecimento adquirido, os operadores podem melhorar as técnicas de manutenção e compreender melhor os manuais dos equipamentos (Venkatesh, 2007).

5. Verificar procedimentos de inspeção autónoma

Nesta fase os operadores passam a utilizar os novos métodos de limpeza, inspeção e lubrificação definidos para a manutenção autónoma. Depois de analisados e colocados em prática verifica-se se estes são viáveis. Para isso cada operador prepara, em conjunto com o supervisor de manutenção, um plano de intervenções (Venkatesh, 2007). Decide-se então o melhor método de efetuar manutenção autónoma e trabalho especializado de forma a tornar o sistema globalmente eficiente (Willmott, et al., 2001).

6. Padronização no posto de trabalho

Nesta etapa são utilizados padrões que permitem visualizar de forma clara e correta todo o posto de trabalho (padrão de lubrificação, limpeza e lubrificação, padrão de fluxo de material, de registo de dados e de gestão de ferramentas e moldes). Desta forma toda a área de trabalho fica organizada e é mais fácil ter uma perceção do posto de trabalho e da sua área envolvente. Com a organização de todos os itens necessários (matéria-prima, trabalho em curso, ferramentas etc.), consegue-se diminuir o tempo de procura e facilitar a tarefa do operador (Willmott, et al., 2001).

7. Melhoria contínua

Nesta etapa, já com a manutenção autónoma implementada é necessário haver um controlo permanente de todos os registos relativos à manutenção dos equipamentos, como identificação de pontos fracos nos equipamentos. Com este controlo pode-se obter uma análise que servirá para identificar avarias ou deficiências mais críticas nos equipamentos (Willmott, et al., 2001).

2.3.2.3. Manutenção planeada

Neste pilar designado por manutenção planeada o objetivo é procurar centrar o esforço da manutenção no aumento do número de intervenções preventivas, reduzindo assim as intervenções corretivas. Assim, com a redução das intervenções corretivas, as falhas são reduzidas e a fiabilidade do equipamento aumenta (Venkatesh, 2007).

2.3.2.4. Gestão de novos equipamentos

Este pilar consiste em realizar atividades durante o planeamento e construção de novos equipamentos que permitam transmitir ao equipamento elevados graus de fiabilidade, durabilidade, economia, operacionalidade, segurança, flexibilidade e manutibilidade (Venkatesh, 2007).

Segundo Willmott et al., (2007) este tipo de gestão é baseado no conhecimento adquirido relativo aos equipamentos existentes com os processos de melhoria, manutenção autónoma e iniciativas de manutenção planeada. Na aquisição e desenvolvimento de novos equipamentos, aspetos tais como a facilidade de operação, a facilidade de limpeza, a fiabilidade e manutibilidade, o tempo de set-up e o custo de ciclo de vida são tomados em consideração. Este pilar também considera que os novos produtos devem ser desenvolvidos de tal forma que sejam facilmente produzidos nos equipamentos novos ou nos existentes.

2.3.2.5. Gestão da qualidade do processo

Este é o pilar da qualidade que está voltado para a satisfação dos clientes através da produção com "zero defeitos". Focaliza-se na eliminação de desperdício de forma sistemática, bem como na melhoria contínua. Aqui tenta-se descobrir quais são as partes/componentes de um equipamento que influenciam a qualidade do produto para a partir daí se começar a eliminar os desperdícios. É uma gestão baseada em manter o equipamento em condições que evitem defeitos no produto (Venkatesh, 2007).

Para se efetuar uma análise da qualidade do processo devem ser utilizadas ferramentas importantes, que relacionem os fatores que influenciam a qualidade e os defeitos causados.

2.3.2.6. Educação e formação

O objetivo deste pilar é formar e educar os operadores para que possam colocar em prática as metodologias estabelecidas nos restantes pilares do TPM. Com a aposta na educação e formação consegue-se melhorar o conhecimento, competências e técnicas dos funcionários. O processo de aprendizagem pode ser dividido em dois componentes principais (Venkatesh, 2007):

- Competências técnicas com vista à resolução de problemas;
- Competências sociais que potenciem o trabalho em equipa.

2.3.2.7. TPM em áreas administrativas

A implementação do TPM em áreas administrativas deve ser realizada para aumentar a produtividade e eficiência nas funções administrativas. Este pilar envolve a análise dos processos e procedimentos no intuito de identificar e eliminar perdas.

Nas áreas administrativas, podem ser encontradas e eliminadas (ou reduzidas) 12 tipos de perdas (Venkatesh, 2007):

- Perdas associadas ao processamento;
- Perdas monetárias em áreas como: compra, contabilidade, marketing/vendas;

- Falha de comunicação;
- Desocupação;
- Perda de Set-up;
- Perda associada à imprecisão;
- Avaria de equipamentos de escritório;
- Falha dos canais de comunicação (telefone, fax);
- Tempo despendido na recuperação da informação;
- Indisponibilidade em tempo útil da correta quantidade em stock;
- Reclamação dos clientes devido à logística;
- Despesas com compras e envios de emergência.

2.3.2.8. Segurança e meio ambiente

Com este pilar tenta-se criar um espaço de trabalho que não seja prejudicado pelos processos da organização e em que os operadores se sintam mais capazes de realizar as suas tarefas devido à melhoria das condições de trabalho. O objetivo é atingir "zero acidentes", "zero danos na saúde das pessoas" e "zero incêndios". Uma importante base para aplicar este pilar passa pela aplicação dos 5S, importante para organizar o posto de trabalho e eliminar as condições inseguras na área de trabalho (Venkatesh, 2007).

O TPM implementado segundo estes pilares que constituem a base da sua filosofia, conjuga em si diferentes tipos de temas que são transversais a toda uma organização.

É um método implementado segundo procedimentos de manutenção preventiva e progressiva, que chama para si o conhecimento e a cooperação de todos os colaboradores de uma organização, que são desde os operários, os engenheiros, os próprios fornecedores dos equipamentos entre outros, que permitirão otimizar o desempenho das máquinas, resultando na eliminação de avarias, do tempo de inatividade do equipamento, melhorando a utilização, rendimento e qualidade do produto processado (Ahuja et al., 2008).

O TPM ajuda a promover a motivação da força de trabalho, através da formação adequada, aumentando a participação dos trabalhadores para alcançar metas e objetivos organizacionais. É um método que possui inúmeras vantagens para as empresas que podem passar a ser vistas de outra forma pelos clientes devido à melhoria de imagem passada pelo rigor da implementação de uma gestão de manutenção como o TPM (Ahuja et al., 2008).

2.3.3. 5S

Para além dos pilares que compõem a base da filosofia TPM, existem ainda outras ferramentas que também são bases importantes para a adoção desta filosofia. Uma delas é a metodologia 5S.

Esta é uma metodologia voltada para a melhoria contínua que auxilia a análise de processos produtivos numa área de trabalho. Para se implementar o TPM corretamente é importante para criar e manter um local de trabalho bem organizado, limpo, eficiente e com elevados índices de qualidade.

Esta metodologia teve a sua origem no Japão e passou a ser conhecida através de cinco palavras iniciadas por "S" e que definem a metodologia (Michalska et al, 2007).

Quadro V - Denominação dos 5S e o seu significado.

Denominação Japonesa	Significado
Seiri	Seleção ou triagem
Seiton	Organização ou arrumação
Seiso	Limpeza
Seiketsu	Padronização
Shitsuke	Auto-disciplina

Fonte: (Michalska et al, 2007)

Seiri - Seleção ou triagem

Seiri, referente à seleção ou triagem consiste na seleção das ferramentas, materiais, etc, na área de trabalho, mantendo apenas os que são essenciais. Tudo o que não for importante deve ser descartado ou armazenado noutra sítio. Isto ajuda a manter o local de trabalho mais organizado, o que faz aumentar a eficiência de procura e receção de ferramentas e materiais. Assim o trabalho produtivo flui melhor, com menos riscos e sem desordem (Michalska et al, 2007).

Seiton - Organização ou arrumação

Seiton consiste em efetuar a arrumação dos objetos em locais próprios para o efeito depois de terem sido utilizados. Para identificar os objetos de forma mais fácil devem-se criar placas com nomes e etiquetas com cores que os identifiquem. As marcas para a identificação de espaços e movimentos de materiais também são importantes para a organização do local de trabalho (Michalska et al, 2007).

Seiso - Limpeza

Seiso consiste em efetuar uma limpeza adequada do espaço de trabalho e permite identificar e eliminar fontes de sujidade. Este processo envolve a limpeza total do local de trabalho e permite ao trabalhador executar melhor a sua atividade, dado que o processo assim flui melhor (Michalska et al, 2007).

Seiketsu - Padronização

Seiketsu designa a elaboração de procedimentos padrão que permitam manter em ordem o espaço de trabalho. Estes devem ser diretos e de fácil compreensão, para que possam ser utilizados por todos os trabalhadores. Estes padrões devem ser implementados em toda a organização e testados aleatoriamente (Michalska et al, 2007).

Shitsuke - Auto-disciplina

A adoção dos 5S numa organização traz consigo a necessidade e a exigência de fazer com que sejam aplicados todos estes princípios. Shitsuke, a autodisciplina, surge associada à implementação de todas as regras de

limpeza e classificação. Pretende-se um maior sentido de responsabilidade do pessoal, a diminuição de produtos e processos não conformes, a melhoria na comunicação e conseqüentemente a melhoria nas relações humanas (Michalska et al, 2007).

O seguinte quadro mostra as vantagens na aplicação dos princípios presentes na metodologia 5S.

Quadro VI - Quadro representativo das vantagens da aplicação dos 5S.

5S	Vantagens
1S - Seleção	- Diminuição dos stocks; - Melhor utilização do espaço fabril.
2S - Organização	- Melhoria da eficiência do processo; - Aumento da segurança.
3S - Limpeza	- Melhoria da eficiência das máquinas; - Manutenção do espaço limpo.
4S - Padronização	- Definição correta dos procedimentos; - Aumento da segurança.
5S - Auto-disciplina	- Aumento de consciência e moral; - Diminuição dos erros humanos.

Fonte: (Michalska et al, 2007)

A aplicação das regras dos 5S permite obter diversas vantagens. A nível de seleção ou triagem de ferramentas ou materiais que existam no local de trabalho, consegue-se obter uma diminuição de stocks, o que possibilita otimizar a utilização de todo o espaço de trabalho. Possibilitam ainda melhorar a organização e arrumação de todos os objetos em locais próprios para o efeito, de forma a conseguir-se melhorar a eficiência do processo, tendo os objetos sempre organizados. Melhora a limpeza do espaço, já que mantendo o local de trabalho limpo e asseado, consegue-se melhorar a eficiência das máquinas, possibilitando assim melhor rentabilizar o trabalho quer das máquinas, quer dos colaboradores. Com a padronização de procedimentos consegue-se definir mais concretamente funções que sejam necessárias para

manter a ordem no espaço de trabalho. Com autodisciplina consegue-se aumentar a consciência e moral dos colaboradores face a todas as regras da empresa. Assim os erros humanos diminuem devido ao aumento da responsabilidade de cada colaborador.

2.4. FMEA

Segundo Mcdermott et al. (1996), FMEA (análise dos modos de falhas e dos seus efeitos) é uma ferramenta da qualidade que tem por objetivo prevenir a ocorrência de problemas no produto e processo.

As técnicas FMEA têm sido largamente utilizadas desde há 30 anos. Inicialmente esta ferramenta foi criada com vista à melhoria de segurança e prevenção de acidentes que ocorressem em processos mais perigosos. Com o passar dos anos a indústria decidiu aplicar esta ferramenta também a outras áreas, para que fosse possível identificar e analisar potenciais falhas de produtos e processos. Passou a ser uma ferramenta não aplicada só para prevenção de acidentes e melhoria de segurança, mas também uma importante ferramenta da qualidade nas empresas. Uma das áreas que também pode beneficiar da adoção desta ferramenta da qualidade é a manutenção industrial. Esta área também pode ser potenciada com o uso desta ferramenta uma vez que é possível ser melhorada com a redução de falhas e erros que possam ocorrer em máquinas e equipamentos numa organização e que possam comprometer o produto, o processo produtivo, mas também as próprias máquinas pertencentes ao processo (Mcdermott et al., 1996).

FMEA pode ser classificado em três tipos:

- **FMEA do produto ou de projeto:** Nesta análise são consideradas todas as falhas do produto, tendo em conta todo o tempo de vida do produto. Com esta análise pretende-se evitar falhas no produto decorrentes do projeto.

- **FMEA do processo:** São consideradas todas as falhas que ocorrem durante a fase de execução do processo. Pretende assim evitar falhas no processo que resultem em não conformidades do produto.

- **FMEA do sistema:** São tidas em conta todas as potenciais falhas que provoquem problemas e estrangulamentos em grandes processos, como linhas de produção (Mcdermott et al., 1996).

Uma falha ocorre quando há uma irregularidade que impede o normal funcionamento de um produto, processo ou sistema. Os modos de falha têm um efeito potencial que produzem um nível de risco que pode ser maior ou menor conforme o risco relativo. O risco de falha pode ser determinado por 3 fatores:

- Gravidade;
- Ocorrência;
- Detecção.

Nos formulários da análise FMEA por processo fazem a descrição processo a ser analisado, os modos potenciais de falha, os efeitos potenciais da falha, as causas potenciais das falhas, os controlos atuais efetuados, os níveis de gravidade, ocorrência e deteção, as ações recomendadas e as medidas já implementadas. No fim é efetuado o cálculo do novo NPR (nível prioritário de risco), já com as medidas implementadas.

A figura 2.6 mostra um exemplo dos formulários FMEA.

ANALISE MODAL DE FALHAS E EFEITOS POTENCIAIS														
Processo:			Fornecedores e Fabricas Afectadas:				Preparado Por:			Código:				
Referência/Cliente:			Referência/Denominação:				Data Rev. de 1ª Produção			Edição:				
Departamentos Responsáveis:			Data/Nível de Engenharia:							Data:				
										Página:				
Descrição do Processo:	Modo Potencial da Falha	Efeito(s) Potencial(is) da Falha	G	Causa(s) Potencial(is) da Falha	O	Controlos Actuais	D	N P R	Ações Recomendadas	Medidas Tomadas	G	O	D	N P R

Fig. 2. 5 - Exemplo de formulário FMEA.

O NPR resulta da multiplicação dos fatores de gravidade, ocorrência e deteção, que são definidos pela equipa responsável do FMEA, através de uma escala crescente de 1 a 10 atribuída conforme o nível dos fatores, como exemplifica a figura 2.7. Na multiplicação destes 3 fatores, o RPN é

determinado para cada modo de falha. Com o cálculo do nível prioritário de risco pode-se efetuar uma priorização dos problemas mais críticos que necessitam de intervenções, com vista à eliminação ou redução dos modos de falha. As falhas com o RPN maior devem ser analisadas com maior atenção e preocupação.

Rating Scale	Severity Examples	Severity Examples	Occurrence Description	Occurrence Examples	Detection/Prevention	Detection Examples
9 - 10	Catastrophic event	- Death - Epidemic - Severe injury	Very frequent	- Hourly-daily - 1 in 5 - 10 patients	No detection	- Customer sues - Malpractice
6 - 8	Major event	- Long term recovery - Widespread outage	Regular occurrence	- Weekly-monthly - 1 in 50 - 100 patients	Detect after event occurs	- Patient returns - Found on audit
3 - 5	Moderate event	- Long waiting room delay - Repeat visit	Infrequent occurrence	- Quarterly-yearly - 1 in 500-patients	Detect and correct as event occurs	- Corrected before patient leaves
1 - 2	Minor event Mild or no dissatisfaction	- Slight waiting room delay - Small \$ loss	Extremely rare event	- Once every 10+ years - 1 in 10,000 patients	Predict and prevent before event can occur	- Mistake-proofed - Advance notice in time to fix

Fig. 2. 6 - Exemplo de escalonamento do fator gravidade - FMEA.

Fonte: [2]

CAPÍTULO III - INVESTIGAÇÃO EMPÍRICA

Neste capítulo é apresentada a investigação empírica recorrendo à caracterização da empresa e da sua função manutenção. Posteriormente são apresentadas as propostas e as melhorias efetuadas na área da manutenção.

3.1. Caracterização da empresa e da função manutenção

A empresa "Seara - Indústria de Carnes" é uma empresa do setor alimentar, que se dedica ao abate e transformação de suínos. Foi fundada em 1974 e está localizada em Vila Nova de Famalicão, um concelho com bastante história no setor de transformação de carnes.

Os seus produtos destinam-se sobretudo ao mercado nacional, através de cadeias de distribuição para grandes superfícies, assim como ao comércio tradicional. Também está presente no mercado internacional, com exportações para países da Europa e África.

Atualmente a empresa dispõe de instalações relativamente recentes com uma área total de 19.000 m² repartidos em áreas como: matadouro, desmancha, transformação, embalagem, expedição e área administrativa.

Possui ainda a certificação de qualidade segundo a Norma NP EN ISO 9001:2008 e também a certificação alimentar segundo a Norma NP EN ISO 22000:2005.

A missão da Seara é atuar de forma segura e rentável, fornecendo produtos adequados às necessidades dos clientes, contribuindo para o desenvolvimento da região e do país.

A visão corporativa da Seara é construir e cimentar as relações com os clientes, tornando-se numa referência nos mercados em que está inserida.

A Seara está hierarquizada e estruturada de forma a definir claramente os direitos e obrigações de todos os seus colaboradores. A figura 3.1 mostra o organograma da empresa.

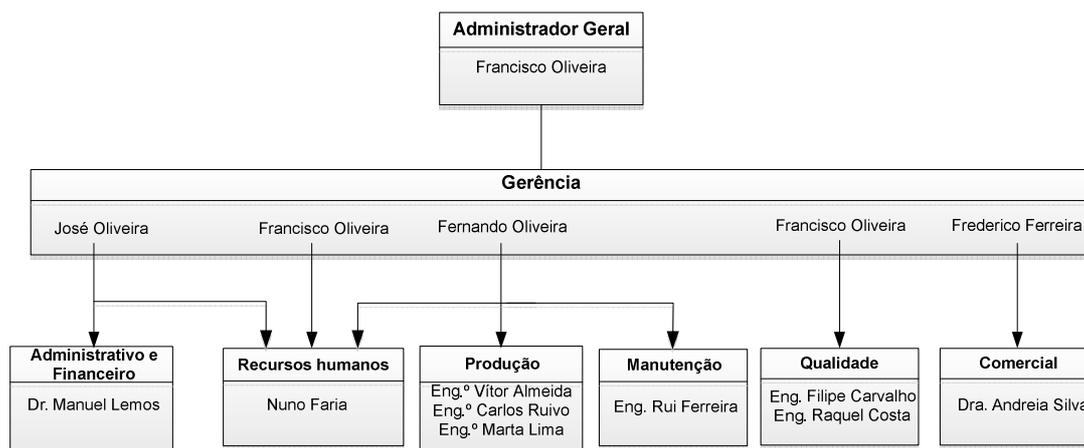


Fig. 3. 1 - Organograma da Seara.

No topo da hierarquia encontra-se o administrador geral da empresa. Este toma as decisões importantes ao nível da gestão de toda a organização. No nível abaixo encontra-se a gerência que é composta pelos gestores que têm responsabilidades em áreas específicas da empresa, como a área financeira, recursos humanos, produção, manutenção, qualidade e área comercial. A cada uma destas áreas corresponde um departamento. Cada departamento possui um responsável que se encarrega de efetuar a sua gestão, que inclui a gestão de equipas de trabalho e o controlo do processo.

3.1.1. Produtos

A Seara produz vários tipos de produtos alimentares de carne de suíno, que estão divididos em dois grandes grupos: os frescos e a charcutaria.

No início do processo, os produtos consideram-se todos pertencentes ao grupo dos frescos, onde repousam em várias câmaras frigoríficas. Posteriormente, são expedidos ou desmanchados. Depois do processo de desmancha, os produtos podem ser diretamente expedidos, ou passarem para o processo de transformação, resultando em produtos pertencentes à charcutaria, que, depois do processo de transformação e do tratamento térmico, adquirem as características finais de charcutaria. De seguida, estes produtos são armazenados em câmaras frigoríficas, embalados e expedidos para o cliente.

O quadro VII mostra a tipologia de produtos alimentares produzidos pela Seara.

Quadro VII - Produtos fabricados na Seara.

Frescos	Charcutaria
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Carcaça; ➤ Lombada; ➤ Lombo; ➤ Perna; ➤ Entremeada; ➤ Costela; ➤ Pás. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Cozidos; ➤ Fumados; ➤ Banha de porco.

3.1.2. Gestão da manutenção na empresa

A área da gestão da manutenção da Seara é chefiada pelo Eng.^o Rui Ferreira e depende diretamente da gerência da organização. Nesta área estão envolvidos 4 colaboradores incluindo o chefe deste departamento.

Na Seara, a equipa de manutenção efetua intervenções preventivas e corretivas nos equipamentos, obedecendo a prioridades de acordo com as necessidades do processo produtivo da empresa.

Quando existe uma situação inesperada, tal como um problema ou uma avaria em algum equipamento, a situação é relatada ao chefe da área em que ocorre esse problema, que posteriormente informa o responsável pela área da manutenção. Este último providencia, de seguida, os meios (operadores e material) necessários para resolver a anomalia.

No fim de ser executado o trabalho de manutenção, os técnicos efetuam o registo dessa intervenção em folhas de registo de manutenção semanais. As folhas existentes são bastante simples e os dados existentes são: a data, a descrição do problema e a hora de início e fim da intervenção. Com estes dados não se consegue obter informação que possa ser útil para se efetuar uma análise eficaz da manutenção, já que a informação contida nestes registos

é insuficiente e sem nenhum tipo de detalhe ao nível do tipo de intervenção que é executada, a máquina que sofre a intervenção e os materiais utilizados.

Uma outra ferramenta de apoio à manutenção existente é *software* designado "Parque de Máquinas", em que é mostrado o exemplo de interface na figura 3.2. Este *software* permite efetuar os registos de intervenções quer corretivas quer preventivas, que vão sendo feitas aos equipamentos. Possibilita ainda obter uma calendarização das intervenções preventivas a efetuar, pois existe a possibilidade de se inserirem registos de manutenção preventiva periódicos, para cada equipamento. A cada equipamento também está associado um conjunto de informações incluindo o código interno da empresa, a descrição do equipamento e ano de aquisição.

Este *software*, para além de abarcar todos os registos de equipamentos que a empresa possui tais como o nome do equipamento, código, modelo, número de série e as intervenções preventivas a realizar, permite ainda inserir registos de intervenções de manutenção realizadas (preventiva e corretiva) e os técnicos que as realizaram.

Inicialmente o *software* foi adquirido em conjunto com outro *software* de gestão de produção e outro da área financeira, tendo-se mantido até agora sem qualquer tipo de utilização. O *software* de apoio à manutenção possui algumas limitações e desvantagens. Uma dessas limitações é a impossibilidade de analisar estatisticamente os dados listados no *software*, apenas efetuando listagens das intervenções inseridas e não efetuando qualquer tipo de tratamento a esses dados, tendo de se exportar o ficheiro para Excel e efetuar-se a análise à parte.



Fig. 3. 2 - *Software* "Parque de Máquinas".

3.1.3. Processo

O processo de abate e transformação de carnes da Seara está representado no seguinte organigrama.

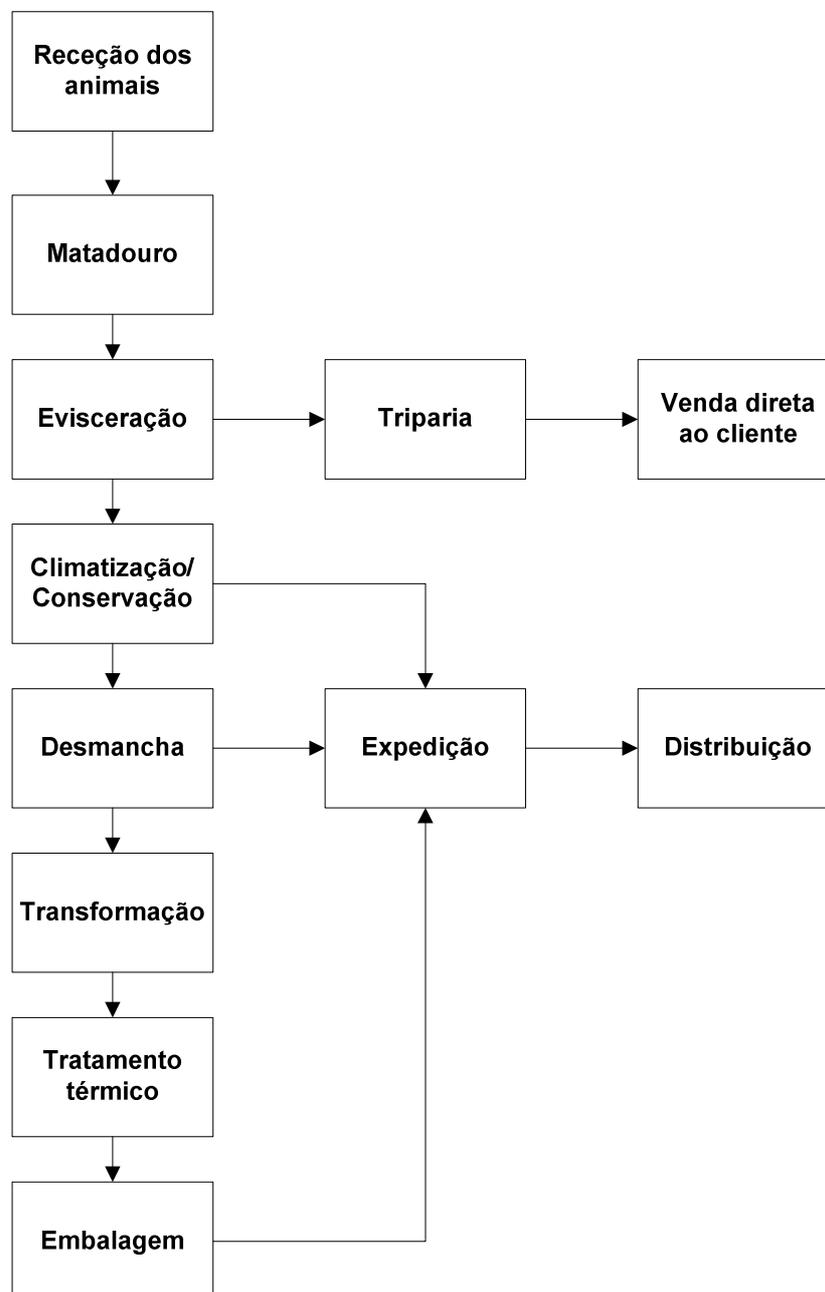


Fig. 3. 3 - Organigrama do processo da Seara.

Inicialmente procede-se à receção dos suínos, que chegam de camião e onde são recebidos e depositados nas abegoarias. O processo segue na secção do matadouro, onde os animais são insensibilizados através da câmara de insensibilização por CO₂ e são colocados na linha de abate. De seguida, são encaminhados para a denominada zona de sangria onde se procede ao abate e à sangria do animal. De imediato, os animais são pendurados na linha de abate passando por diferentes equipamentos, que correspondem a diferentes fases do processo. Esses equipamentos, cuja designação e função se descrevem são:

- 1ª lavadora, que serve para retirar todos os resíduos de sujidade existentes;
- Escaldão vertical, que tem a função de submergir o animal em água quente por forma a se conseguir retirar melhor o pelo e as unhas do animal na etapa seguinte;
- Depiladora que efetua a remoção do pelo e das unhas;
- Secador que tem como função efetuar a secagem dos suínos antes de serem chamuscados;
- Forno chamuscador que efetua a queima da pele do animal a fim de eliminar todos os restos de pelos que ainda possam existir;
- 2ª lavadora de acabamento que efetua uma nova lavagem com água morna.

Passa-se de seguida para a fase de evisceração onde são retiradas todas as vísceras do animal (vísceras brancas e vermelhas). Inicialmente existe uma máquina de extração do ânus, que efetua a remoção e fecho desta cavidade. No processo a seguir é efetuado o corte abdominal da carcaça para se retirarem as vísceras e de seguida procede-se à separação das mesmas e à sua colocação em gamelas. Este processo de colocação em gamelas desenvolve-se com a ajuda duma cadeia aérea designada por "carrocel de evisceração". Posteriormente o animal é aberto e separado em 2 carcaças, com o auxílio de uma serra automática, pesado e classificado. As vísceras brancas seguem posteriormente para a triparia, a fim de serem processadas e expeditas.

No que diz respeito às carcaças, depois de repousarem em câmaras de frio durante um período de aproximadamente 24 horas, seguem diretamente para a desmancha através de uma via aérea ou para a expedição, para serem distribuídas.

Na desmancha efetua-se o corte e desmancha das carcaças com a finalidade de se obterem os produtos frescos, que seguem logo para a expedição, ou produtos de charcutaria que seguem posteriormente para a transformação. Na desmancha os equipamentos mais comuns são as serras de desmancha, as máquinas de remover couros (descouradoras) e os transportadores de gamelas e aéreos.

Na área da transformação os produtos tais como bacon, fiambres e afins sofrem processos de transformação que alteram as suas características. Esta é a área, de toda a empresa, que contém maior número de equipamentos. Existem misturadoras, trituradoras, injetoras, enchedoras, estufas de fumeiros, entre outros.

De seguida, os produtos que necessitarem de efetuar a cura, tais como os enchidos, são encaminhados para o tratamento térmico em câmaras apropriadas para esse efeito.

Depois de realizado o tratamento térmico, os produtos são embalados. A sua embalagem pode ser efetuada de vários modos e pelos vários equipamentos que se situam nesta área.

Posteriormente os produtos seguem para a área de expedição, para serem distribuídos para os clientes.

3.1.3.1. Equipamentos do processo

A Seara possui diversos equipamentos, alguns deles diretamente ligados à produção, que se estendem ao longo do processo produtivo, e outros que são externos e complementares ao ciclo de produção. Entre eles destacam-se os equipamentos que efetuam a refrigeração das câmaras, a higienização, o tratamento de águas, etc. e até as próprias viaturas da empresa que efetuam a distribuição, considerados equipamentos auxiliares e independentes do processo produtivo.

Os equipamentos que serão abordados e alvo de estudo são os que estão diretamente ligados à produção. Desses equipamentos existem alguns mais complexos do que outros e de maior ou menor importância para o processo. Todos estes equipamentos possuem uma codificação interna, indicada nos equipamentos através de etiquetas que, para além da numeração atribuída, identifica a área onde os mesmos estão inseridos. Essa codificação permite que se consiga identificar concretamente um equipamento, pois existem diversos equipamentos que são iguais entre si e possuem as mesmas funções no processo fabril.

Para além do seu registo no *software*, cada equipamento possui uma ficha de equipamento, em formato de papel que contém informações importantes, tais como: ano de fabrico, número de série, código de equipamento, entre outras. Esta ficha possui ainda as descrições das ações preventivas a que o equipamento está sujeito, a sua periodicidade e a pessoa responsável pela sua realização.

3.1.4. Análise aos equipamentos críticos

Devido à falta de recursos na Seara para se efetuar todas as intervenções preventivas com regularidade bem como a existência de equipamentos prioritários, foram selecionados alguns equipamentos que se consideraram os mais importantes para o processo e que para isso foram chamados de equipamentos críticos. Estes nunca podem parar devido à não existência de alternativas. A seleção destes equipamentos foi efetuada através do conhecimento adquirido do processo e com a ajuda do engenheiro Rui, responsável pela manutenção, que auxiliou na descrição da função dos equipamentos mais críticos e na identificação dos problemas mais comuns a cada um. A maior parte dos equipamentos situam-se no matadouro, onde todo o processo avança em linha. Alguma falha que aqui ocorra implica a paragem de todo o fluxo de produção.

Para além destes equipamentos, também foram considerados alguns equipamentos que são mais sujeitos a intervenções corretivas, pelo que a sua criticidade também é importante analisar.

O objetivo desta análise passa por obter a listagem dos equipamentos que vão ser sujeitos a uma gestão mais rigorosa e criteriosa.

3.1.4.1. Matadouro

Sistema de insensibilização por CO₂



Fig. 3. 4 - Sistema de insensibilização por CO₂.

O sistema de insensibilização por CO₂ está situado no Matadouro entre a zona de receção dos suínos (abegoaria) e a zona de sangria. Destina-se a insensibilizar os suínos por inalação de dióxido de carbono e é constituído por um fosso dentro do qual se movimentam um conjunto de cestos metálicos. Possui 6 cestos de insensibilização com uma capacidade total de 250 animais, por hora de funcionamento.

É considerado um equipamento crítico, pois é muito importante no fluxo produtivo e todo o processo está dependente do seu funcionamento. Em caso de avaria não existe alternativa na empresa e os animais teriam de ser transportados e abatidos noutra centro de abate. Para além disso trata-se de uma máquina que envolveu um grande esforço financeiro por parte da empresa, na sua aquisição.

Problemas existentes:

- Por vezes o nível de CO₂ não é o correto para se proceder à insensibilização dos animais.
- Os motores giratórios dos cestos avariam casualmente.

Ganchos



Fig. 3. 5 - Ganchos transportadores.

Existem dois tipos de ganchos. Os primeiros servem para inserir os animais na linha (1 gancho por animal). Estes ganchos são colocados numa via aérea transportadora que existe no Matadouro, logo após o sistema de insensibilização e permitem efetuar o transporte dos animais através dessa via até à depiladora. Os segundos (2 ganchos por animal) são utilizados para inserir o animal na linha de evisceração, logo depois da depiladora e efetuam o transporte do animal até à desmancha.

Estes equipamentos são considerados críticos uma vez que se desgastam com muita facilidade. Estão sujeitos à força exercida ao longo do matadouro, pelo transporte nas vias aéreas e pelo peso do animal (cerca de 100kg) mas também a condições extremas de temperatura e humidade.

Problemas existentes:

- Ganchos ficam rapidamente sem a lubrificação desejada devido às condições existentes, o que provoca um desgaste acentuado. Os rolamentos dos ganchos empancam e têm de ser substituídos constantemente.

Túnel de escalda vertical



Fig. 3. 6 - Túnel de escalda vertical.

Este equipamento serve para efetuar a escalda das carcaças dos animais que seguem na linha de forma vertical, depois de serem abatidos na zona da sangria.

É um equipamento bastante importante no fluxo de produção. O túnel funciona com temperaturas muito altas e destina-se a escaldar os animais, para facilitar a extração do pelo e das unhas na depiladora, sendo desta forma um equipamento fundamental.

O equipamento efetua o bombeamento de água através de 6 bombas de água, com jatos direcionados diretamente ao animal. O aquecimento é feito através de vapor.

A temperatura da água requer um controlo rigoroso, pois é necessário manter a sua temperatura constante.

Problemas existentes:

- Deficiente controlo de temperatura para o funcionamento correto.

Elevadores e cadeias



Fig. 3. 7 - Elevadores e cadeias de transporte.

Os elevadores e cadeias são equipamentos que efetuam o transporte dos animais ao longo do Matadouro. São elementos muito importantes ao longo de todo o ciclo produtivo uma vez que não podem parar e todo o fluxo de produção depende deles. Estes elevadores e cadeias são comandados por motores elétricos que controlam as diversas correntes transportadoras. Em caso de avaria em alguns destes sistemas o ciclo seria afetado e isso traria complicações e custos à organização, uma vez que, não podendo este processo ser feito de forma normal, não haveria alternativa.

Problemas existentes:

- Desgaste das várias correntes transportadoras, o que provoca ruído e empanque das vias;
- Problemas elétricos, devido à acumulação de humidade nos sistemas elétricos.

Depiladora



Fig. 3. 8 - Depiladora.

Este equipamento foi concebido para esquentar e efetuar a remoção do pelo e das unhas do animal. Funciona com temperaturas muito elevadas. É um equipamento que requer uma gestão de manutenção mais cuidadosa devido ao desgaste de elementos e às constantes lubrificações e afinações.

Problemas existentes:

- As pás raspadoras que efetuam a remoção do pelo não são eficazes, quando desgastadas e têm de ser substituídas;
- O tapete do sistema e os seus componentes desgastam-se com facilidade;
- Por vezes a temperatura a que o animal chega a esta máquina não é a mais indicada para a eficiência da remoção do pêlo.

Máquina de extração do ânus



Fig. 3. 9 - Máquina de extração do ânus.

Este equipamento situa-se na zona de evisceração e tem a finalidade de efetuar a remoção da cavidade anal do animal. Possui uma lâmina que efetua o corte e fecho dessa cavidade.

É um equipamento bastante sensível, sendo recomendada a sua utilização com precaução.

Problemas existentes:

- Por vezes o sistema encrava devido à acumulação de resíduos no seu interior.
- A lâmina por vezes tem de ser afiada, pois não efetua o corte da forma mais correta.

Serra de fita Jarvis



Fig. 3. 10 - Serra de fita Jarvis.

Este equipamento está situado na zona de evisceração e a sua principal função é a abertura do animal em duas carcaças. Por ser um equipamento com um sistema de desinfeção acoplado e ser muito pesado, obriga a um cuidado especial pois não existe outra alternativa, não sendo possível efetuar o corte de outra forma.

A serra deste equipamento também tem de ser manuseada com cuidado, pois é também um dos pontos sensíveis deste equipamento.

Problemas existentes:

- Desgaste dos rolamentos, guias da serra, do tensor e do sistema de desinfeção, o que provoca um funcionamento deficiente do equipamento e um custo elevado de manutenção em caso de avaria de algum componente.

3.1.4.2. Desmancha

Transportadores



Fig. 3. 11 - Transportadores da desmancha.

Na zona da desmancha existem três tipos de transportadores: os destinados ao transporte da carne ao longo do processo de desmancha, os que efetuam o transporte por via aérea dos ganchos que chegam à desmancha vindos do Matadouro e vice-versa e os tapetes rolantes que efetuam o transporte de caixas, ao longo de toda a zona de desmancha e que dão acesso à expedição, transformação e lavandaria.

Problemas existentes:

- Por vezes as caixas prendem junto aos tapetes, o que provoca paragens do fluxo de transporte.

- Devido ao desgaste, os tapetes têm de ser ajustados e ocasionalmente efetuar a remoção de elos.

- Por vezes não têm a lubrificação necessária para trabalharem o que provoca maior desgaste nos rolamentos e no próprio tapete.

Serras



Fig. 3. 12 - Serras da desmancha.

As serras também são consideradas críticas devido à sua função de corte da carne. Em caso de falha nalgum destes equipamentos não existem alternativas eficazes para se efetuarem estas funções, provocando uma quebra de produção.

Problemas existentes:

- Desgaste de rolamentos e engrenagens o que provocam um trabalho deficiente;

- Avarias elétricas que ocorrem ocasionalmente devido ao contacto com a água;
- Afição constante de lâminas de corte.

Tapete Balança



Fig. 3. 13 - Tapete/balança da desmancha.

Este equipamento tem a função de efetuar o peso das caixas, que são transportadas ao longo dos tapetes e já com os produtos prontos a serem expedidos. Como é a única balança existente para se efetuar este tipo de pesagem, torna-se assim crítico em caso de falha pois os produtos não podem ser encaminhados para a expedição e posteriormente distribuídos.

Problemas existentes:

- Desgaste dos rolamentos do tapete devido às horas de funcionamento e ao peso das caixas;
- A balança, com o passar do tempo, pode sair dos valores aceitáveis de calibração.

3.1.4.3. Transformação

Injetora



Fig. 3. 14 - Injetora.

A injetora é um equipamento que efetua a injeção de condimentos em alguns produtos como bacon e fiambre por forma a estes adquirirem certas características próprias. Este equipamento possui umas agulhas que injetam diretamente o líquido na própria carne e é o único equipamento em todo o processo que tem esta função. Requer um manuseamento cuidado devido à sensibilidade das agulhas deste sistema.

Problemas existentes:

- Por vezes as agulhas empenam e entopem, tendo de ser afinadas e limpas;
- Descontrolo da percentagem de injeção;
- Os rolamentos desgastam-se com facilidade devido às várias higienizações realizadas.
- Problemas elétricos devido ao acumular de humidades.

Misturadoras



Fig. 3. 15 - Misturadora 2.

As misturadoras têm a função de efetuar a mistura e processamento das carnes com os aditivos de forma a ficarem homogêneos e seguirem para a fase do enchimento.

Problemas existentes:

- Desgaste dos rolamentos, casquilhos, engrenagens e do próprio elevador;
- As tubagens por vezes têm de ser substituídas;
- Problemas elétricos devido às humidades existentes.

Picadoras Cutter e Moinho Inotec



Fig. 3. 16 - Cutter e moinho Inotec.

A Cutter e o moinho são duas máquinas que efetuam a picagem de couros e outros produtos através de lâminas e discos de corte que têm de ser constantemente afiados para se conseguir obter uma boa eficiência e o produto estar em condições ideais para seguir para o processo seguinte.

Problemas existentes:

- Desgaste das lâminas e dos discos de corte;
- Ocasionalmente surgem alguns problemas elétricos nos manípulos dos equipamentos devido à acumulação de humidade.

Clipsadoras Polyclip



Fig. 3. 17 - Clipsadora Polyclip fiambre.

Existem duas clipsadoras polyclip na área da transformação. Este equipamento efetua o enchimento do produto que provém da injetora e das misturadoras em invólucros próprios para cada tipo de produto bem como o seu agrafamento. Os produtos processados são fiambre, mortadela, chouriço, presunto, entre outros.

Problemas existentes:

- Avarias elétricas devido à acumulação de água resultante das lavagens aos equipamentos;
- Casquilhos e rolamentos desgastam-se com facilidade.

3.1.4.4. Embalagem

Máquinas de embalar a vácuo



Fig. 3. 18 - Máquinas de embalar a vácuo.

As máquinas de embalar a vácuo são equipamentos que efetuam o embalamento dos produtos que provêm do tratamento térmico. Os produtos são colocados em cuvetes e depois é retirado o ar existente nas mesmas, efetuando-se, de seguida, o fecho da embalagem. Estas embalagens são efetuadas através de películas e moldadas para cada produto. Em alguns produtos como os chouriços, é injetado gás para que o produto se conserve durante mais tempo. São considerados equipamentos críticos uma vez que cada uma destas máquinas efetua o embalamento de um só tipo de produto de charcutaria.

São máquinas que requerem um cuidado e manuseamento especiais devido à sensibilidade e ao desgaste de elementos como rolamentos, correias, juntas de selagem e lâminas de corte.

Problemas existentes:

- Desgaste de peças do sistema
- Devido ao acumular de horas de trabalho, as bombas de vácuo começam a não efetuar eficazmente a sua função.

3.1.4.5. Geral

Elevadores de caixas



Fig. 3. 19 - Elevador de caixas da desmancha.

Os elevadores de caixas são sistemas que se situam nas zonas da desmancha, transformação e expedição e efetuam o transporte para a lavandaria, de caixas para serem higienizadas. O elevador da desmancha recebe as caixas através dos transportadores aí existentes. Nas restantes áreas, as caixas são colocadas manualmente nos elevadores através do sistema próprio, para encaminhamento de caixas.

Problemas existentes:

- Por vezes os elevadores empancam devido a caixas mal colocadas no sistema, que estão defeituosas ou até partidas;
- Ocasionalmente os elevadores param devido a problemas elétricos.

3.1.5. Tempos de intervenção corretiva

Depois da análise aos equipamentos críticos, efetuou-se no *software* o levantamento dos tempos de intervenção corretiva de forma a se obter a lista dos equipamentos que são mais sujeitos a manutenção corretiva. Estas listas servirão para determinar os equipamentos mais problemáticos na manutenção, saber as áreas da empresa que gastam mais horas de manutenção e definir a percentagem de tempo gasto que representam os equipamentos mais críticos.

De entre as áreas mais importantes da organização, como o matadouro, desmancha, transformação e embalagem, foram selecionados os

equipamentos com maior número de horas gastas. Essa pesquisa foi efetuada tendo por base o período entre o início do ano até ao dia 22 de Junho de 2012.

O levantamento das intervenções corretivas nos equipamentos e dos tempos associados foi efetuado pelo *software* de apoio à manutenção, com base nos registos aí existentes. Depois de elaborado este levantamento, a informação retirada foi tratada em Excel para se proceder a uma posterior análise aos tempos totais de intervenção de cada equipamento e área.

O quadro VIII revela os resultados obtidos nos equipamentos do matadouro com maior tempo despendido.

Quadro VIII - Horas gastas nos equipamentos do matadouro.

Equipamentos	Horas gastas
Ganchos do Matadouro	62,48
Depiladora e mesa de saída	22,65
Sistema de insensibilização CO ₂ e mesa de saída	21,47
Cadeia de sangria	10,40

No matadouro, os equipamentos que requerem mais tempo de intervenções corretivas são: os ganchos, a depiladora juntamente com a mesa de saída, o sistema de insensibilização por CO₂ juntamente com a mesa de saída e a cadeia de sangria.

De entre estes 6 equipamentos, listados e agrupados em quatro conjuntos, os ganchos do matadouro são o conjunto que exige mais horas gastas em manutenção corretiva. O motivo da diferença de tempo de manutenção deste equipamento para os restantes deve-se ao facto de este não ser um único equipamento, mas sim um conjunto de centenas de ganchos. Estes, devido a problemas de lubrificação e desgaste rápido, têm de estar constantemente a ser reparados o que faz com que seja o equipamento com mais horas de manutenção do matadouro. A manutenção destes ganchos é efetuada na oficina da empresa. À medida que estes vão precisando de reparações, vão sendo colocados de parte num carro de transporte para serem encaminhados para a oficina.

Na área do matadouro verifica-se que os equipamentos que representam mais tempo gasto em intervenções corretivas fazem também parte dos equipamentos definidos como críticos.

No quadro IX estão apresentados os resultados obtidos nos equipamentos da área da desmancha com mais tempo despendido.

Quadro IX - Horas gastas nos equipamentos da desmancha.

Equipamentos	Horas gastas
Transportador de carros vazios para o Matadouro	48,65
Elevador de caixas	14,64
Serras da desmancha 1 e 2	10,00
Descouratadora Nock	7,49

Os equipamentos da desmancha que apresentam mais tempo de intervenções corretivas são o transportador de carros para o matadouro, o elevador de caixas, as serras da desmancha 1 e 2 e a descouratadora Nock. Destes equipamentos com maior número de horas de intervenções corretivas, o único que não é considerado crítico para o processo é a descouratadora Nock. Esta é uma máquina que efetua a remoção dos couros na desmancha. Não foi considerado crítico uma vez que existem outras 4 máquinas que desempenham a mesma função, podendo funcionar como alternativas.

O equipamento que apresenta maior número de horas de manutenção corretiva gastas é o transportador de carros vazios para o matadouro. Este equipamento é um transportador que efetua o transporte por via aérea dos ganchos provenientes das zonas da desmancha e expedição, para o matadouro a fim de serem inseridos na cadeia de sangria e na cadeia de acabamento e pesagem.

O quadro X apresenta os equipamentos com mais tempo gasto na área da transformação.

Quadro X - Horas gastas nos equipamentos da transformação.

Equipamentos	Horas gastas
Clipsadoras Polyclip	51,25
Cutter	31,50

Picadora lâminas Holac	30,83
Marlen 1	21,16
Injetora	20,41

Os equipamentos da transformação que apresentam maiores tempos de intervenções corretivas são as clipsadoras Polyclip, a moedora Cutter, a picadora Holac, a Marlen 1 e a injetora.

De todos os equipamentos mencionados no quadro X, só a picadora Holac e a Marlen 1 não estão na lista de equipamentos críticos para o processo. Nestes equipamentos, a criticidade a nível do processo produtivo na Seara praticamente não existe, uma vez que há outros equipamentos que efetuam as mesmas funções e não obrigam a uma paragem de produção.

Na área da embalagem, as máquinas de embalar são os equipamentos em maior número sendo por isso também os equipamentos que necessitam de mais tempo gasto em intervenções. De todas as máquinas de embalar que existem as 5 apresentadas são as que despendem mais tempo gasto nesta área da fábrica. Todos estes equipamentos já foram considerados anteriormente como críticos. O quadro XI mostra os equipamentos da área da embalagem, com mais tempo despendido.

Quadro XI - Horas gastas nos equipamentos da embalagem.

Equipamentos	Horas gastas
Máquina de embalar Multivac	19,07
Máquina de embalar a vácuo 2 - VC999	12,75
Máquina de embalar a vácuo - Tiromat	12,50
Máquina de embalar a vácuo 1 - VC999	11,00
Tapete e túnel de retração de embalagem	9,89

Os equipamentos abordados nestas 4 áreas da empresa, serão alvo de uma análise de forma a serem identificados os maiores problemas e falhas, que obriguem a paragens que possam ser críticas tanto para a manutenção como para o processo produtivo.

De entre as 4 áreas da fábrica, a área da transformação é a que exige mais horas de manutenção corretiva. O motivo principal de ser a mais crítica deve-se ao facto de ser a área onde existe maior quantidade e variedade de

equipamentos. A figura 3.20 mostra a distribuição de horas de intervenções pelas diferentes áreas da empresa.

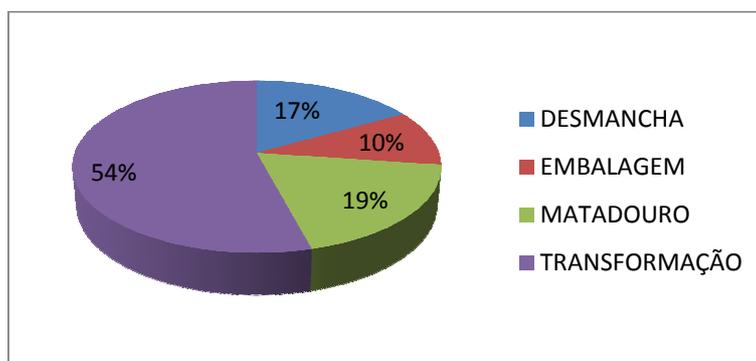


Fig. 3. 20 - Tempos de intervenção corretiva gastos em diferentes áreas.

De todos os equipamentos das 4 áreas da empresa, os que representam mais tempo gasto em manutenção corretiva, representam cerca de 52% do tempo total. Conclui-se assim que de um total de 193 equipamentos, 13% correspondem a 52% de tempo gasto. Na figura 3.21 está desenhado o diagrama de Pareto com as horas gastas com os equipamentos críticos, com a respetiva curva ABC representando as percentagens acumuladas.

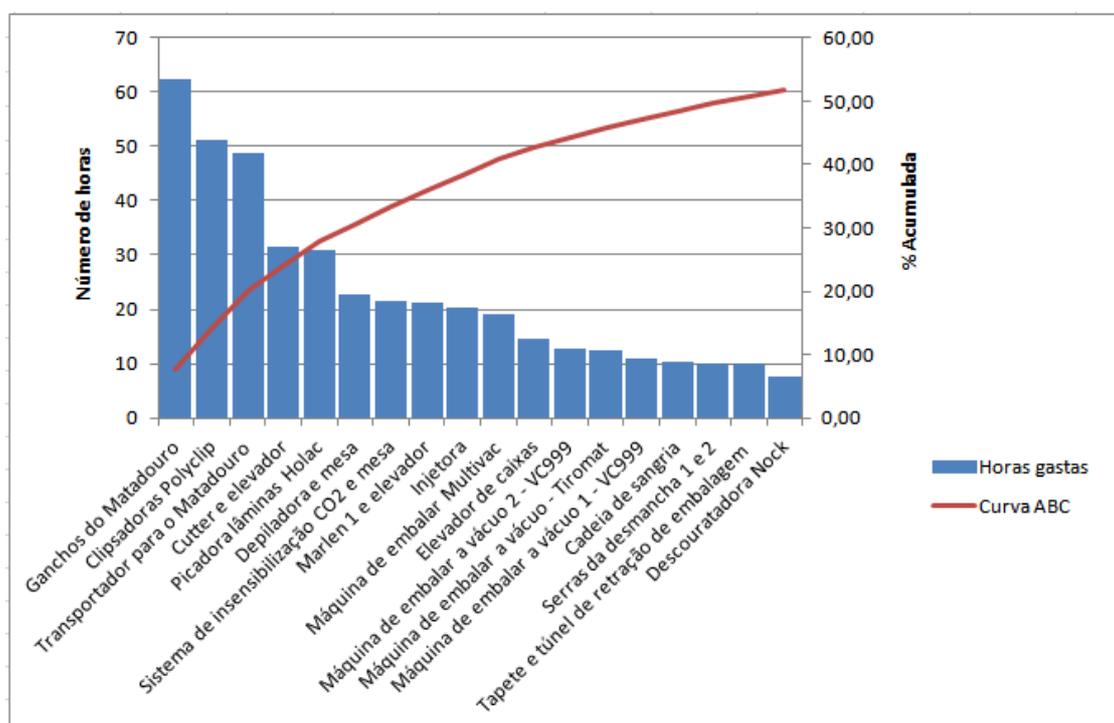


Fig. 3. 21 - Diagrama de Pareto com os tempos de intervenção corretiva

3.2. Propostas e melhorias efetuadas na Manutenção

Nesta secção irão ser descritas as melhorias efetuadas e as propostas de melhoria na área da manutenção.

3.2.1. Gestão da informação de Manutenção

Na empresa, a gestão de informação relativa à manutenção apresentava algumas deficiências quer na parte da obtenção de registos relativos às intervenções de manutenção, quer a nível do sistema de informação de manutenção existente. Foram efetuados alguns melhoramentos e definidas algumas propostas nestas áreas, que possibilitarão obter um controlo mais rigoroso da informação relativa à manutenção. Efetuou-se ainda a definição de alguns indicadores de manutenção que servirão para, no futuro, se obter uma comparação entre os resultados obtidos antes e depois das ações de melhoria realizadas.

3.2.1.1. Fichas de registo de manutenção

O conjunto de informações relativo aos registos de manutenção nos equipamentos era inicialmente insuficiente para se proceder a uma concreta análise desta área na empresa. As fichas de registo de manutenção só continham os campos em que eram identificadas a data, a descrição do problema e a data de início e fim da intervenção. Com a informação contida nestes registos não foi possível retirar qualquer tipo de informação que servisse de apoio a uma análise no setor da manutenção. Assim, foram efetuadas alterações nestes registos de manutenção, com a adição de campos como o tipo de intervenção (corretiva ou preventiva), os materiais utilizados bem como o nome e código do equipamento que foi sujeito à intervenção. Esta melhoria possibilitou obter um melhor controlo e uma definição mais concreta das intervenções de manutenção na empresa.

3.2.1.2. Software de manutenção

O *software* não estava a ser utilizado pela empresa devido à falta de tempo do responsável da manutenção e também devido à existência de alguns

"bugs" que não possibilitavam o correto funcionamento do *software*. Para o reabilitar foram efetuados contactos junto da empresa que o forneceu, eliminando os "bugs" existentes para que o mesmo pudesse funcionar sem qualquer tipo de obstáculo. Depois de eliminados estes problemas foi possível então começar a informatizar toda a informação relativa à manutenção.

Com estas melhorias passaram-se a introduzir os dados de todos os equipamentos, até aqui só existentes em fichas de equipamento, bem como os registos de intervenções que foram efetuadas desde 2012, que até aqui existiam exclusivamente em papel, em folhas de registo de manutenção. Passaram-se também a programar as manutenções preventivas no próprio *software* através do calendário próprio que pode ser visualizado na figura 3.22.

A Seara tem estado sempre em contacto com a empresa fornecedora do *software*, com a finalidade de o ajustar às suas necessidades.

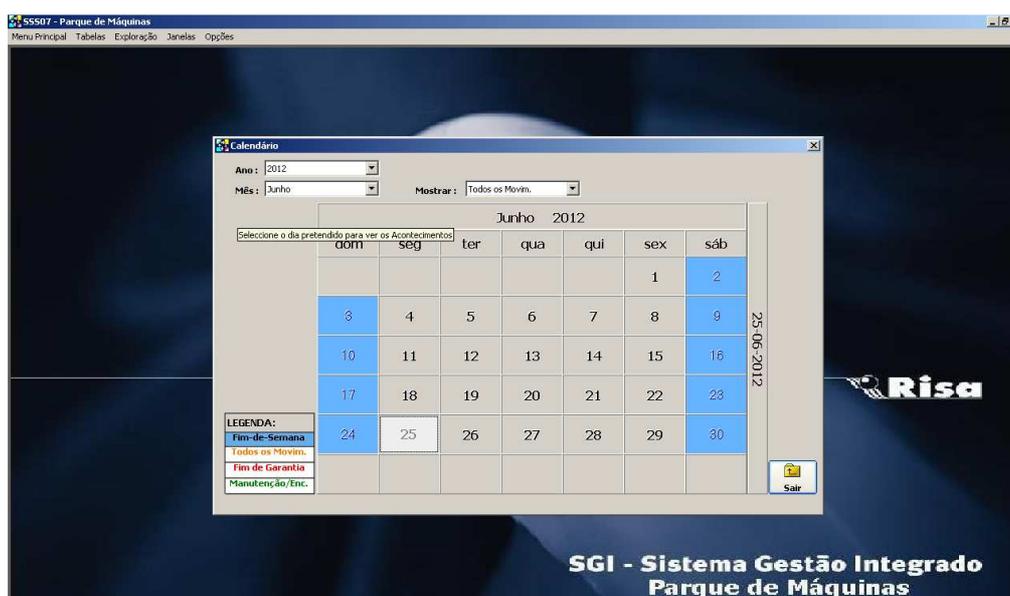


Fig. 3. 22 - Calendário com o planeamento da manutenção preventiva.

3.2.1.3. Indicadores de manutenção

Foram definidos alguns indicadores de manutenção que serão calculados quando já estiverem implementadas todas as ações de melhoria e comparados com os valores calculados no estado inicial, quando as ações ainda não estavam implementadas. Com este cálculo dará para saber de que

forma os indicadores variam ao longo do tempo e mostrará o efeito surtido pelas ações de melhoria.

Os indicadores que serão calculados e analisados serão o MTBF (tempo médio entre falhas) e o MTTR (tempo médio de reparação). Estes dois indicadores serão importantes para analisar a evolução das medidas implementadas, pois mostrarão com que frequência o equipamento sofre falhas e o tempo que estas demoram a ser resolvidas. No Anexo A pode-se visualizar o modo de cálculo dos dois indicadores num dado equipamento.

3.2.2. FMEA dos equipamentos críticos

3.2.2.1. Identificação dos modos de falha

Depois de identificados os equipamentos da empresa que necessitavam de maior atenção, efetuou-se uma análise das falhas nos equipamentos e os efeitos que provocam, recorrendo-se para isso à ferramenta FMEA (análise dos modos de falha e os seus efeitos). Com esta ferramenta procurou-se analisar as falhas de processos, identificando quando estas se devem a falhas ou avarias do equipamento. Esta ferramenta servirá para reduzir a ocorrência destas falhas, através da implementação de ações de melhoria. As tabelas com os respetivos formulários FMEA foram realizadas com a informação recolhida junto do responsável pela área da manutenção da Seara bem como através do histórico dos registos de manutenção. Estas tabelas podem ser visualizadas no Anexo B.

Para efetuar o cálculo do nível de risco necessário para identificar a relevância da falha, foi efetuada a multiplicação entre os índices de gravidade e ocorrência. O índice de deteção não foi medido, nem entrou para o cálculo do nível de risco, uma vez que para as falhas descritas, a deteção destas é feita quase instantaneamente nos próprios equipamentos. Para atribuir o índice de gravidade foi usada uma classificação com uma escala de 1 ao 10 que é apresentada no quadro XII.

Quadro XII - Escala de classificação do índice de gravidade.

Índice	Gravidade	Critério
1 até 3	Mínima	Não existem consequências para o processo nem para o equipamento. São falhas com tempos de reparação curtos e facilmente resolvidas pelos técnicos de manutenção no fim do ciclo de produção
4 até 5	Média	Falhas que obrigam à paragem do processo, mas facilmente resolvidas pelos técnicos de manutenção
6 até 8	Elevada	Implicam tempos elevados de reparação, mas que podem ser resolvidas no final do ciclo de produção.
9 até 10	Máxima	Implica a paragem do processo produtivo e tempos de reparação elevados.

Relativamente ao índice de ocorrência, também foi atribuída uma classificação numa escala definida entre 1 e 10 e pode ser vista no quadro XIII.

Quadro XIII - Escala de classificação do índice de ocorrência.

Índice	Ocorrência	Critério	Periodicidade
1 até 2	Mínima	Raramente ocorrem	Menos de 2 vezes por ano
2 até 5	Média	Ocorrem ocasionalmente	Entre 2 a 8 vezes por ano
5 até 8	Elevada	Ocorrem muitas vezes	Entre 9 a 19 vezes por ano
9 até 10	Máxima	Ocorrem sistematicamente	Mais de 20 vezes por ano

As classificações das escalas de gravidade e ocorrência foram elaboradas com base no histórico de manutenção existente e com o auxílio do responsável da manutenção da Seara, que ajudou a decidir o nível de gravidade das falhas existentes.

As falhas que possuem um nível de risco mais elevado serão analisadas com maior cuidado de forma a serem apresentadas propostas de ações de melhoria que as minimizem.

Desta análise FMEA foram identificadas as falhas que possuem um nível de risco superior a 20, que foi definido de modo a se efetuar a seleção dos problemas com maior risco associado, e que podem ser visualizadas nos seguintes quadros.

O quadro XIV mostra os modos de falha e o nível de risco associado, no sistema de insensibilização por CO₂.

Quadro XIV - Modos de falha e nível de risco - Sistema CO₂.

Equipamento	Modo de falha	Nível de risco
Sistema de insensibilização por CO ₂	Avarias elétricas e mecânicas	30
	Saída dos animais ainda despertos ou já mortos	20

No sistema de insensibilização por CO₂, as falhas que possuem níveis de risco mais elevados ocorrem devido a avarias elétricas e mecânicas. As avarias elétricas devem-se à acumulação de água resultante das higienizações diárias, nos componentes elétricos dos motores dos cestos giratórios e nos quadros do sistema. Relativamente às avarias mecânicas, as suas causas devem-se à falta de lubrificação dos elementos mecânicos, como chumaceiras, casquilhos, moentes e dos próprios motores mas também ao excesso de carga, que provoca um desgaste prematuro destes elementos. Quando ocorrem estas falhas, o processo de insensibilização pára, o que implica a paragem da linha de abate no matadouro e caso seja necessário, a necessidade de se proceder à insensibilização dos animais noutra centro de abate, aumentando assim os custos para a empresa.

Uma outra falha que, apesar de não depender diretamente do próprio equipamento, mas também importante para o processo, é a saída dos animais do sistema de insensibilização ainda despertos ou já mortos. Esta falha deve-se ao facto do nível de CO₂ presente no interior do sistema não ser o mais adequado para se proceder à insensibilização. Como consequência desta falha é necessário efetuar o choque elétrico no animal para o insensibilizar no caso de estar desperto. A qualidade da carne baixa e há paragem no fluxo da linha

de abate. Todas estas consequências implicam um aumento de custos para a organização.

O quadro XV mostra o modo de falha e o nível de risco nos ganchos transportadores das vias aéreas do matadouro.

Quadro XV - Modo de falha e nível de risco - Ganchos.

Equipamento	Modo de falha	Nível de risco
Ganchos transportadores do matadouro	Desgaste prematuro dos rolamentos dos ganchos	28

Os ganchos que efetuam o transporte das carcaças ao longo da linha do matadouro por vezes empancam nas vias de transporte. Isto deve-se ao desgaste prematuro dos rolamentos existentes nos ganchos, devido à falta de lubrificação, pois estes são sujeitos a temperaturas extremas, quer no matadouro quer nas câmaras de repouso que fazem com que os elementos lubrificantes sequem mais rapidamente. Quando os ganchos empancam ao longo das vias a linha pára e o processo não flui. É então necessário empurrar manualmente as carcaças ao longo das vias e retirar os ganchos com defeito, sendo colocados de parte para serem substituídos os rolamentos. Esta falha implica aumento de custos na aquisição de rolamentos bem como uma quebra de produtividade.

De seguida é mostrado o quadro com o modo de falha de maior risco na depiladora.

Quadro XVI - Modo de falha e nível de risco - Depiladora.

Equipamento	Modo de falha	Nível de risco
Depiladora	Desgaste prematuro do tapete da depiladora e dos seus componentes	32

Neste equipamento, a falha que apresenta maior risco é o desgaste prematuro do tapete da depiladora e dos seus componentes mecânicos que, após a remoção do pêlo e das unhas do animal, efetuam o seu transporte até aos silos, onde são depositados. Esta falha deve-se sobretudo à falta de

afinação da corrente e à falta de lubrificação dos componentes mecânicos. A principal consequência desta falha é a paragem do tapete e consequente quebra de produtividade. Devido à quebra de produtividade e à possível substituição de componentes, estas falhas traduzem-se num aumento de custos para a empresa.

O quadro que se segue mostra o modo de falha de maior risco na máquina de extração de ânus.

Quadro XVII - Modo de falha e nível de risco - Máquina de extração de ânus.

Equipamento	Modo de falha	Nível de risco
Máquina de extração de ânus	Acumulação de resíduos na pistola de remoção	20

A máquina de extração do ânus tem a sua principal falha a acumulação de resíduos na pistola de remoção, que faz a máquina empancar. Deve-se sobretudo à falta de aptidão do funcionário em lidar com a máquina. Como consequência desta falha, a máquina de extração deixa de funcionar e há quebra de produtividade na linha de abate.

O quadro que se segue mostra a falha com maior risco da serra de fita Jarvis.

Quadro XVIII - Modo de falha e nível de risco - Serra de fita Jarvis.

Equipamento	Modo de falha	Nível de risco
Serra de fita Jarvis	A serra não efetua o corte correto	20

A principal falha deste equipamento é a serra começar a ter dificuldade em efetuar o corte em 2 carcaças devido ao facto dos componentes da serra se desgastarem prematuramente devido ao número de horas de trabalho e à falta de lubrificação e afinação da serra. Esta falha provoca quebra de produtividade e pode levar à necessidade de substituir componentes prematuramente, como: rolamentos, fita de corte e guias da fita, o que se traduz num aumento de custos para a empresa.

O seguinte quadro mostra os principais modos de falha na máquina de injeção de condimentos da transformação.

Quadro XIX - Modo de falha e nível de risco - Injetora.

Equipamento	Modo de falha	Nível de risco
Injetora	Desgaste prematuro de rolamentos	24
	Avárias elétricas	24

Os modos de falha neste equipamento são o desgaste prematuro dos rolamentos do tapete de injeção, devido à falta de lubrificação. As avarias elétricas são outro modo de falha derivadas da acumulação de água nos componentes elétricos.

Todas estas falhas traduzem custos para a organização uma vez que implicam a substituição de componentes e quebras de produção.

No seguinte quadro está apresentada a principal falha ocorrida nas misturadoras da transformação.

Quadro XX - Modo de falha e nível de risco - Misturadoras.

Equipamento	Modo de falha	Nível de risco
Misturadoras	Avárias elétricas nos manípulos	24

Nas misturadoras as avarias elétricas nos manípulos dos painéis ocorrem devido a infiltrações de água das higienizações. Estas falhas obrigam à paragem das máquinas e a quebras de produção.

O quadro seguinte mostra o modo de falha com maior risco das clipsadoras Polyclip.

Quadro XXI - Modo de falha e nível de risco - Clipsadoras Polyclip.

Equipamento	Modo de falha	Nível de risco
Clipsadoras Polyclip	Corte e agrafamento do produto mal efetuados	21

O corte e o agrafamento dos produtos mal efetuados têm a ver com a falta de ajuste do corte e agrafamento quando se efetua mudança de produto a processar, mas também devido à falta de lubrificação nos pontos de

lubrificação próprios. Estas falhas provocam quebra de produção e pode levar ao desperdício do produto que fica mal processado.

De seguida o quadro apresentado mostra a principal falha que ocorre nas máquinas de embalar.

Quadro XXII - Modo de falha e nível de risco - Máquinas de embalar a vácuo.

Equipamento	Modo de falha	Nível de risco
Máquinas de embalar a vácuo	A embalagem não fica adequada ao produto	21

Esta falha deve-se sobretudo a falhas que ocorrem no sistema de vácuo, que deixa de funcionar corretamente devido ao excesso de número de horas de utilização sem que seja efetuada manutenção preventiva, como lubrificações da bomba ou substituição de componentes. As falhas provocam quebra de produção e produto mal processado.

O quadro apresentado de seguida mostra a falha com maior risco que ocorre nos elevadores de caixas.

Quadro XXIII - Modo de falha e nível de risco - Elevadores de caixas.

Equipamento	Modo de falha	Nível de risco
Elevadores de caixas	Os elevadores empancam	24
	Avarias elétricas nos elevadores	24

Nos elevadores de caixas a causa destes empancaram deve-se à má colocação de caixas no elevador e à colocação de caixas defeituosas ou partidas. Este modo de falha provoca a paragem do transporte de caixas para a lavandaria. A causa da ocorrência de avarias elétricas deve-se à acumulação de humidade nos componentes elétricos.

3.2.2.2. Ações de melhoria para as falhas de maior risco

Identificadas as falhas nos equipamentos, as causas, as consequências e calculado o nível de risco associado a cada uma, elaboraram-se algumas ações de melhoria para minimizar ou acabar com as falhas existentes.

Sistema de insensibilização por CO₂

- Promover e sensibilizar os colaboradores, sempre que se inicia o ciclo de abate ou há mudança do lote de animais a abater, a verificação do nível de CO₂ e se este está indicado para o abate. Se os animais saírem ainda despertos do sistema é necessário aumentar a percentagem de CO₂. Esta percentagem deve ser aumentada de 0.5 em 0.5% de modo a que o animal saia do sistema completamente inconsciente. Devem para isso ser criados procedimentos que estarão afixados junto do equipamento e dada formação adequada aos colaboradores durante as ações que a empresa realiza.

- Efetuar ações de formação no sentido de transmitir aos colaboradores, que durante as higienizações diárias que são efetuados ao sistema no final do ciclo de abate, a não direcionarem os jatos de água das higienizações para os motores dos cestos, componentes elétricos, bem como para os quadros, que controlam o sistema. Focar ainda que, durante o abate não deve ser excedida a carga máxima de cinco animais por cesto, pois essa situação provocará desgaste prematuro nos componentes mecânicos. Estas ações devem ser efetuadas durante as ações de formação que ocorrem ocasionalmente na empresa.

- Efetuar as lubrificações adequadas ao sistema de insensibilização por CO₂, que estão previstas no plano de manutenção preventiva do equipamento. Para algumas destas intervenções foram criados procedimentos de manutenção autónoma que podem ser visualizados no Anexo C.

Ganchos transportadores

- Efetuar as lubrificações regulares aos rolamentos previstas, conforme o plano de manutenção preventiva, de forma a aumentar a vida útil dos mesmos.

- Procurar junto do atual fornecedor ou de outros fornecedores de rolamentos, se existe alguma alternativa mais duradoura face aos rolamentos utilizados, uma vez que estes se desgastam com muita facilidade. No caso de

existir alguma alternativa, esta deve ser testada primeiro para se comprovar a sua durabilidade e adaptação às condições existentes.

Depiladora

- Efetuar as inspeções e lubrificações regulares das chumaceiras do tapete e afiná-lo, conforme está estabelecido no plano de manutenção preventiva. Esta tarefa pode ser executada em regime de manutenção autónoma.

Máquina de remover ânus

- Sempre que um novo funcionário venha a trabalhar com esta máquina, efetuar previamente formação, por forma a sensibilizá-lo para o seu correto manuseamento, o que evitará que a máquina páre devido à acumulação de sujidades na pistola de extração. Esta formação é dada sempre com a ajuda de pessoal capaz de exercer tal função.

Serra de fita Jarvis

- Efetuar as lubrificações regulares dos componentes da serra de acordo com o plano de manutenção preventiva. Esta tarefa pode ser executada em regime de manutenção autónoma.

Injetora

- Lubrificar os rolamentos da injetora conforme o plano de manutenção preventiva de forma a evitar o desgaste prematuro.

- Efetuar isolamento eficaz dos componentes elétricos da injetora de forma a evitar a ocorrência de avarias elétricas. Este isolamento poderá ser efetuado com o aperto e reforço dos quadros elétricos com isolantes como borrachas e vedantes.

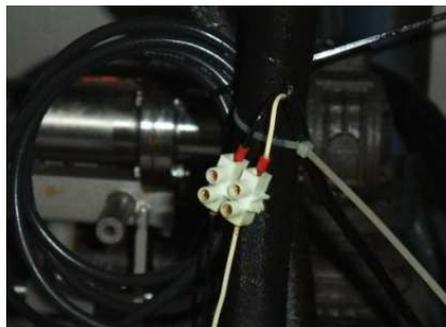


Fig. 3. 23 - Fios elétricos mal isolados - Injetora.

Na figura 3.23 verifica-se uma das causas das avarias elétricas que é a falta de isolamento de alguns componentes. É necessário isolar os fios elétricos, pois estes não estão bem protegidos das humidades presentes na fábrica, e colocar uma caixa isoladora. Algumas das caixas existentes estão mal isoladas devido a falta de aperto em parafusos, como é o caso da caixa da figura 3.24.



Fig. 3. 24 - Falta de aperto das caixas elétricas - Injetora.

Misturadoras

- Efetuar ações no sentido de formar os colaboradores que aquando das higienizações devem sempre colocar o saco de impermeabilização em volta dos painéis de controlo para que estes estejam completamente isolados. A figura 3.25 mostra a forma de isolar os painéis com sacos de impermeabilização.

De futuro deverão ser analisadas outras opções de impermeabilização dos painéis, de modo que o sistema de isolamento seja fixo e acoplado aos painéis.



Fig. 3. 25 - Isolamento eficaz dos painéis elétricos - Misturadora 2.

Clipsadoras Polyclip

- Antes de se iniciar o ciclo de produção, afinar bem o corte e o agrafamento da película de forma a ficar o mais ajustada possível ao tipo de produto a processar. Quando o tipo de produto a processar muda é necessário ajustar e repetir sempre este processo de afinação. Estas medidas devem ser implementadas e sistematizadas recorrendo aos procedimentos de manutenção autónoma e a ações de formação que a empresa realiza.

- Efetuar as lubrificações diárias, com massa consistente, nos pontos de lubrificação. Estas lubrificações podem ser efetuadas pelos operadores que trabalhem com estas máquinas, em regime de manutenção autónoma.

Máquinas de embalar a vácuo

- Efetuar as lubrificações e substituições de componentes do sistema de vácuo conforme o plano de manutenção preventiva.

Elevadores de caixas

- Efetuar ações que visem formar os funcionários a colocarem as caixas de forma correta nos elevadores e a rejeitarem as caixas defeituosas. As

caixas devem ser colocadas na entrada nos elevadores, sempre alinhadas, de forma a não empancarem, como demonstra a figura 3.26. Quando existir alguma caixa que esteja partida ou com outro defeito como a da figura 3.27, esta deve ser retirada para que não ocorram problemas no elevador. Estas informações devem ser transmitidas aos funcionários nas ações de formação.



Fig. 3. 26 - Forma correta de inserir caixas no elevador.



Fig. 3. 27 - Exemplos de caixas partidas que devem ser rejeitadas.

- Efetuar o isolamento dos componentes elétricos do elevador com caixas isoladoras de forma a evitar o contato com a humidade da fábrica. A figura 3.28 mostra o exemplo dos componentes elétricos expostos à humidade da empresa. Neste caso deve ser colocada uma caixa isoladora como a da figura 3.29.

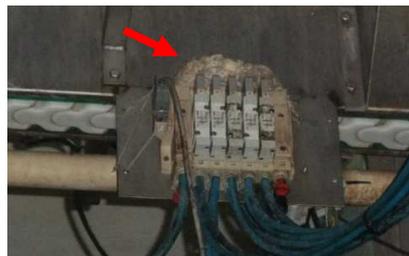


Fig. 3. 28 - Isolamento deficiente de componentes elétricos - elevadores de caixas



Fig. 3. 29 - Exemplo de caixa elétrica para proteger componentes elétricos.

3.2.3. Processo de abate

Como resultado das ações de melhoria efetuadas, o processo de abate no matadouro sofreu uma alteração na forma como é controlado o nível de CO₂ bem como no controlo da temperatura de escalda da água no túnel e na depiladora. O controlo do nível de CO₂ passou a ser efetuado sempre que se inicia o ciclo de abate ou se muda o lote de animais a abater.

Houve também necessidade de se efetuar o controlo da temperatura da água para escalda, no túnel e na depiladora. Esta necessidade surgiu devido ao facto de, por vezes, a temperatura da água para se efetuar a escalda não ser a mais indicada para um determinado lote de animais, já que por vezes os pêlos não eram removidos eficazmente. A figura 3.30 mostra o diagrama de análise do processo do matadouro, com a adoção destes controlos.

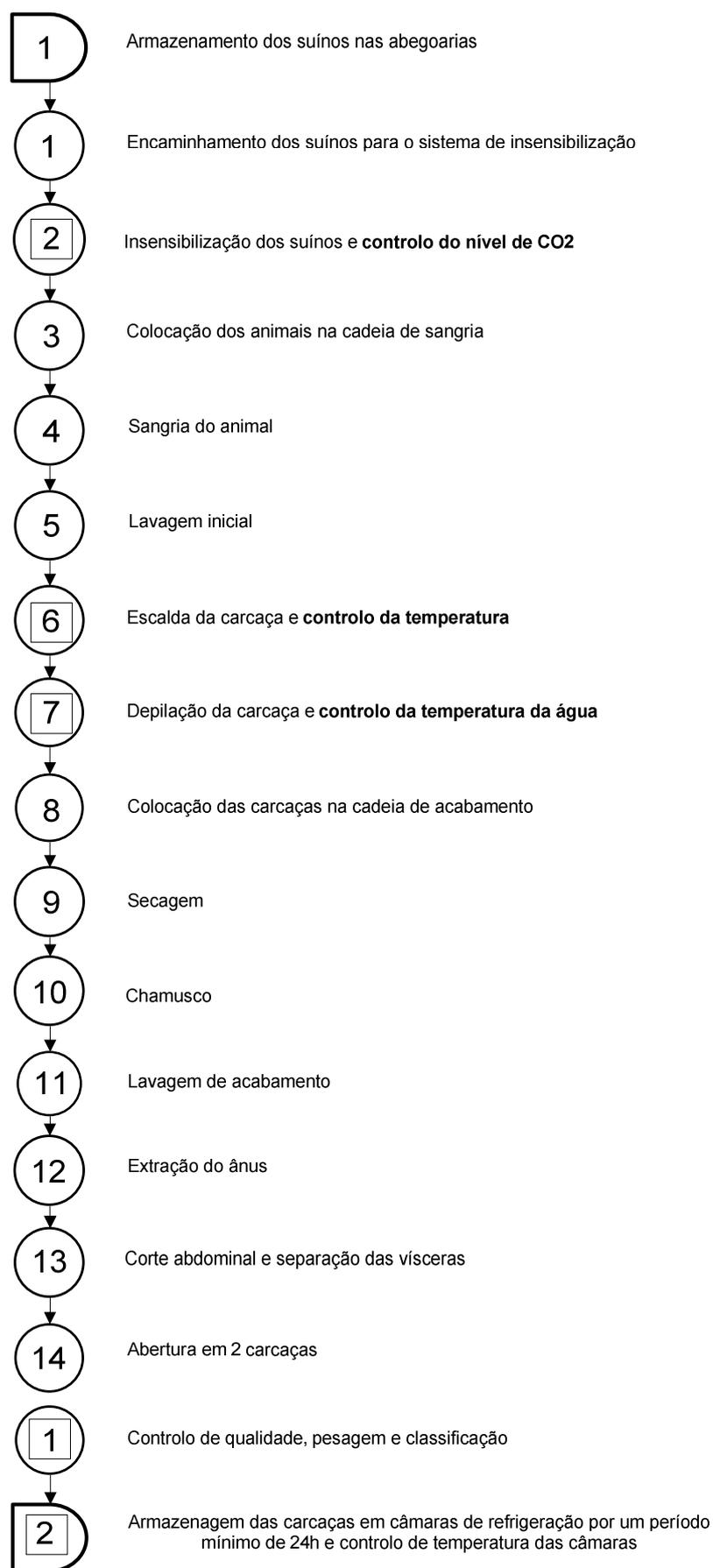


Fig. 3. 30 - Diagrama do processo de abate.

3.2.4. Manutenção Autónoma

O principal problema detetado na Seara ao nível da gestão manutenção foi a indisponibilidade de se efetuarem grande parte das ações preventivas nos equipamentos, devido à falta de tempo e recursos dos técnicos de manutenção. Assim, foi adotada a manutenção autónoma que consiste na implementação de padrões de manutenção realizados pelos próprios operadores que lidam com os equipamentos durante os períodos de produção, em que passam a ser os responsáveis pela aplicação das intervenções de manutenção preventiva periódicas, aos seus equipamentos. Esta metodologia está a ser implementada na Seara de forma gradual e progressiva.

Os equipamentos que foram e estão a ser alvo da implementação de manutenção autónoma foram alguns dos considerados críticos, através da análise das falhas efetuada anteriormente. Devido à especificidade dos equipamentos da fábrica e ao tipo de produção efetuada na empresa, não puderam ser abrangidos na adoção de manutenção autónoma todos os equipamentos. O facto de existirem alguns mais complexos que só podem ser sujeitos a intervenções por técnicos de manutenção que tenham conhecimento profundo do equipamento torna-se um entrave. Uma outra limitação da implementação de manutenção autónoma teve a ver com o facto de alguns equipamentos estarem em locais de difícil acesso, o que implicaria desde logo que os operadores gastassem demasiado tempo nestes equipamentos. O facto de a Seara ser uma empresa de transformação de carnes também impossibilita em grande parte a implementação de manutenção autónoma a todos estes equipamentos, pois os operadores diretamente ligados ao processo de desmancha e transformação de carnes não devem ter contacto com alguns agentes de lubrificação, que necessitem de ser usados nas intervenções de manutenção como os óleos hidráulicos, massa consistente sintética, entre outros, uma vez que poderiam levar à contaminação de produtos.

Para a implementação da manutenção autónoma foi necessário efetuar formação aos operadores que eram responsáveis pelas tarefas. Nesta formação foram transmitidas as ideias e objetivo da manutenção autónoma bem como a forma de a concretizar. Esta formação foi dada de forma direta e informal aos funcionários para que estes pudessem perceber claramente as ideias que estão inerentes à manutenção autónoma.

Os procedimentos de manutenção autónoma definidos para os equipamentos foram de inspeção e lubrificação, limpeza e ajuste. Estes procedimentos foram aplicados em tabelas de manutenção autónoma e deverão ser colocados no ambiente de trabalho, perto de cada máquina de forma a estar visível a todos os operadores responsáveis pela manutenção. De forma a haver um registo das intervenções nos equipamentos foram também criadas folhas de registo de manutenção autónoma, que deverão servir para os funcionários controlarem as suas operações de manutenção em cada equipamento. Os equipamentos em que foram criados estes procedimentos foram: o sistema de insensibilização por CO₂, o túnel de escalda, a depiladora, a máquina de extração de ânus, a serra de fita Jarvis e as clipsadoras Polyclip.

Os procedimentos de inspeção e lubrificação criados têm por base o conhecimento que os técnicos de manutenção possuem do equipamento, bem como o próprio manual do fabricante. Relativamente aos procedimentos de limpeza, estes foram definidos como um complemento aos planos de higienização que são efetuados diariamente e foram implementados à manutenção do equipamento para a sua conservação. Estes procedimentos de manutenção autónoma, bem como os registos de manutenção para cada um dos equipamentos podem ser consultados nos Anexos C e D respetivamente.

CAPÍTULO IV - CONCLUSÕES

No atual panorama económico é necessário que as empresas otimizem todas as áreas que a compõem. Neste sentido, com este trabalho de dissertação desenvolvido na Seara foi possível criar procedimentos que fossem úteis e ajudassem a área da manutenção a aumentar a eficiência produtiva dos seus equipamentos, diminuindo os riscos associados às paragens dos mesmos e conseqüente quebra de produtividade.

Inicialmente foi feita uma pesquisa bibliográfica respeitante à manutenção e à filosofia de gestão TPM. Depois de filtrada a informação necessária para desenvolver o trabalho, procedeu-se à revisão da literatura respeitante à evolução histórica da manutenção, bem como os diferentes tipos de manutenção existentes, assim como a sua caracterização. Na revisão bibliográfica de TPM mencionou-se a evolução histórica, a definição e os pilares que compõem a sua filosofia. Foi ainda pesquisada informação respeitante à análise dos modos de falha e os seus efeitos (FMEA) e indicadores de manutenção.

Mais tarde, na investigação empírica foi efetuada uma caracterização da empresa de forma a tomar conhecimento da gestão de manutenção efetuada, bem como dos equipamentos existentes ao longo do processo produtivo. Foi ainda efetuada uma recolha de tempos de intervenções corretivas a partir do histórico existente. Com a recolha desta informação foi possível saber em que medida a gestão da manutenção poderia beneficiar com a adoção de técnicas e metodologias como o TPM, que pudessem ser úteis à empresa.

Após esta fase de diagnóstico foram efetuadas as propostas de melhoria dentro das diferentes áreas da gestão de manutenção. A gestão da informação na Seara passou a ser registada e analisada de forma mais concreta, utilizando também o *software* para apoiar a manutenção. Com a definição dos equipamentos críticos da empresa, foi efetuado o FMEA de forma a identificar os modos de falha e a implementar ações de melhoria para as falhas consideradas mais graves. Nestas ações de melhoria estão presentes alguns procedimentos que devem ser efetuados, como a aplicação de manutenção preventiva a determinados equipamentos, melhorias específicas nos próprios

equipamentos e ações de formação para sensibilizar os colaboradores a manusearem corretamente alguns equipamentos.

Foram ainda criadas algumas operações de controlo de níveis de temperatura e CO₂ no processo de abate. Em alguns equipamentos foram definidos procedimentos de manutenção autónoma que estão a ser implementados de forma gradual.

No futuro, prevê-se que para além da aplicação da manutenção autónoma, todos os restantes pilares do TPM possam ser implementados de forma mais precisa em toda a organização, possibilitando assim haver menos falhas nos equipamentos e melhorias na eficiência dos mesmos.

BIBLIOGRAFIA

Ahuja, I.P.S.; Khamba, J. S. (2008). Total Productive Maintenance: Literature review and directions. *International Journal of Quality & Reliability Management*, Vol. 25, Nº 7, pp. 709-756.

Brito, Mário (2003). Manual pedagógico Pronaci - Manutenção. Associação Empresarial de Portugal, ISBN: 972-8702-12-4.

Chan, F.T.S.; Lau, H.C.W.; Ip, R.W.L.; Chan, H.K.; Kong, S. (2005). Implementation of total productive maintenance: A case study. *Int. J. Production Economics*, Vol. 95, pp. 71-94.

Garg, Amik; Deshmukh, S.G. (2006). Maintenance management: literature review and directions. *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, Vol. 12 Nº 3, pp. 205-238.

Mcdermott, Robin E.; Mikulak, Raymond J.; Beauregard, Michael R. (1996). The Basics of FMEA. Portland: Productivity Inc, ISBN: 0-527-76320-9.

Michalska, J.; Szewieczek, D. (2007). The 5S methodology as a tool for improving the organisation. *Journal of achievements in materials and manufacturing engineering*, Vol. 24, Nº 2.

Moubray, John (2000). Reliability-centered Maintenance. 2ª edição. New York: Industrial Press Inc., ISBN: 0-8311-3078-4.

Murthy, D.N.P.; Atrens, A; Eccleston, J.A. (2002). *Strategic maintenance management*. *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, Vol. 8 Nº 4, pp. 287-305.

Nakajima, S (1988). Introduction to TPM - Total productive maintenance. Cambridge: Productivity Press, ISBN: 0-915299-23-2.

NP EN 13306 (2007). Terminologia de manutenção. Instituto Português da Qualidade. Caparica-Portugal.

NP EN 15341 (2009). Indicadores de desempenho da manutenção (KPI). Instituto Português da Qualidade. Caparica-Portugal.

Park, K.S.; Han, S.W. (2001). TPM - Total Productive Maintenance: Impact on Competitiveness and a Framework for Successful Implementation. *Human Factors and Ergonomics in Manufacturing*, Vol. 11, Nº 4, pp. 321–338.

Prickett, P.W. (1999). An integrated approach to autonomous maintenance management. *Integrated manufacturing systems*. Cardiff School of Engineering, Cardiff, UK.

Shimbun, Nikkan Kogyo (1995). TPM case studies. Portland: Productivity Press, ISBN: 1-56327-066-8.

Shrivastav, Om P. (2005). Industrial maintenance: a discipline in its own right. *World Transactions on Engineering and Technology Education*, Vol.4, Nº 1.

Venkatesh, J (2007). An Introduction to Total Productive Maintenance (TPM).

Willmott, P, McCarthy, D. (2001). TPM: A route to world-class performance. Delhi: Butterwoth-Heinamann

[1] http://superenvase.blogspot.pt/2010_03_07_archive.html

[consultado em 16/04/2012] [em linha]

[2]<http://sixsigmainimprovements.blogspot.pt/2012/05/failure-mode-and-effects-analysis-fmea.html>

[consultado em 25/05/2012] [em linha]

ANEXOS

ANEXO A - Cálculo do MTBF e MTTR

Cálculo do MTBF (tempo médio entre falhas) - Injetora

No cálculo do MTBF é necessário efetuar o levantamento das falhas existentes. Neste caso foi considerado o período entre 1 de Janeiro de 2012 e 8 de Junho de 2012, o que dá um período de 160 dias.

Quadro I - Datas e descrição das falhas ocorridas na injetora.

Número	Data	Descrição	Tempo acumulado (dias)	Tempo entre falhas (dias)
1	24-01-2012	Agulhas empenadas	24	24
2	31-01-2012	Avaria elétrica	31	7
3	17-02-2012	Avaria elétrica	48	17
4	02-03-2012	Avaria mecânica	62	14
5	13-03-2012	Avaria e substituição do redutor	73	11
6	22-03-2012	Avaria mecânica no elevador	82	9
7	16-04-2012	Avaria elétrica	83	25
8	26-04-2012	Avaria e substituição de o-ring	107	10
9	10-05-2012	Avaria elétrica	117	14
Final do teste			160	-

Para efetuar o cálculo do MTBF é inicialmente necessário efetuar-se o teste de Laplace para validar se existe tendência nas falhas, pois o método para calcular o MTBF só é válido se não existir tendência.

Teste de Laplace:

H0: A taxa de falhas é constante;

H1: A taxa de falhas não é constante.

$$-1.465 < ET < 1.645$$

$$ET = \sqrt{12 \times N} \times \left(\frac{\sum_{i=1}^{N-1} T_i}{N \times T_n} - 0,5 \right)$$

$$ET = \sqrt{12 \times 9} \times \left(\frac{627}{9 \times 160} - 0,5 \right)$$

$$ET = -0,67$$

Como ET está entre os valores admissíveis do intervalo não se rejeita a hipótese nula logo a taxa de avarias é constante.

Pode-se então calcular o MTBF através do método:

$$MTBF = \frac{\sum \text{Tempo entre falhas}}{\text{Número de falhas}}$$

$$MTBF = \frac{131}{9} = 14,6 \text{ dias}$$

Cálculo do MTTR (tempo médio de reparação) - Injetora

Para se calcular o MTTR é necessário obter o tempo de reparação de cada falha como mostra o seguinte quadro.

Quadro II - Tempos de reparação na injetora.

Data	Descrição	Tempo de reparação (h)
24-01-2012	Agulhas empenadas	2,00
31-01-2012	Avaria elétrica	2,00
17-02-2012	Avaria elétrica	2,50
02-03-2012	Avaria mecânica	2,00
13-03-2012	Avaria e substituição do redutor	2,00
22-03-2012	Avaria mecânica no macaco hidráulico	5,33
16-04-2012	Avaria elétrica	1,00
26-04-2012	Avaria e substituição de o-ring	1,75
10-05-2012	Avaria elétrica	0,50

$$MTTR = \frac{\sum \text{Tempo de reparacao}}{\text{Nº de falhas}}$$

$$MTTR = \frac{19,08}{9} = 2,12 \text{ h}$$

ANEXO B - Formulários FMEA

Descrição do processo	Modo de falha	Efeito potencial da falha	Causas potenciais	Índices		Ações recomendadas
				G	O	
Insensibilização dos animais por CO ₂	Os animais saem do sistema de insensibilização ainda "despertos" ou já mortos.	<ul style="list-style-type: none"> - Efetuar o choque elétrico para imobilizar os animais ainda despertos. - Qualidade da carne baixa. - Quebra de produtividade 	O nível de CO ₂ não é o mais indicado para se proceder à insensibilização dos animais	5	4	Efetuar controlos periódicos de 30 minutos do nível de CO ₂ , durante o período de funcionamento do sistema
				NR:20		
Insensibilização dos animais por CO ₂	Avarias elétricas nos componentes elétricos e quadros e avarias mecânicas nos componentes mecânicos	<ul style="list-style-type: none"> - Paragem do processo de insensibilização e necessidade de se proceder à insensibilização noutra centro de abate - Quebra de produtividade 	<ul style="list-style-type: none"> - Acumulação de água nos componentes elétricos e nos quadros - Falta de lubrificação dos componentes e excesso de carga, o que provoca desgaste prematuro de peças 	10	3	<ul style="list-style-type: none"> - Efetuar as lubrificações adequadas do sistema de CO₂, previstas no plano de manutenção preventiva - Sensibilizar os funcionários a não excederem a carga de 5 animais por cesto, no sistema de insensibilização - Sensibilizar os funcionários a não direcionar os jatos de água das higienizações, diretamente para os motores dos cestos giratórios
				NR:30		

Descrição do processo	Modo de falha	Efeito potencial da falha	Causas potenciais	Índices		Ações recomendadas
				G	O	
Transporte das carcaças nas vias aéreas do Matadouro	Desgasta prematuro dos rolamentos dos ganchos	Os ganchos empancam e há quebra de produtividade	Falta de lubrificação dos ganchos, resultante das temperaturas extremas existentes no matadouro e nas câmaras de repouso	4	7	- Efetuar a lubrificação adequada dos rolamentos dos ganchos, prevista no plano de manutenção preventiva; - Encontrar uma solução alternativa duradoura aos rolamentos existentes
	Desgaste prematuro das correntes transportadoras	Os transportadores empancam e há quebra de produtividade	- Falta de lubrificação das correntes;	NR:28		- Efetuar lubrificação das correntes das vias, conforme o plano de manutenção preventiva
				7	2	
Avarias nos componentes elétricos das vias transportadoras	As vias de transportem páram e há quebra de produtividade	- Acumulação de humidade nos componentes elétricos	7	2	NR: 14	- Efetuar isolamento eficaz em todos os componentes elétricos das vias, usando caixas isoladoras; - Aumentar a capacidade de extração de humidade da fábrica, com extratores de ar
			NR: 14			

Descrição do processo	Modo de falha	Efeito potencial da falha	Causas potenciais	Índices		Ações recomendadas
				G	O	
Escalda das carcaças	Remoção incompleta do pelo e das unhas da carcaça, na depiladora	<ul style="list-style-type: none"> - A carcaça segue ao longo do processo sem possuir as condições desejadas - Qualidade do produto baixa 	Temperatura da água para efetuar a escalda não é constante	5	1	Limitar o intervalo de variação de temperatura do controlador
				NR:5		

Descrição do processo	Modo de falha	Efeito potencial da falha	Causas potenciais	Índices		Ações recomendadas
				G	O	
Remoção do pelo e unhas da carcaça na depiladora	A depiladora não efetua a remoção completa do pelo e das unhas	- A carcaça segue ao longo do processo sem possuir condições desejadas - Qualidade do produto baixa	- Pás raspadoras desgastadas - Temperatura da água para o funcionamento não é constante	5	2	- Efetuar a substituição das pás raspadoras, conforme o plano de manutenção preventiva - Efetuar controlos periódicos da temperatura da água de 30 em 30 minutos
	Desgaste prematuro do tapete da depiladora e dos seus componentes	Paragem do tapete e quebra de produtividade	Falta de afinação e lubrificação dos componentes do tapete	8	4	Efetuar a lubrificação e a afinação do tapete da depiladora, conforme o plano de manutenção preventiva
				NR:10		
				NR:32		

Descrição do processo	Modo de falha	Efeito potencial da falha	Causas potenciais	Índices		Ações recomendadas
				G	O	
Remoção e fecho da cavidade anal na carcaça	Acumulação de resíduos na pistola de remoção da máquina	A máquina de extração deixa de funcionar e há quebra de produtividade	Falta de aptidão do funcionário em lidar com a máquina	4	5	<ul style="list-style-type: none"> - Efetuar formação sempre que um novo funcionário começa a lidar com a máquina - Sensibilizar o funcionário para o manuseamento correto da máquina, efetuando a remoção de resíduos mais regular durante o processo produtivo
				NR:20		

Descrição do processo	Modo de falha	Efeito potencial da falha	Causas potenciais	Índices		Ações recomendadas
				G	O	
Corte e abertura do animal em 2 carcaças	A serra de corte começa a ter dificuldade e efetuar a abertura em 2 carcaças	A serra não corta corretamente, o funcionário sente mais dificuldade, tendo que exercer mais força para efetuar o corte e há quebra de produtividade	<ul style="list-style-type: none"> - Componentes desgastados face à falta de lubrificação - Falta de afinação da fita da serra 	10	2	Efetuar lubrificação dos componentes e afinar a fita da serra de acordo com o plano de manutenção preventiva
				NR:20		

Descrição do processo	Modo de falha	Efeito potencial da falha	Causas potenciais	Índices		Ações recomendadas
				G	O	
Transporte de carne e de caixas ao longo da zona de desmancha	Os rolamentos dos tapetes transportadores empancam	Os tapetes transportadores deixam de funcionar e há quebra de produtividade	<ul style="list-style-type: none"> - Falta de afinação dos tapetes transportadores - Falta de lubrificação dos rolamentos 	4	2	Efetuar afinação dos tapetes transportadores e lubrificar os rolamentos dos tapetes de acordo com o plano de manutenção preventiva
				NR:8		

Descrição do processo	Modo de falha	Efeito potencial da falha	Causas potenciais	Índices		Ações recomendadas
				G	O	
Corte de carne na desmancha	As serras de corte começam a ter dificuldade de funcionamento, havendo ruído	As serras não cortam corretamente e há quebra de produtividade	Falta de lubrificação dos componentes da serra	5	3	Efetuar lubrificação dos componentes mecânicos das serras de acordo com o plano de manutenção preventiva
			NR:15			
Avarias elétricas nas serras de corte	As serras deixam de funcionar e há quebra de produtividade	Acumulação de águas nas serras resultante das higienizações	5	3	Efetuar isolamento eficaz dos componentes elétricos das serras	
			NR:15			

Descrição do processo	Modo de falha	Efeito potencial da falha	Causas potenciais	Índices		Ações recomendadas
				G	O	
Pesar as caixas para expedir	Desgaste prematuro dos rolamentos do tapete/balança	O tapete/balança começa a ter dificuldade em avançar e há quebra de produtividade	Falta de lubrificação dos rolamentos	9	2	Efetuar lubrificação dos rolamentos conforme o plano de manutenção preventiva
				NR: 18		

Descrição do processo	Modo de falha	Efeito potencial da falha	Causas potenciais	Índices		Ações recomendadas
				G	O	
Injeção de condimentos em produtos na transformação	Agulhas da injetora entopem	Quebra de produtividade	- Acumulação de resíduos no interior das agulhas com o tempo de utilização da máquina de injeção	4	2	- Efetuar limpezas periódicas das agulhas
			NR:8			
	Desgaste prematuro dos rolamentos da injetora	Paragem da máquina e quebra de produtividade	Falta de lubrificação dos rolamentos	8	3	Lubrificar os rolamentos da injetora conforme o plano de manutenção
				NR:24		
Avarias elétricas na injetora	A injetora deixa de funcionar e há quebra de produtividade	Acumulação de água nos componentes elétricos	8	3	Efetuar isolamento eficaz dos componentes elétricos da máquina	
				NR: 24		

Descrição do processo	Modo de falha	Efeito potencial da falha	Causas potenciais	Índices		Ações recomendadas
				G	O	
Mistura e processamento de carnes com aditivos	Avarias elétricas nos manípulos das misturadoras	Paragem das máquinas e quebra de produtividade	Acumulação de água nos painéis dos manípulos resultante das higienizações	8	3	Efetuar o isolamento correto dos painéis dos manípulos, aquando das higienizações
				NR:24		

Descrição do processo	Modo de falha	Efeito potencial da falha	Causas potenciais	Índices		Ações recomendadas
				G	O	
Picagem e moagem de carnes	Carne mal cortada	A carne tem de voltar a ser cortada, o que implica quebra de produtividade	Desgaste das lâminas e discos de corte das máquinas	4	4	Efetuar o planeamento adequado da afiação das lâminas e discos de corte
			NR:16			
	Avárias elétricas nos manípulos da máquina de picar carne Cutter	Paragem da máquina e quebra de produtividade	Acumulação de água nos painéis dos manípulos resultante das higienizações	8	2	Efetuar o isolamento correto dos painéis dos manípulos, aquando das higienizações
			NR:16			

Descrição do processo	Modo de falha	Efeito potencial da falha	Causas potenciais	Índices		Ações recomendadas
				G	O	
Enchimento, corte e agrafamento de produtos	Avarias elétricas nos componentes elétricos das clipsadoras	Paragem das máquinas e quebra de produtividade	Acumulação de humidade nos componentes elétricos resultante das higienizações	8	2	- Efetuar isolamento dos componentes elétricos
				NR:16		
Enchimento, corte e agrafamento de produtos	Corte e agrafamento mal efetuados nas clipsadoras	Produto não conforme e quebra de produtividade	- Falta e afinação do corte e agrafamento - Falta de lubrificação diária nos pontos de lubrificação	7	3	- Efetuar um ajuste correto do corte e agrafamento no início de cada ciclo produtivo ou quando o tipo de produto a processar muda - Efetuar lubrificações diárias nos pontos de lubrificação a massa
						NR:21

Descrição do processo	Modo de falha	Efeito potencial da falha	Causas potenciais	Índices		Ações recomendadas
				G	O	
Embalamento de produtos de charcutaria	A embalagem não fica adequada ao produto	Produto final não conforme e quebra de produtividade	Sistema de vácuo deixa de funcionar corretamente devido ao excesso de horas de trabalho sem manutenção	7	3	Lubrificar e substituir componentes do sistema de vácuo conforme o plano de manutenção preventiva
				NR:21		

Descrição do processo	Modo de falha	Efeito potencial da falha	Causas potenciais	Índices		Ações recomendadas
				G	O	
Transporte das caixas para a lavandaria	Os elevadores de caixas empancam	Paragem do transporte de caixas	Caixas mal colocadas no elevador, defeituosas ou partidas	4	6	Sensibilizar os funcionários a colocarem as caixas de forma correta nos elevadores e rejeitarem caixas defeituosas
			NR:24			
	Avarias elétricas nos elevadores de caixas	Paragem do transporte de caixas	Acumulação de humidade nos componentes elétricos	4	6	Proteger os componentes elétricos dos elevadores, com caixas isoladoras, de forma a evitarem o contacto com a água
				NR: 24		

ANEXO C - Procedimentos de manutenção autónoma

MANUTENÇÃO AUTÓNOMA - SISTEMA DE INSENSIBILIZAÇÃO POR CO₂ - MT06

OPERAÇÕES SEMANAIS DE LIMPEZA REALIZADAS À SEXTA-FEIRA NO FINAL DO CICLO DE ABATE

RESPONSÁVEL: OPERADOR DA MÁQUINA



AÇÃO	PROCEDIMENTO	FOTOGRAFIA	FERRAMENTAS/MATERIAIS NECESSÁRIOS
Limpeza	<p>1. Desligar o sistema e ligar extração de gás</p> <ul style="list-style-type: none"> - Desligar interruptor geral do sistema de gás no botão preto colocando na posição "0"; - Pressionar o botão vermelho de emergência para ligar a extração de gás no sistema. 		<ul style="list-style-type: none"> - Espuma de higienização; - Máquina de pressão de água.
	<p>2. Verificar percentagem de CO₂</p> <ul style="list-style-type: none"> - Verificar no analisador se a percentagem do CO₂ é inferior a 0,5%. Se for inferior, o operador pode aceder ao interior do sistema. Senão, o operador tem esperar que a extração seja feita até chegar ao nível de 0.5% e só depois entrar. 		
	<p>3. Primeira Lavagem</p> <ul style="list-style-type: none"> - Efetuar a primeira lavagem com a máquina de pressão de água de forma a extrair a maioria das sujidades em todo o interior e exterior do sistema de insensibilização; - Aplicar a espuma de limpeza em todo o sistema e deixar atuar durante 15 minutos. <p>Nota: Não direcionar a água diretamente para os motores e quadros elétricos.</p>		
	<p>4. Segunda lavagem</p> <ul style="list-style-type: none"> - Efetuar nova lavagem a pressão para extrair espuma e restantes sujidades que ainda persistam. 		
	<p>5. Paragem da extração de gás</p> <ul style="list-style-type: none"> - Desligar a extração de CO₂ no botão vermelho, terminando assim o procedimento de limpeza do sistema. 		

MANUTENÇÃO AUTÓNOMA - SISTEMA DE INSENSIBILIZAÇÃO POR CO₂ - MT06

OPERAÇÕES QUINZENAIS DE INSPEÇÃO E LUBRIFICAÇÃO REALIZADAS À SEXTA-FEIRA NO FINAL DA LIMPEZA

RESPONSÁVEL: OPERADOR DA MÁQUINA



AÇÃO	PROCEDIMENTO	FOTOGRAFIA	FERRAMENTAS/MATERIAIS NECESSÁRIOS
Inspeção e lubrificação	<p>1. Verificar percentagem de CO₂ - Verificar no analisador se a percentagem do CO₂ é inferior a 0,5%. Se for inferior, o operador pode aceder ao interior do sistema. Senão, o operador tem esperar que a extração seja feita até chegar ao nível de 0.5% e só depois entrar.</p>		<p>- Massa consistente - Galp Belona 3; - Óleo hidráulico – Galp Hidrolep 46; - Bombas de lubrificação de óleo e massa;</p>
	<p>2. Verificar e lubrificar chumaceiras dos veios - Verificar se existe óleo e massa ao longo das chumaceiras dos veios. Se estiverem sem óleo e massa, lubrificar com as respetivas bombas até as chumaceiras ficarem completamente lubrificadas.</p>		
	<p>3. Verificar e lubrificar casquilhos e moentes - Verificar se os casquilhos e moentes possuem óleo e massa consistente. Se estiverem secos, acrescentar óleo e massa por dentro dos mesmos e à sua volta, com o auxílio das bombas de lubrificação.</p>		
	<p>4. Verificar e lubrificar guias dos cestos - Verificar e existe óleo e massa ao longo das guias dos cestos. Se estiverem sem óleo e massa, lubrificar até as guias ficarem completamente lubrificadas, com o auxílio das bombas de lubrificação.</p>		

MANUTENÇÃO AUTÓNOMA - TÚNEL DE ESCALDA VERTICAL - MT12

OPERAÇÕES SEMANAIS DE LIMPEZA REALIZADAS À SEXTA-FEIRA NO FINAL DO CICLO DE ABATE

RESPONSÁVEL: OPERADOR DA MÁQUINA



AÇÃO	PROCEDIMENTO	FOTOGRAFIA	FERRAMENTAS/MATERIAIS NECESSÁRIOS
Limpeza	<p>1. Desligar a máquina - Nos botões situados na parte lateral da máquina, desligar a bomba de água e o sistema de aquecimento, colocando os botões na posição "0".</p>		<p>- Espuma de higienização; - Máquina de pressão de água;</p>
	<p>2. Esvaziar o tanque de água - Abrir os passadores de esvaziamento situados na parte inferior do tanque, para se proceder ao esvaziamento.</p>		
	<p>3. Primeira lavagem - Efetuar a primeira lavagem com a máquina de pressão de água para extração das sujidades em todo o interior do túnel e aplicar a espuma de limpeza. Deixar atuar durante 15 minutos.</p>		
	<p>4. Segunda lavagem - Efetuar nova lavagem a pressão para extrair espuma e restantes sujidades.</p>		
	<p>5. Enchimento de água - Fechar os passadores de esvaziamento e abrir os passadores de enchimento de água até o tanque ficar completo.</p>		

MANUTENÇÃO AUTÓNOMA - TÚNEL DE ESCALDA VERTICAL - MT12

OPERAÇÕES BIMESTRAIS DE INSPEÇÃO E LUBRIFICAÇÃO REALIZADAS À SEXTA-FEIRA NO FINAL DA LIMPEZA

RESPONSÁVEL: OPERADOR DA MÁQUINA



AÇÃO	PROCEDIMENTO	FOTOGRAFIA	FERRAMENTAS/MATERIAIS NECESSÁRIOS
Inspeção e lubrificação	<p>1. Verificar e lubrificar eletrobombas</p> <p>- Na parte lateral desapertar e verificar se os parafusos de lubrificação estão com líquido anti congelante. Se estiverem secos é necessário injetar líquido, até este chegar ao nível dos parafusos. A injeção de líquido é efetuada através da colocação de um pequeno tubo de borracha e um funil dentro da abertura, vertendo-se o líquido para o reservatório.</p>		<ul style="list-style-type: none">- Líquido anti congelante;- Tubo de borracha;- Funil.

MANUTENÇÃO AUTÓNOMA - DEPILADORA - MT13

OPERAÇÕES SEMANAIS DE LIMPEZA REALIZADAS À SEXTA-FEIRA NO FINAL DO CICLO DE ABATE

RESPONSÁVEL: OPERADOR DA MÁQUINA



AÇÃO	PROCEDIMENTO	FOTOGRAFIA	FERRAMENTAS/MATERIAIS NECESSÁRIOS
Limpeza	<p>1. Desligar a máquina - Desligar a máquina nos três botões respeitantes ao tapete de cerdas, bombeamento de água e aquecimento de água, colocando-os na posição "0".</p>		<p>- Espuma de higienização; - Máquina de pressão de água.</p>
	<p>2. Abrir as portas laterais e ligar o tapete de cerdas - Na parte lateral da máquina, abrir as duas portas laterais e ligar o tapete de cerdas no botão, colocando-o na posição "1".</p>		
	<p>3. Primeira Lavagem - Efetuar a primeira lavagem com a máquina de pressão no interior de forma a extrair o pêlo dos raspadores e veios. Aplicar a espuma de limpeza e deixar atuar durante 15 minutos.</p>		
	<p>4. Segunda lavagem Efetuar nova lavagem à pressão para extrair espuma e restantes sujidades.</p>		
	<p>5. Retirar água do depósito da máquina - Abrir os dois passadores de esvaziamento, colocados na parte de baixo da máquina, de forma a retirar toda a água do depósito.</p>		
	<p>6. Fecho e enchimento do depósito - Fechar os dois passadores de esvaziamento e proceder ao enchimento do depósito, recorrendo à abertura do passador da água, até o depósito ficar completo.</p>		

MANUTENÇÃO AUTÓNOMA - DEPILADORA - MT13

OPERAÇÕES QUINZENAIS DE INSPEÇÃO E LUBRIFICAÇÃO REALIZADAS À SEXTA-FEIRA NO FINAL DA LIMPEZA

RESPONSÁVEL: OPERADOR DA MÁQUINA



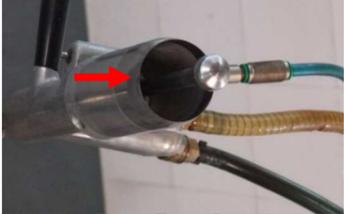
AÇÃO	PROCEDIMENTO	FOTOGRAFIA	FERRAMENTAS/MATERIAIS NECESSÁRIOS
Inspeção e lubrificação	1. Verificar e lubrificar redutores de óleo - No redutor, situado na parte superior da máquina, verificar se os pontos de lubrificação estão com óleo. Se estiverem secos é necessário injetar óleo, com auxílio da bomba até ficarem cheios.		<ul style="list-style-type: none">- Massa consistente - Galp Belona 3;- Óleo hidráulico – Galp Hidrolep 46;- Bombas de lubrificação de óleo e massa;- Chave "inglesa" de aperto
	2. Verificar e lubrificar pontos de lubrificação a massa - Na parte lateral da depiladora verificar se os pontos de lubrificação estão com massa consistente. Se estiverem secos injetar massa com a bomba, até ficarem cheios.		
	3. Verificar e lubrificar chumaceiras do tapete de cerdas e afinar a corrente - Nas chumaceiras do tapete, verificar se existe massa consistente. Lubrificar caso estas estejam secas, com a bomba de massa consistente; - Verificar se a corrente está desafinada. Se estiver com folga, apertar os parafusos com a chave de aperto "inglesa", criando tensão.		

MANUTENÇÃO AUTÓNOMA - MÁQUINA DE EXTRAÇÃO DE ÂNUS - MT20

OPERAÇÕES SEMANAIS DE LIMPEZA REALIZADAS À SEXTA-FEIRA NO FINAL DO CICLO DE ABATE

RESPONSÁVEL: OPERADOR DA MÁQUINA



AÇÃO	PROCEDIMENTO	FOTOGRAFIA	FERRAMENTAS/MATERIAIS NECESSÁRIOS
Limpeza	1. Esvaziamento do depósito da máquina - Abrir o passador, na parte inferior do depósito para retirar a sujidade do interior do depósito.		- Espuma de higienização; - Máquina de pressão de água.
	2. Primeira lavagem - Efetuar a primeira lavagem com água quente na pistola, na lâmina de corte e no depósito de esterilização da pistola tanto no seu interior como no exterior.		
	4. Segunda lavagem - Efetuar a lavagem com espuma de higienização e máquina de pressão de água na plataforma de trabalho, pistola, lâmina de corte e exterior de depósito de esterilização.		
	5. Fecho do passador do depósito - Na parte inferior do depósito da máquina, fechar o passador.		

MANUTENÇÃO AUTÓNOMA - MÁQUINA DE EXTRAÇÃO DE ÂNUS - MT20

OPERAÇÕES QUINZENAIS DE INSPEÇÃO E LUBRIFICAÇÃO REALIZADAS À SEXTA-FEIRA NO FINAL DA LIMPEZA

RESPONSÁVEL: OPERADOR DA MÁQUINA



AÇÃO	PROCEDIMENTO	FOTOGRAFIA	FERRAMENTAS/MATERIAIS NECESSÁRIOS
Inspeção e lubrificação	1. Verificar o estado do vinil - Verificar se a medida do vinil está adequada à pistola de remoção. Se não estiver, chamar o técnico de manutenção para se proceder à respetiva afinação.		- Óleo hidráulico – Galp Hidrolep 46; - Bomba de óleo.
	2. Verificar a lâmina de corte da pistola de remoção - Se a lâmina estiver desgastada ou a cortar mal, chamar o técnico de manutenção para desmontar a lâmina e afiar.		
	3. Verificar e lubrificar bomba de vácuo - Verificar o nível de óleo no mostrador existente na parte lateral da bomba. Se o nível estiver abaixo da metade do mostrador, acrescentar na abertura acima, retirando a tampa e injetando óleo com a bomba, até ser atingida pelo menos essa metade.		

MANUTENÇÃO AUTÓNOMA - SERRA DE FITA JARVIS - MT21

OPERAÇÕES SEMANAIS DE LIMPEZA REALIZADAS À SEXTA-FEIRA NO FINAL DO CICLO DE ABATE

RESPONSÁVEL: OPERADOR DA MÁQUINA



AÇÃO	PROCEDIMENTO	FOTOGRAFIA	FERRAMENTAS/MATERIAIS NECESSÁRIOS
Limpeza	1. Verificar se a máquina está desligada - No caixa elétrica da serra, verificar se o interruptor de acionamento da serra está desligado. Se estiver para baixo é necessário colocá-lo para cima.		- Espuma de higienização; - Máquina de pressão de água.
	2. Abertura da porta da serra - Na lateral da serra, abrir a porta da serra nos dois fechos que aí existem, para se proceder à lavagem completa da serra.		
	3. Primeira lavagem - Efetuar a primeira lavagem com a máquina de pressão de água para extração das sujidades. Aplicar a espuma e deixar atuar durante 15 minutos.		
	4. Segunda lavagem - Efetuar nova lavagem a pressão para extrair espuma e as restantes sujidades		

MANUTENÇÃO AUTÓNOMA - SERRA DE FITA JARVIS - MT21

OPERAÇÕES QUINZENAIS DE INSPEÇÃO E LUBRIFICAÇÃO REALIZADAS À SEXTA-FEIRA NO FINAL DA LIMPEZA

RESPONSÁVEL: OPERADOR DA MÁQUINA



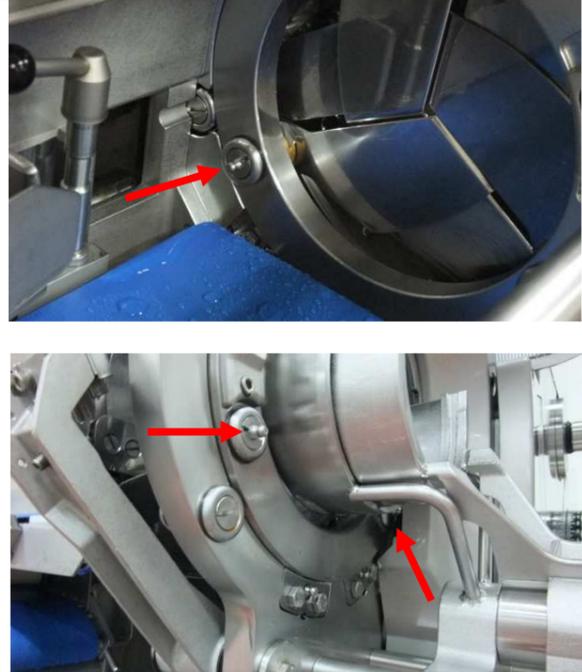
AÇÃO	PROCEDIMENTO	FOTOGRAFIA	FERRAMENTAS/MATERIAIS NECESSÁRIOS
Inspeção e lubrificação	<p>1. Abertura da porta da serra - Na lateral da serra, abrir a porta da serra nos dois fechos que aí existem, para se proceder à lavagem completa da serra.</p>		<p>- Massa consistente alimentar – Kluber Paraliq GA 343; - Bomba de lubrificação de massa.</p>
	<p>2. Verificar e lubrificar pontos de lubrificação - Verificar se os pontos de lubrificação têm massa. Se estiverem secos injetar massa consistente com a bomba até ficarem cheios.</p>		

MANUTENÇÃO AUTÓNOMA - CLIPSADORAS POLYCLIP - TF31 E TF32

OPERAÇÕES DIÁRIAS DE INSPEÇÃO, LUBRIFICAÇÃO E AJUSTE REALIZADAS ANTES DO INÍCIO DO CICLO DE PRODUÇÃO

RESPONSÁVEL: OPERADOR DA MÁQUINA



AÇÃO	PROCEDIMENTO	FOTOGRAFIA	FERRAMENTAS/MATERIAIS NECESSÁRIOS
Inspeção e lubrificação	1. Verificar e lubrificar pontos a massa - Antes do início do começo do ciclo diário de produção da máquina, lubrificar todos os pontos de lubrificação visíveis com a bomba de lubrificação de massa até os pontos ficarem completamente cheios.		- Massa consistente alimentar – Kluber Paraliq GA 343; - Bomba de lubrificação de massa.
Verificações e ajustes	1. Ajustar o corte e agrafamento da película - Antes do início do ciclo de produção, ou sempre que o produto a processar muda, deve-se ajustar o corte e o agrafamento da película de forma a estar o mais ajustada possível ao produto.		

ANEXO D - Registo de Manutenção Autónoma



Registo Mensal de Manutenção Autónoma

Código: MT06

Nome: Sistema de insensibilização CO2

Intervenção	Observações	Registo		
		Periodicidade	Data	Rubrica
Limpeza		Semanal	__/__/__	
			__/__/__	
			__/__/__	
			__/__/__	
Inspeção e lubrificação		Quinzenal	__/__/__	
			__/__/__	



Registo Bimestral de Manutenção Autónoma

Código: MT12

Nome: Túnel de escada vertical

Intervenção	Observações	Registo		
		Periodicidade	Data	Rubrica
Limpeza		Semanal	__/__/__	
			__/__/__	
			__/__/__	
			__/__/__	
			__/__/__	
			__/__/__	
			__/__/__	
			__/__/__	
Inspeção e lubrificação		Bimestral	__/__/__	



Registo Mensal de Manutenção Autónoma

Código: MT13

Nome: Depiladora

Intervenção	Observações	Registo		
		Periodicidade	Data	Rubrica
Limpeza		Semanal	__/__/__	
			__/__/__	
			__/__/__	
			__/__/__	
Inspeção e lubrificação		Quinzenal	__/__/__	
			__/__/__	



Registo Mensal de Manutenção Autónoma

Código: MT20

Nome: Máquina de extração de ânus

Intervenção	Observações	Registo		
		Periodicidade	Data	Rubrica
Limpeza		Semanal	__/__/__	
			__/__/__	
			__/__/__	
			__/__/__	
Inspeção e lubrificação		Quinzenal	__/__/__	
			__/__/__	



Registo Mensal de Manutenção Autónoma

Código: MT21

Nome: Serra de fita Jarvis

Intervenção	Observações	Registo		
		Periodicidade	Data	Rubrica
Limpeza		Semanal	__/__/__	
			__/__/__	
			__/__/__	
			__/__/__	
Inspeção e lubrificação		Quinzenal	__/__/__	
			__/__/__	



Registo Semanal de Manutenção Autónoma

Código: TF31 e TF32

Nome: Clipsadoras Polyclip

Intervenção	Observações	Registo		
		Periodicidade	Data	Rubrica
Inspeção e lubrificação		Diária	__/__/__	
			__/__/__	
			__/__/__	
			__/__/__	
			__/__/__	