

Implementação de TPM na produção de rolhas técnicas

Maria Beatriz Veiga de Macedo Magalhães Gonçalves

Dissertação de Mestrado

Orientador na FEUP: Prof. Paulo Osswald



Mestrado Integrado em Engenharia e Gestão Industrial

2017-07-24

Resumo

A presente dissertação, realizada numa unidade industrial produtora de rolhas técnicas foi desenvolvida com o objetivo de reduzir e eliminar as perdas de disponibilidade e desempenho existentes através da implementação da *Total Productive Maintenance* (TPM) com foco nos pilares da melhoria contínua, manutenção autónoma e preventiva. Esta metodologia já estava em desenvolvimento nas outras fábricas do grupo e tinha obtido bons resultados, razão pela qual se iniciou a sua implementação nesta unidade industrial.

Após uma análise da situação inicial e, com base no histórico de avarias, foram escolhidas as secções de atuação: a colagem e retificação. De forma a quantificar as principais falhas e ter um indicador capaz de avaliar os resultados das melhorias introduzidas iniciou-se, como projeto piloto na secção de colagem, a medição da eficiência operacional.

Durante o seguimento do projeto foram elaboradas *checklists* de ajustes e afinações, planos de manutenção autónoma e os respetivos procedimentos operacionais *standard*. De forma a facilitar a sua execução pelos operadores, introduziram-se elementos 5S e de gestão visual.

Relativamente à manutenção preventiva, foram realizados planos para todos os equipamentos da colagem e retificação, foi definida a sua periodicidade e foram descritos os seus procedimentos, com informações acerca da segurança do operador, dos materiais necessários, duração, local de execução e operações fundamentais. Como complemento, foi feita a marcação das máquinas de acordo com os planos descritos de forma a identificar mais rapidamente os locais de execução e as operações necessárias.

O trabalho efetuado simplificou as tarefas dos operadores e técnicos da manutenção e, no futuro, facilitará a integração de novos elementos na produção e na manutenção. O trabalho foi complementado com formação e motivação no sentido de assegurar a sustentabilidade do projeto, pelos operadores, no futuro.

Além do desenvolvimento nas áreas da manutenção autónoma e preventiva, foi feito um estudo mais pormenorizado acerca das maiores falhas. Assim, utilizando ferramentas adequadas, identificaram-se as suas principais causas e definiram-se as ações de melhoria a implementar.

Por fim, pelas melhorias observadas a nível qualitativo, pelo aumento da eficiência operacional da colagem em 7 % e pela diminuição, na retificação, da percentagem de tempo de paragem (perdas de disponibilidade devido a ajustes e perdas de desempenho associadas a microparagens) por linha e turno em 3%, comprovou-se o efeito positivo e a importância que a metodologia TPM possui na produção. Estes incrementos fizeram-se acompanhar de um aumento da independência e da disciplina dos colaboradores.

TPM implementation in the production of technical corks

Abstract

The present dissertation, carried out in a factory that produces technical corks, was developed with the objective of reduce and eliminate the losses of availability and performance through the implementation of Total Productive Maintenance (TPM), focusing on the pillars of continuous improvement, autonomous and preventive maintenance. This methodology was already under development in other factories of the group and it had good results. For that reason, the company started the TPM implementation in this industrial unit.

After an analysis of the initial situation and based on the history of faults, the sections of work were chosen: the gluing and rectification. In order to quantify the main failures and to have an indicator capable of evaluating the results of the improvements introduced, a pilot project in the gluing section began to measure operational efficiency.

During the project adjustments and tuning checklists, autonomous maintenance plans and their standard operating procedures were developed. In order to facilitate its execution by the operators, 5S elements and visual management were introduced.

Regarding preventive maintenance, plans were made for all gluing and rectification equipment, their periodicity was defined and their procedures were described with information about the operator's safety, the necessary materials, duration, place of execution and fundamental operations.

The work developed simplified the tasks of operators and maintenances technicians and, in the future, it will facilitate the integration of new workers into the production and maintenance. The project was complemented with training and motivation to ensure its sustainability by operators in the future.

In addition to the development in the autonomous and preventive maintenance areas, a more detailed study related with the biggest failures was made. Thus, using appropriate tools, the main causes were identified and the improvement actions were defined.

Lastly, due to the qualitative improvements observed, the increase in operational efficiency (7%) of the gluing and the decrease in 3% on the percentage of downtime in the rectification (loss of availability due to adjustments and performance losses associated with short stoppages) per line and shift, the positive effect and the importance of the TPM methodology were confirmed. The independence and discipline of the employees also increased.

Agradecimentos

Gostaria de agradecer à Cork Supply Portugal, com especial atenção para a unidade fabril 4, pela disponibilidade em acolher estagiários para a realização da sua dissertação de mestrado.

Aos técnicos da manutenção, principalmente ao Carlos Soares, e aos operadores das secções de colagem e retificação, especialmente ao Alexandre Monteiro, por toda a disponibilidade, apoio e receptividade ao longo de todo o projeto.

Ao professor Paulo Osswald, pela disponibilidade, apoio e orientação fornecidos ao longo do projeto.

À Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, pela qualidade de ensino, que continua a formar profissionais de excelência.

Ao José Ribeiro, estagiário na CSP 4, por todo o companheirismo.

A toda a minha família, principalmente aos meus pais e irmãos, que me apoiaram em todo o meu percurso académico.

Aos meus amigos que me transmitiram constantemente o seu apoio e me deram força para encarar os dias de trabalho com motivação.

Índice de Conteúdos

1	Introdução	1
1.1	Cork Supply.....	1
1.1.1	Cork Supply Portugal	1
1.1.2	Cork Supply Portugal 4.....	2
1.2	Objetivos do projeto	2
1.3	Método seguido no projeto.....	3
1.4	Estrutura da dissertação	3
2	Enquadramento teórico: <i>Total Productive Maintenance</i> (TPM).....	4
2.1	Manutenção	4
2.2	Perspetiva histórica do TPM	4
2.3	Definição e objetivos do TPM.....	5
2.4	Pilares do TPM e 5S	6
2.5	Abordagem do Pilar da Melhoria Contínua no TPM.....	9
2.6	Abordagem do Pilar da Manutenção Autónoma no TPM	9
2.7	Doze etapas para introdução do TPM.....	10
2.8	OEE: Overall Equipment Effectiveness.....	11
2.9	Análise de causas	12
2.9.1	5 Porquês	12
2.9.2	Diagrama de Espinha de Peixe	12
2.9.3	Diagrama de Pareto.....	13
2.10	Gestão visual	13
3	Descrição da situação atual	14
3.1	Processo produtivo da CSP 4	14
3.2	A Manutenção na CSP 4.....	16
3.2.1	Departamento de Manutenção	16
3.2.2	5S – A base do TPM.....	17
3.2.3	Enquadramento do pilar da melhoria contínua	18
3.2.4	Enquadramento do pilar da manutenção autónoma	18
3.2.5	Enquadramento do pilar da manutenção preventiva	18
3.3	Áreas propostas	18
3.3.1	Colagem	19
3.3.1.1	Disponibilidade e Desempenho	20
3.3.2	Retificação	22
3.3.2.1	Disponibilidade e Desempenho	23
4	Trabalho desenvolvido e principais resultados	25
4.1	Introdução do cálculo do OEE.....	25
4.2	Análise de causas	27
4.2.1	Desempenho da colagem	27
4.2.2	Desempenho da retificação	28
4.2.3	Disponibilidade da colagem e retificação:.....	28
4.3	Soluções implementadas	33
4.4	Manutenção Autónoma	37
4.5	Manutenção Preventiva.....	40
4.6	Melhorias 5S.....	42
5	Principais resultados	44
6	Conclusões e perspetivas de trabalho futuro.....	48
	Referências	50
	Anexo A: Tipos de rolhas técnicas	52
	Anexo B: Histórico de avarias da CSP 4 (minutos de paragem)	54

Anexo C: Avarias primeiro trimestre 2017 (colagem e retificação).....	55
Anexo D: Modelo utilizado para documentação de tempos e produção	56
Anexo E: Evolução diária do OEE, disponibilidade e desempenho durante 15 dias (março e abril de 2017)	57
Anexo F: Avarias janeiro a maio de 2017 (colagem e retificação).....	58
Anexo G: Planos de manutenção autónoma (retificação)	59
Anexo H: POS de manutenção autónoma (colagem e retificação)	60
Anexo I: Plano de limpeza detalhado para a secção da colagem	65
Anexo J: Planos de manutenção preventiva (retificação)	66
Anexo K: POS de manutenção preventiva (colagem e retificação)	67

Siglas

CS - Cork Supply

CSP - Cork Supply Portugal

CSP 1 - Cork Supply Portugal 1 (unidade de produção de rolhas naturais)

CSP 2 - Cork Supply Portugal 2 (unidade de acabamento das rolhas)

CSP 3 - Cork Supply Portugal 3 (unidade de preparação da cortiça)

CSP 4 - Cork Supply Portugal 4 (unidade de produção de rolhas técnicas)

OEE - Overall Equipment Effectiveness (eficiência global dos equipamentos)

POS - Procedimento Operacional *Standard*

TCA - Tricloroanisol, composto que é produzido por diversas espécies de fungos e que é responsável pela presença de odores nas rolhas.

Índice de Figuras

Figura 1-Tipos de manutenção (baseado em Mobley (2002)).....	4
Figura 2- Pilares do TPM baseados no modelo de Nakajima.....	6
Figura 3-Relação entre as 6 grandes perdas e o OEE (baseado em Nakajima(1990))	11
Figura 4 - Cálculo do OEE (<i>Overall Equipment Effectiveness</i>)	12
Figura 5-Diagrama de Espinha de Peixe (adaptado de (Borris 2006)).....	12
Figura 6-Processo produtivo da CSP 4.....	14
Figura 7- Rolhas que possuem discos naturais.....	14
Figura 8-Sujidade na área de trabalho (colagem).....	17
Figura 9-Sujidade na zona de apoio à limpeza	17
Figura 10-Zona de apoio à retificação	17
Figura 11-Algumas das ferramentas utilizadas frequentemente pelo operador	17
Figura 12- Transformação ocorrida nas secções da colagem e retificação	19
Figura 13-Tempo total das avarias baseado nos dados do Anexo B	19
Figura 14-Máquina de colagem de rolhas de vinho	20
Figura 15-Diagrama Pareto colagem com base no Anexo C.....	21
Figura 16-Retificação (ponçadeira (A), topejadeira (B) e chanfradeira (C))	22
Figura 17-Diagrama Pareto retificação (primeiro trimestre 2017) com base no Anexo C.....	23
Figura 18-Folha em Excel para registo e obtenção do OEE.....	26
Figura 19-Evolução diária do OEE, disponibilidade e desempenho durante 15 dias (fevereiro de 2017).....	27
Figura 20-Microparagens nas máquinas de colar de acordo com a sua origem	27
Figura 21-Encravamento das ponçadeiras devido a rolhas descentradas	28
Figura 22-Rolos das moegas que originam encravamentos (na entrada (B) e no tubo (C)).....	28
Figura 23-Análise das causas do descomando da corrente usando (5 Porquês).....	30
Figura 24-Calçadores de plástico inutilizáveis	30
Figura 25-Retrabalho resultante da produção de rolhas sem marcação	31
Figura 26-Diagrama espinha de peixe para a falha na marcação e erro na célula TL80.....	31
Figura 27-Análise da falha no ângulo do chanfro (5 Porquês).....	32
Figura 28- Sensor responsável por escolher a face dos discos (antes)	33
Figura 29-Sensor responsável por escolher a face dos discos (depois)	33
Figura 30-Máquina sem lubrificação automática (antes)	34
Figura 31-Máquina com lubrificação automática (depois).....	34
Figura 32-Sistema de lubrificação automática (ponçadeira)	34
Figura 33-Calçadores defeituosos na entrada para a estufa (antes).....	35
Figura 34-Calçadores novos na entrada para a estufa (depois)	35

Figura 35-Sistema para marcação das rolhas	36
Figura 36-Sistema para controlo da temperatura do marcador	36
Figura 37-Documento para controlo da mudança das lixas das topejadeiras e chanfradeiras .	37
Figura 38-Ferramenta para auxiliar a execução e o controlo da medida do chanfro.....	37
Figura 39- Exemplo de POS de manutenção autónoma (colagem).....	38
Figura 40-Marcação dos manómetros	39
Figura 41-Marcação para controlo do nível de óleo.....	39
Figura 42-Folha de registo da manutenção autónoma.....	40
Figura 43-Exemplo de POS de manutenção preventiva (colagem).....	41
Figura 44-Exemplo de gestão visual realizada na retificação (topejadeira).....	42
Figura 45-Exemplo de gestão visual realizada na colagem.....	42
Figura 46-Zona de apoio às máquinas de colar (antes)	42
Figura 47-Zona de apoio às máquinas de colar (depois)	42
Figura 48-Mesa de apoio às secções da colagem e da retificação após implementação de 5S	43
Figura 49-Marcação do painel das máquinas de colar	43
Figura 50-Variação do tempo gasto em microparagens (encravamentos) nas ponçadeiras da secção da retificação	44
Figura 51-Variação no número de manutenções preventivas a realizar na colagem e retificação	45
Figura 52-Variação futura do tempo total gasto na realização de manutenções preventivas na colagem e retificação	45
Figura 53-Evolução do tempo total (minutos) de retrabalho entre fevereiro e maio de 2017..	46
Figura 54-Variações do OEE e dos respetivos indicadores (fevereiro a junho de 2017).....	47
Figura 55-Variação do tempo perdido na retificação (turno e linha)	47

Índice de Tabelas

Tabela 1 - 12 Etapas de implementação do TPM (Modelo de Nakajima)	10
Tabela 2-Paragens não planeadas (avarias) por máquina na colagem no primeiro trimestre...	21
Tabela 3- Paragens não planeadas (avarias) por tipo de máquina na retificação no primeiro trimestre	23
Tabela 4 - Valores mensais do OEE, subindicadores e produção média diária entre fevereiro e abril de 2017	26
Tabela 5-Principais avarias da colagem e retificação, número de ocorrências e suas consequências.	29
Tabela 6- Simbologia utilizada na documentação da manutenção.....	37
Tabela 7-Plano de manutenção autónoma na secção da colagem	38
Tabela 8- <i>Checklist</i> de afinações e verificações a realizar no início do turno.....	39
Tabela 9-Planos de manutenção preventiva na secção da colagem.....	41

1 Introdução

A presente dissertação foi desenvolvida nas instalações da Cork Supply Portugal 4 (CSP 4), uma unidade de produção de rolhas técnicas, isto é, rolhas fabricadas à base de granulado de cortiça devidamente tratado e aglutinantes, tais como cola, resina e latex. Estas rolhas são usadas como alternativa às rolhas naturais por serem mais económicas e simultaneamente terem elevados padrões de qualidade, fiabilidade e sustentabilidade.

O projeto surge da necessidade de implementar na unidade industrial 4 a metodologia TPM (*Total Productive Maintenance*) que já se encontra em desenvolvimento nas restantes fábricas do grupo. Assim, será possível eliminar as maiores perdas e desperdícios e aumentar a eficiência operacional, o que se revela fulcral para o aumento da competitividade ao nível de custos, qualidade e prazos de entrega.

O trabalho incidiu nas secções de colagem e retificação, com cinco e sete linhas de produção, respetivamente. Apesar do elevado número de referências produzidas, foram consideradas as duas gamas mais relevantes: rolhas para garrafas de vinho e para garrafas de champanhe. No Anexo A é possível observar os principais produtos da CSP 4 sendo que estes depois se dividem num maior número de referências de acordo com as suas especificações.

1.1 Cork Supply

A Cork Supply (CS) foi fundada em 1981 por Jochen Michalski na região vinícola do Norte da Califórnia. Durante as três décadas que se seguiram a empresa aumentou o número de colaboradores e a sua atividade, espalhando-se por todo o mundo. Atualmente está presente na Europa (Portugal, Espanha, França, Irlanda e Itália), América do Norte (Canadá e Estados Unidos), América do Sul (Argentina), Austrália, África do Sul e China.

A CS é um dos maiores fabricantes de rolhas naturais para a indústria vinícola a nível global e é o maior fornecedor de rolhas naturais da América do Norte. A empresa foca-se na satisfação dos seus clientes e no constante investimento em instalações, equipamentos e investigação. Além disso, a sua filosofia e os seus procedimentos de trabalho promovem igualdade social e a implementação de práticas sustentáveis.

Por fim, a CS assume um espírito inovador que ultrapassa o domínio das rolhas, focando-se permanentemente na melhoria contínua de tudo o que faz. A sua atividade é baseada em quatro princípios (segurança, qualidade, prazos de entrega e custos) que servem de base a todas as decisões.

1.1.1 Cork Supply Portugal

A Cork Supply Portugal (CSP), sediada no norte de Portugal e fundada em 1995, controla a globalidade das operações que decorrem no território português. Atualmente conta com o trabalho de 150 trabalhadores distribuídos por quatro instalações fabris, uma no Sul (Montijo-CSP 3) e três no Norte (São Paio de Oleiros-CSP 1, Rio Meão-CSP 2 e São João de Ver-CSP 4).

No sul, a CSP 3, expandida e reconstruída em 2008, é responsável pela preparação da cortiça. Esta é posteriormente transportada até à CSP 1, local onde ocorre a produção de rolhas naturais. Esta unidade fabril com instalações construídas em 2007 é também a sede da CSP. A CSP 4, com instalações a funcionar desde abril de 2016, é responsável pelo fabrico de rolhas técnicas que utilizam os desperdícios da CSP 1 como matéria-prima. Por fim, as rolhas da CSP 1 e da CSP 4 podem ser enviadas diretamente para os clientes ou podem ser transferidas para a CSP 2 onde cada encomenda é personalizada. Nessa unidade fabril, as rolhas são

marcadas a tinta, fogo ou laser de acordo com os requisitos dos clientes. Além disso, são tratadas para um desempenho perfeito na garrafa e expedidas em sacos esterilizados com SO₂ (dióxido de enxofre).

1.1.2 Cork Supply Portugal 4

A CSP 4 é a mais recente unidade fabril da CSP, responsável pela produção de rolhas técnicas para vinho e champanhe e encontra-se a laborar desde abril de 2016, ano em que vendeu 60 milhões de rolhas, o que se traduziu num volume de negócios de 50 milhões de euros. Para 2017 espera-se um volume de negócios de, aproximadamente, 125 milhões de euros, correspondente à venda de 150 milhões de unidades. Atualmente a CSP 4 conta com 36 trabalhadores e fornece apenas as empresas do grupo que estão presentes dentro e fora do território europeu. Cerca de 20% da produção é enviada para a CSP 2, responsável pela marcação das rolhas e pela realização de tratamentos de acordo com as especificações dos seus clientes, empresas da CS presentes na Europa. A restante produção (80%) abastece as empresas da CS presentes nos Estados Unidos, Argentina, China e Austrália e, nestes casos, a marcação das rolhas e os tratamentos específicos são feitos nestes locais.

Anteriormente as rolhas técnicas eram compradas no mercado e revendidas pela CSP. O início da atividade da CSP 4 resultou de uma decisão estratégica por parte da administração, com o objetivo de expandir o negócio das rolhas técnicas, aproveitando os desperdícios do processo produtivo da CSP 1. Estes são parte da matéria-prima utilizada na produção de rolhas técnicas e caracterizam-se por baixos níveis de tricloroanisol (TCA), um composto que provoca odores na rolha.

A unidade fabril onde hoje funciona a CSP4, bem como parte dos equipamentos, pertenciam a uma empresa do ramo corticeiro que entrou em insolvência e durante dois anos estiveram ao abandono, até serem comprados pela CSP. Em setembro de 2015 iniciou-se a transformação da fábrica com recuperação das instalações e acondicionamento dos equipamentos. Por esta razão, a maioria das máquinas possui uma idade superior a 20 anos.

1.2 Objetivos do projeto

O objetivo da presente dissertação incide na implementação de princípios TPM numa unidade industrial produtora de rolhas técnicas, nomeadamente nas secções de colagem e retificação, uma vez que as restantes empresas do grupo já têm esta filosofia em desenvolvimento. Pretende-se que a eficiência operacional das áreas de atuação aumente através de melhorias na disponibilidade e no desempenho e que os operadores assumam maiores responsabilidades sobre o seu local de trabalho e equipamentos de forma a diminuir o seu tempo de atuação aquando de falhas, nas operações de limpeza, ajustes, entre outros. No longo prazo, ambiciona-se que as introduções feitas nas secções em estudo sejam implementadas nas restantes secções da CSP 4.

Assim, o primeiro objetivo é a introdução do cálculo da eficiência operacional e a sua análise. Com base nesses dados e no histórico de avarias é expectável uma avaliação dos principais problemas e perdas, estudo das suas causas e implementação de soluções de melhoria que visem à sua eliminação ou minimização.

Além disso, é evidente a necessidade da aplicação de ferramentas 5S, gestão visual e formação dos colaboradores. Os 5S estão na base do TPM e são uma ferramenta de estabilização dos processos para que se possam introduzir melhorias. Assim, pretende-se que a sua aplicação se mantenha ao longo de todo o projeto de forma a dar continuidade e a melhorar os resultados alcançados ao longo do período da dissertação.

Por fim, espera-se que seja focada a manutenção autónoma e preventiva, pilares que suportam o TPM. Com o trabalho desenvolvido nestas áreas, objetiva-se a criação de planos de manutenção autónoma e preventiva, os respetivos procedimentos *standard* e que os colaboradores executem as suas tarefas na periodicidade indicada, assegurando o correto funcionamento dos equipamentos.

1.3 Método seguido no projeto

Inicialmente, estudou-se o tema global da dissertação e foi feito o enquadramento teórico que serviu como referência à metodologia e às ferramentas utilizadas e permitiu melhorar o conhecimento sobre o assunto abordado. Posteriormente, foi realizado o levantamento da situação inicial através de uma familiarização com o ambiente fabril, o que possibilitou uma maior compreensão da organização e do seu funcionamento, com especial foco na equipa da manutenção. Além disso, através da recolha de informações e análise do histórico de avarias, foi possível definir as áreas de atuação e os pontos críticos. Após uma análise dos processos, aplicação de ferramentas apropriadas e observação foi possível estudar a origem das perdas e criar propostas de melhoria.

Em paralelo, iniciou-se o cálculo da eficiência operacional e focaram-se os pilares da melhoria contínua, manutenção autónoma e preventiva, através da introdução de ações de melhoria, elaboração de planos e procedimentos para os mesmos. Além disso, desenvolveu-se trabalho no âmbito da gestão visual, 5S e formação dos colaboradores. Estes puderam contribuir com bastante informação devido ao seu elevado conhecimento acerca da indústria corticeira, da empresa e dos equipamentos com os quais trabalham. Assim, o trabalho desenvolvido foi orientado para a realidade e para a necessidade das secções de atuação e da empresa em questão.

1.4 Estrutura da dissertação

A presente dissertação está dividida em seis capítulos e possui anexos que complementam a informação contida ao longo do texto.

No capítulo dois, é feita uma abordagem teórica do TPM, com descrição dos seus objetivos, pilares, metodologia e ferramentas frequentemente utilizadas, centrando-se nos pilares de melhoria contínua, manutenção autónoma e preventiva.

No capítulo três apresenta-se a situação inicial da empresa, onde se descreve o processo produtivo da CSP 4 e o estado original da manutenção nesta unidade industrial. Além disso, toma-se conhecimento das áreas de atuação através da descrição dos seus processos e respetiva disponibilidade e desempenho.

O quarto capítulo apresenta o trabalho desenvolvido descrevendo, de forma detalhada, as análises feitas, as soluções implementadas e o que foi realizado nas áreas da manutenção autónoma e preventiva. A utilização de ferramentas apresentadas no capítulo dois foi essencial na procura de soluções para os problemas encontrados.

No capítulo cinco são descritos os principais resultados obtidos qualitativa e quantitativamente.

Por fim, o capítulo seis reúne as principais conclusões retiradas ao longo da dissertação e expõe as perspetivas para os trabalhos futuros.

2 Enquadramento teórico: *Total Productive Maintenance* (TPM)

2.1 Manutenção

A manutenção diz respeito ao conjunto de ações (técnicas, administrativas e de gestão) que, durante o ciclo de vida de um bem, têm como objetivo evitar a perda da sua função ou a diminuição do seu rendimento, tentando mante-lo e repô-lo num estado em que este possa desempenhar as suas funções (ISQ 2007).

As diferentes atividades de manutenção podem ser vistas na Figura 1 e são descritas posteriormente.

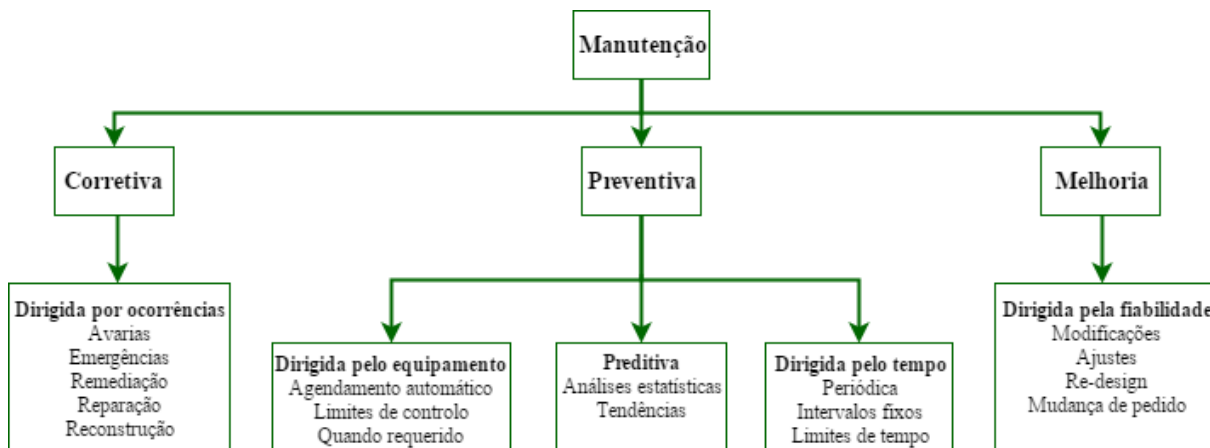


Figura 1-Tipos de manutenção (baseado em Mobley (2002))

- **Manutenção Corretiva:** Manutenção realizada após ocorrência de avarias ou mau funcionamento do equipamento. As intervenções não são planeadas uma vez que as falhas ocorrem sem aviso prévio. Este tipo de manutenção devia ocorrer apenas quando não é possível prever ou prevenir avarias no entanto, pode ocorrer devido a um fraco plano de manutenção (Cabral 2006).
- **Manutenção Preventiva:** Manutenção, baseada na previsão, realizada com o objetivo de diminuir ou evitar a ocorrência de avarias. Torna possível minimizar os fatores que contribuem para a ocorrência de falhas e reduzir as consequências. (Cabral 2006). Pode ser dirigida pelo equipamento, no caso de agendamentos automáticos, aquando de limites de controlo ou quando requerido, preditiva, utilizando análises estatísticas e tendências ou dirigida pelo tempo se as manutenções forem periódicas, com intervalos fixos ou limites temporais.
- **Manutenção de Melhoria:** Ações que visam a modificação das características dos equipamentos, de forma a melhorar as suas funcionalidades e desempenho e adaptando-as para situações específicas (Cabral 2006).

2.2 Perspetiva histórica do TPM

O TPM, *Total Productive Maintenance* (Manutenção Produtiva Total), foi desenvolvido pelos Japoneses, após a Segunda Guerra Mundial, para apoiar a produção *Just-in-time* (produção do que é necessário no momento em que o é). No entanto, as primeiras origens remontam ao conceito de Manutenção Produtiva que foi desenvolvido nos Estados Unidos no final de 1940 e início de 1950 e que se caracterizava pela realização de manutenções preventivas de forma a aumentar o tempo de vida dos equipamentos. Posteriormente desenvolveu-se o conceito de

manutenção com introdução de melhorias que tinha como objetivo a construção de equipamentos com maior fiabilidade (probabilidade de bom funcionamento) e onde a manutenção fosse fácil e simples de realizar. O conceito evoluiu para a prevenção da manutenção focada na “quebra zero”, na qual não era necessário realizar manutenção uma vez que as máquinas seriam desenhadas de forma a terem um desempenho perfeito.

A junção destes três tipos de manutenção (prevenção da manutenção, manutenção com introdução de melhorias e manutenção preventiva) deu origem ao conceito de Manutenção Produtiva que posteriormente originou o TPM, que é a manutenção produtiva com o envolvimento de todos. Nakajima, vice-presidente do JIPM (*Japan Institute of Plant Maintenance*), contribuiu para a criação e difusão deste novo conceito que é bastante conhecido e utilizado nos dias de hoje.

2.3 Definição e objetivos do TPM

O TPM é uma ferramenta baseada no trabalho em equipa, fornecendo métodos para a melhoria da eficácia global dos equipamentos (OEE - *Overall Equipment Effectiveness*) através do envolvimento de todos os colaboradores, não fazendo apenas uso da tecnologia (Willmott 1994). Assim, permite uma melhoria rápida e contínua do processo produtivo usando o envolvimento dos trabalhadores e as suas capacidades. Desta forma, e através de uma abordagem sistemática e normalizada, visa-se a participação e integração de todos os departamentos da empresa, com especial foco para a harmonia entre as operações de produção e manutenção, de forma a alcançar “zero avarias”, “zero defeitos” e “zero acidentes” (Nakajima 1988).

O TPM tem como objetivo a eficácia de toda a estrutura da empresa através da melhoria dos colaboradores e equipamentos sendo necessário criar, preparar e desenvolver as pessoas e a organização de forma a torna-las aptas para a automação. De forma a obter incrementos na eficácia global dos equipamentos é necessário que sejam identificadas e eliminadas todas as perdas do processo (homem, máquina e material), divididas em 16 categorias (Kaizen Institute 2014):

Perdas de eficiência de mão-de-obra:

1. **Perdas por falhas de gestão:** Falhas originadas por esperas por instruções ou materiais;
2. **Falhas operacionais:** Este grupo ocorre quando existem perdas de tempo associadas ao não cumprimento dos planos de trabalho estabelecidos, quando os equipamentos estão desligados ou têm baixo desempenho e quando existe reduzida habilidade e motivação dos trabalhadores.
3. **Desorganização:** A utilização de locais errados para arrumar ferramentas e a falta de automatização são responsáveis por perdas de tempo significativas.
4. **Logística:** Estas perdas relacionam-se com os *layouts* ineficientes que tornam os processos mais demorados e que obrigam os trabalhadores a movimentar-se durante mais tempo.
5. **Medição e ajustes excessivos:** Ajustes exagerados nas ferramentas e medições desnecessárias.

Perdas de eficiência no consumo de recursos:

6. **Perdas de energia:** Devem-se à existência de equipamentos ligados desnecessariamente ou devido, por exemplo, à utilização de potências inadequadas e sobrecarga.

7. **Perdas com consumíveis:** A sua errada utilização danifica-os e provoca perdas. Outro ponto é a produção de materiais com fraca qualidade que se estragam rapidamente.
8. **Rendimento dos materiais:** Necessidade de substituir materiais precocemente e perdas de utilidade devido a utilização incorreta. Alguns exemplos são o sobrepeso e o desgaste.

Perdas de eficiência dos equipamentos:

9. **Máquina desligada ou parada:** Perdas que se devem a paragens planeadas ou à necessidade de executar manutenção.
10. **Avárias:** Paragem dos equipamentos devido a falhas.
11. **Perdas devido a setups e ajustes:** Ocorrem quando há troca de produtos, levando a mudanças na configuração das máquinas.
12. **Substituição de componentes:** Perdas devido à substituição de ferramentas ou componentes que apresentam desgaste ou mau funcionamento.
13. **Perdas no arranque:** Devem-se a condições que atrasam o início da produção (por exemplo, o aquecimento de fornos) e que podem ser eliminadas através do investimento em tecnologia ou alterando o processo.
14. **Microparagens:** Pequenas falhas nos equipamentos cujas condições ótimas são restabelecidas com brevidade.
15. **Perdas de velocidade:** Ocorrem quando o equipamento opera a uma velocidade inferior à sua original.
16. **Perdas por defeito ou retrabalho:** Relacionam-se com a qualidade e incluem três tipos de perdas: redução das vendas devido a perdas de qualidade, tempo gasto no retrabalho e perdas de material devido a produtos defeituosos.

2.4 Pilares do TPM e 5S

De forma a reduzir ou eliminar as perdas enunciadas na secção anterior, é importante que as atitudes das pessoas mudem através de motivação, treino, e criando um ambiente de conduza à implementação eficaz dos pilares de sustentação do TPM (Ramayah, Jantan e Hassan 2002). Apesar dos diferentes modelos apresentados na literatura, o modelo com maior aceitação é o de 8 pilares desenvolvido por Nakajima (Sharma, Shudhanshu e Bhardwaj 2012). Este é apresentado na Figura 2.

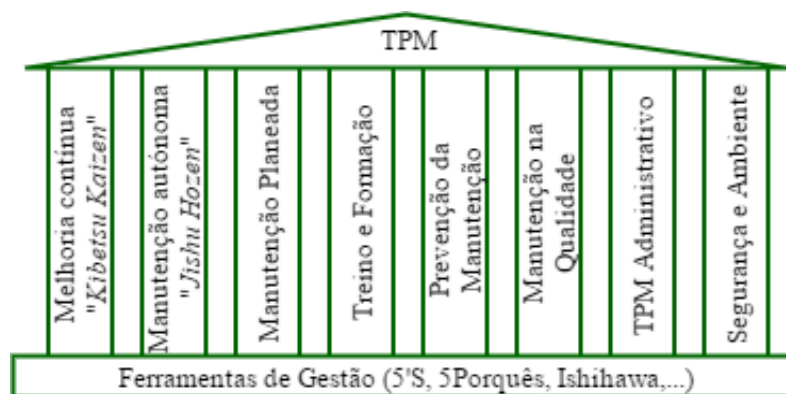


Figura 2- Pilares do TPM baseados no modelo de Nakajima

5S – A base do TPM

Através da análise da figura anterior e segundo Willmott e McCarthy (2001), a aplicação dos 5S é o principal passo para implementação do TPM. Em japonês, e como são conhecidos internacionalmente, os 5S representam *Seiri*, *Seiton*, *Seiso*, *Seiketsu* e *Shitsuke* e são cinco ações sequenciais que permitem criar e manter um espaço de trabalho seguro, limpo e agradável, aumentando a motivação dos operadores. Além disso, pretende eliminar todo o tipo de desperdícios, facilitar a deteção e resolução de problemas, através da minimização do tempo de procura de ferramentas, simplificar o trabalho dos operadores e libertar espaço de trabalho (Imai 2012). O processo pode ser definido como:

- **Seiri (Classificar):** Remoção, no chão de fábrica (também designado por “*gemba*” em japonês), de tudo (ferramentas, peças e outros materiais) o que não é necessário para a produção ou para a restabelecer, na ocorrência de uma paragem (Borris 2006).
- **Seiton (Organizar):** A primeira e a segunda etapa (*Seiri* e *Seiton*) ocorrem, normalmente, em paralelo. Utilizando sinais apropriados, marcas nas prateleiras e no chão, é possível tornar o operador mais eficiente uma vez que os itens são colocados no *gemba* de acordo com a sua utilização, minimizando o seu tempo de procura. O controlo visual permite que tudo tenha um lugar definido e que se mantenha a ordem após a utilização dos materiais (Borris 2006).
- **Seiso (Limpeza):** Este passo inclui a limpeza contínua das máquinas, ferramentas, espaço de trabalho e áreas envolventes de forma a criar um ambiente no qual os operadores se sentem orgulhosos de trabalhar e onde se torna mais fácil detetar problemas atuais e potenciais. Esta etapa inclui, também, a identificação e prevenção das fontes de contaminação e sujidade. A limpeza tem de estar integrada nas funções diárias de manutenção para manter, o mais possível, as condições ideais de funcionamento (Pomorski 2004).
- **Seiketsu (Standardizar):** Esta etapa diz respeito à criação de métodos e práticas para a execução das atividades de manutenção garantindo que estas são feitas regularmente (consoante a sua periodicidade) e de forma semelhante por todos os trabalhadores.
- **Shitsuke (Sustentar):** Os 5S devem-se manter como rotinas e todos os trabalhadores devem estar comprometidos e autodisciplinados para seguir, continuamente, as etapas anteriores. Estas devem ser regularmente auditadas para garantir que o mesmo *standard* é mantido. (Lixia e Bo 2008).

Esta metodologia é bastante simples no entanto, com resultados poderosos. A disciplina proposta pelos 5S deve ser estendida para a segurança, fazendo com que os trabalhadores conheçam as regras, utilizem as proteções necessárias e consigam avaliar e prevenir riscos (Borris 2006).

Por fim, o contínuo uso dos 5S torna-o praticamente automático e o trabalho fica cada vez mais fácil e agradável. O ambiente torna-se mais limpo, seguro, organizado e com menos confusão e *stress*, aumentando a motivação dos trabalhadores.

Pilares do TPM

- **Melhoria contínua:** O objetivo final deste pilar é “zero perdas”, conseguindo-se através da eliminação de falhas e defeitos (Nakajima 1988). Assim, o “*Kaizen*” envolve a realização de pequenas melhorias, continuamente, e envolvendo as pessoas de todos os níveis de organização. Na verdade, um número elevado de pequenas melhorias é mais eficaz para uma organização do que algumas ações corretivas de grande valor (Singh et al. 2013).

- **Manutenção autônoma:** Treinar os operadores e dar-lhes a responsabilidade de realizarem tarefas básicas de manutenção, aumenta as suas competências habilidades, torna-os mais responsáveis pelo funcionamento correto da máquina e liberta os técnicos da manutenção para realizarem tarefas mais complexas. Adotando procedimentos de limpeza e inspeção, os trabalhadores devem manter as condições básicas de manutenção dos seus equipamentos, reconhecendo situações anormais e identificando problemas que possam aparecer (Borris 2006). A criação de uma base sólida de 5S, descrita anteriormente, permite uma implementação eficaz deste pilar.
- **Manutenção planeada:** Este pilar consiste na estruturação e no planeamento das intervenções de manutenção, conseguindo-se reduzir o número de paragens não programadas e, assim, aumentar a disponibilidade dos equipamentos. Isto é conseguido através de uma recolha consistente de dados e de uma análise correta dos mesmos. É essencial perceber as causas dos problemas dos equipamentos de forma a identificar e implementar as melhores soluções.
- **Treino e formação:** Segundo Suzuki (1994), este pilar assegura o sucesso dos restantes. Assim, é essencial aquando da implementação de TPM uma vez que a sua eficácia depende do grau com que os trabalhadores compreendem a sua metodologia e possuem os conhecimentos necessários sobre produção, manutenção e segurança, tornando-os capazes de intervir corretamente nos equipamentos.
- **Prevenção da Manutenção:** Segundo Borris (2006), através da aposta em novas soluções tecnológicas, como por exemplo na conceção de novas máquinas, é possível que a produção se torne mais simples, rápida e económica, que a manutenção seja mais fácil e com menos custos e que os equipamentos apresentem ciclos de vida mais longos. Além disso, através dos ensinamentos retirados da manutenção de melhorias, é possível reduzir as necessidades de manutenção e o número de falhas.
- **Manutenção na Qualidade:** Este pilar relaciona-se com a manutenção das condições que permitem aos equipamentos garantir as especificações do produto. Através da identificação dos parâmetros que influenciam a qualidade dos produtos, é possível eliminar pequenos defeitos ao longo do processo e garantir a conformidade desejada. A garantia dos padrões pretendidos ocorre devido a uma medição contínua dos diversos parâmetros, comparação com os valores ideais e aplicação de ações, caso se verifica essa necessidade (Singh et al. 2013). Para a implementação deste pilar é necessário eliminar as causas da deterioração acelerada dos equipamentos, eliminar os problemas decorrentes do processo produtivo e desenvolver trabalhadores qualificados e competentes (Shirose 1996).
- **TPM administrativo:** Este pilar tem como foco a melhoria da eficiência e produtividade na área administrativa, de suporte e de logística da organização, uma vez que o TPM foca o envolvimento transversal de todos os colaboradores da empresa. Assim, através da sua motivação e envolvimento, é possível ter uma adesão aos conceitos de melhoria contínua e reavaliar os processos com o objetivo de diminuir os desperdícios e organizar os procedimentos (Sharma, Shudhanshu e Bhardwaj 2012).
- **Segurança e ambiente:** Este pilar é crucial uma vez que se idealizam “zero acidentes”. O objetivo é a criação de um ambiente seguro, sem riscos e fontes de contaminação ambiental, conseguindo-se através de treino e formação que foram referidos anteriormente.

Seguindo os pilares apresentados é possível, segundo Nakajima, duplicar a produtividade e eliminar as perdas crônicas (perdas que ocorrem frequentemente e com causas diversificadas e de difícil detecção), criar uma fábrica limpa e agradável e reforçar as pessoas, as instalações e, conseqüentemente, toda a organização. Apesar do método apresentado, a implementação do TPM varia de empresa para empresa consoante a organização fabril e todos os colaboradores. No entanto, em todos os casos devem estar presentes três ciclos: medição do OEE, condições (presentes e requisitos futuros para cuidar dos equipamentos e instalações) e prevenção de problemas (Willmott e McCarthy 2001).

2.5 Abordagem do Pilar da Melhoria Contínua no TPM

A identificação de razões para as causas e efeitos das seis grandes perdas (que serão apresentadas na secção 2.8) e a sua redução ou eliminação, promovem melhorias de curto e longo prazo na capacidade, disponibilidade e nos tempos de produção (Willmott e McCarthy 2001). O objetivo deste pilar é que o equipamento trabalhe diariamente como trabalharia no seu melhor dia. Segundo Leflar (2001), quanto mais se trabalha com determinada peça do equipamento, mais se aprende sobre ela e este conhecimento permite melhorar os planos de manutenção e aumentar a produtividade das máquinas.

Este pilar inclui três atividades básicas de melhoria. Inicialmente, o equipamento tem de ser restaurado para a sua condição ótima (limpeza, lubrificação e ajustes). De seguida deve ser feita a determinação das razões das perdas de produtividade e, no final, estas devem ser eliminadas. Durante esta última fase, os operadores e os técnicos devem adquirir conhecimentos que os tornam capazes de manter ou melhorar, no futuro, as condições de funcionamento dos equipamentos.

Expondo as falhas inconscientes (como por exemplo, contaminações e defeitos visíveis mas não reconhecidos), realizando manutenção nos equipamentos antes que ocorram avarias e resolvendo pequenos defeitos corretamente é possível restaurar, eficazmente, os equipamentos (Tajiri e Gotoh 1992).

Por fim, um elevado número de ferramentas (como por exemplo, gráficos Pareto, análise dos 5 Porquês e diagramas de espinha de peixe) são normalmente utilizadas para analisar as causas das perdas de eficiência. Embora as empresas possam variar nas ferramentas que utilizam, todas devem concretizar as seguintes etapas: planejar, implementar e controlar os resultados.

2.6 Abordagem do Pilar da Manutenção Autónoma no TPM

O conceito que guia a manutenção autónoma é a criação de operadores especializados nos equipamentos com o intuito de os proteger como se fossem seus. Analisando a realização de atividades autónomas pelos operadores (por exemplo, as tarefas diárias de inspeção e limpeza do seu equipamento), chegou-se à conclusão de que as pessoas são o recurso mais importante na obtenção de melhoria contínua (Pomorski 2004). Assim, o envolvimento de cada trabalhador é essencial para manter o equipamento em condições apropriadas e conduzir a produção corretamente. Além disso, é o pilar base para a implementação do TPM uma vez que se a manutenção autónoma é insuficiente, os resultados do TPM não serão os esperados (Komatsu 1999).

Este pilar possui uma metodologia de implementação que assenta nas seguintes etapas:

- Realizar uma limpeza inicial para repor as condições iniciais dos equipamentos;

- Eliminar fontes de contaminação e locais de difícil acesso descobertos na etapa anterior;
- Elaborar *standards* de limpeza, inspeção e lubrificação de acordo com os conhecimentos adquiridos nas etapas anteriores;
- Realizar uma inspeção geral aos equipamentos, que tem como objetivo demonstrar que os trabalhadores já sabem detetar e resolver anomalias;
- Efetuar inspeção autónoma, ou seja, os operadores são capazes de realizar tarefas de manutenção sozinhos;
- *Standardização* para controlar as atividades de manutenção autónoma;
- Gestão autónoma devido à máxima autonomia e conhecimento dos equipamentos pelos operadores.

Por fim, a implementação desta fase é feita com o auxílio de diversas ferramentas, como por exemplo, através da utilização de controlos visuais (códigos de cor, códigos de imagens), e de Procedimentos Operacionais *Standard* (POS) (descrição detalhada das operações necessárias para se realizar determinada tarefa). No entanto, a introdução e desenvolvimento desta e de todas as outras fases é apenas conseguido se a implementação do TPM for uma prioridade nos planos da direção pois serão eles que o irão impulsionar. Assim, considera-se como ponto essencial o reconhecimento, por parte dos gestores de topo e intermédios, da necessidade de implementação do TPM e do valor futuro das suas atividades (Takahashi e Osada 1990).

2.7 Doze etapas para introdução do TPM

O conceito central do TPM é que a sua implementação siga uma metodologia definida, estruturada e possível de ser repetida. Apesar das diferentes versões presentes na literatura, a maioria é uma adaptação do modelo clássico de dozes fases, desenvolvido por Nakajima:

Tabela 1 - 12 Etapas de implementação do TPM (Modelo de Nakajima)

Preparação	1. Alta direção anuncia, formalmente, a decisão de introdução do TPM.
	2. O TPM é introduzido e divulgado.
	3. Criação de uma organização para promover o TPM.
	4. Estabelecer as diretrizes base e os objetivos.
	5. Elaborar um plano de implementação.
Introdução	6. Lançamento do projeto de TPM
Implementação	7. Estabelecer um sistema para melhorar a eficiência da produção: Melhoria contínua; Manutenção Autónoma; Manutenção Planeada; Educação e treino.
	8. Estabelecer atividades de manutenção preventiva.
	9. Criar sistemas para manutenção da qualidade.
	10. Criar sistemas para eliminar as perdas de eficiência nas funções administrativas e logísticas.
Consolidação	11. Criar sistemas para gerir a saúde, segurança e ambiente.
	12. Sustentar a implementação do TPM e continuar a melhorar o processo.

2.8 OEE: Overall Equipment Effectiveness

Esta métrica, apresentada na Figura 3, é utilizada no TPM para medir a eficácia ou produtividade dos equipamentos e, segundo Robinson and Ginder (1995), é a medida mais eficaz para promover melhorias no *gemba* pois permite avaliar o impacto das ações implementadas para a redução ou eliminação das grandes perdas. Estas foram agrupadas por Nakajima segundo seis grandes grupos de desperdício:

- **Falhas do equipamento:** Paragens dos equipamentos decorrentes de falhas naturais, aleatórias ou por negligência.
- **Setups e ajustes:** Ocorre sempre que se efetuam mudanças na linha, como por exemplo, a interrupção para a troca de ferramentas dos equipamentos aquando de mudanças na produção e, adicionalmente, para a realização de afinações, ajustes e testes.
- **Microparagens:** Funcionamento anómalo de componentes do equipamento que provocam paragens por curtos períodos de tempo, sem que muitas vezes seja descoberta a razão ou se registre a sua ocorrência.
- **Queda de velocidade:** Redução que ocorre devido à diferença entre a velocidade definida pelo fabricante e a que é obtida na prática.
- **Defeitos e retrabalho:** Redução do volume de produção devido à existência de produtos não conformes (com resultado insatisfatório) e redução do tempo de operação devido à necessidade de reparação dos itens defeituosos no respetivo equipamento.
- **Perdas no arranque:** Tempo perdido para a entrada em regime de produção, como por exemplo, a presença de ferramentas inadequadas e a instabilidade da operação.



Figura 3-Relação entre as 6 grandes perdas e o OEE (baseado em Nakajima(1990))

As duas primeiras (avarias e *setups* e ajustes) são responsáveis por uma diminuição da disponibilidade das máquinas. Esta diz respeito à eficácia da operação que permite manter o equipamento disponível para a produção. As duas seguintes (microparagens e queda de velocidade), fazem diminuir o desempenho da máquina, isto é, a eficácia da operação que garante a produção durante um período de tempo no qual o equipamento está disponível e é capaz de produzir. Por fim, as duas últimas (defeitos e retrabalho e perdas no arranque) provocam a diminuição da qualidade, que diz respeito à produção de unidades que não estão conformes.

Apesar de serem utilizadas variantes do OEE, a apresentada na figura anterior é a mais consistente na identificação dos três grandes elementos: disponibilidade, desempenho e

qualidade. Por fim, através da conjugação destas três componentes é possível calcular a eficácia global dos equipamentos, como é visível na Figura 4.

$$\text{OEE} = \text{Disponibilidade} \times \text{Desempenho} \times \text{Qualidade}$$

Figura 4 - Cálculo do OEE (*Overall Equipment Effectiveness*)

2.9 Análise de causas

As perdas de produtividade obtidas através do OEE ou de outros indicadores devem ser estudadas para que seja feito um esforço correto de melhoria. Devem ser analisados os seus impactos em termos de frequência e dimensão da perda. Diferentes ferramentas, que seguem a abordagem planejar-implementar-controlar, podem ser aplicadas assim como metodologias para descobrir a raiz dos problemas.

2.9.1 5 Porquês

Esta ferramenta é bastante simples, razão pela qual é frequentemente utilizada pelas equipas para a resolução de problemas. Os “5 Porquês” baseiam-se no método pergunta-resposta, sendo que a equipa, após a sua resposta, é questionada novamente com um “porquê”. Normalmente são cinco “porquês”, quantidade que deriva do número necessário de perguntas para que um problema seja resolvido. Apesar disso, pode ser usado um maior ou menor número de questões mas forçando sempre a equipa a olhar cada vez mais profundamente para o problema inicial (Borris 2006).

2.9.2 Diagrama de Espinha de Peixe

O diagrama de peixe, também conhecido como “diagrama causa-efeito” ou “*Ishikawa Diagram*” e visível na Figura 5, tem como ramo central o problema original ao qual se juntam os ramos maiores que representam as diferentes opções para os primeiros níveis de falha: Homem, Máquina, Método, Medida, Material e Ambiente. Cada ramo é posteriormente alimentado por secundários que correspondem a uma análise mais profunda (Borris 2006). Esta ferramenta é frequentemente utilizada para estruturar uma sessão de *brainstorming* (atividade para captar ideias, visões e possibilidades) pois facilmente são colocadas as ideias nas categorias apresentadas.

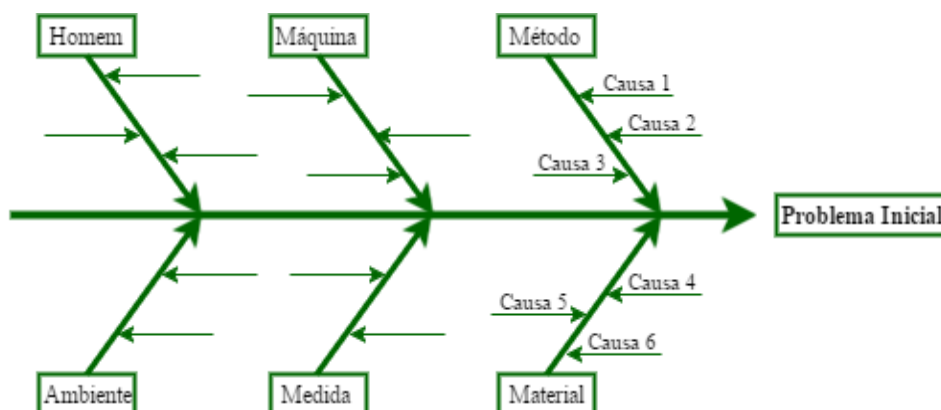


Figura 5-Diagrama de Espinha de Peixe (adaptado de (Borris 2006))

2.9.3 Diagrama de Pareto

Esta ferramenta é utilizada para priorizar os problemas, analisar processos, identificar causas de problemas e monitorizar ações corretivas. O Diagrama de Pareto coloca as diferentes categorias das falhas em percentagem consoante o valor total das perdas, em termos de frequência, duração ou custo. Assim, e seguindo a regra dos 80-20 introduzida em 1906 por Vilfredo Frederico Damaso Pareto (80% dos problemas derivam de 20% das causas), é possível separar os problemas vitais dos triviais, focando a atenção e os esforços a reduzir ou eliminar os primeiros (Almada-Lobo 2016).

2.10 Gestão visual

A gestão visual desempenha um papel fundamental na implementação dos 5S e, consequentemente, no TPM sendo definido como um método que rapidamente assinala desvios nas condições ótimas de funcionamento. Uma vez que apresenta a informação de forma clara e visual, indica rapidamente o que deve ser feito e facilmente controla os movimentos e as localizações dos produtos ou itens necessários. Pode-se apresentar como controlo gráfico (por exemplo, códigos de cor e etiquetas) e visual (Procedimentos Operacionais *Standard*) (Pomorski 2004).

Por fim, explica ao utilizador, de forma clara e objetiva, o que é que este necessita de saber, numa determinada situação e num local específico. Com os sinais presentes no *gemba*, os trabalhadores devem perceber quando e se algo está a correr mal, ou seja, os problemas devem estar visíveis e devem ser fáceis de detetar.

3 Descrição da situação atual

3.1 Processo produtivo da CSP 4

O processo produtivo da CSP 4, representado na Figura 6 inicia-se com a receção do granulado e dos discos de cortiça natural dos respetivos fornecedores. O granulado, que na sua maioria é triturado por uma empresa externa a partir dos desperdícios da CSP 1, é utilizado para o fabrico de rolhas e corpos de rolha, visíveis na Figura 7. Os discos, que entram no processo produtivo aquando da colagem, são colados nas extremidades dos corpos de rolha de algumas gamas de rolhas técnicas para que estas fiquem com propriedades naturais nas extremidades, evitando-se o contacto direto entre a bebida e alguns elementos não naturais, tais como cola e resina.

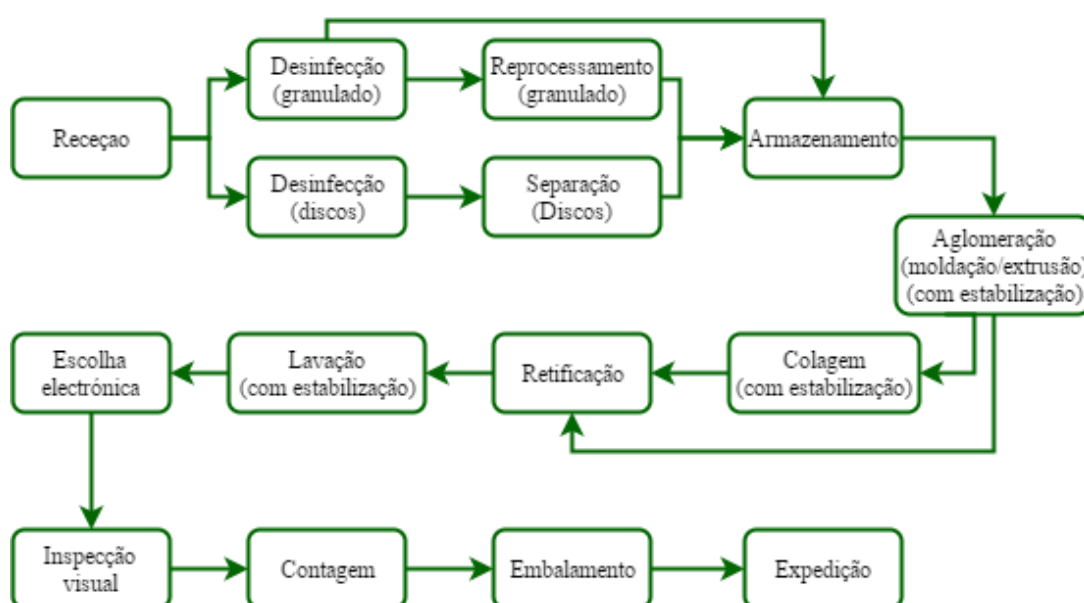


Figura 6-Processo produtivo da CSP 4

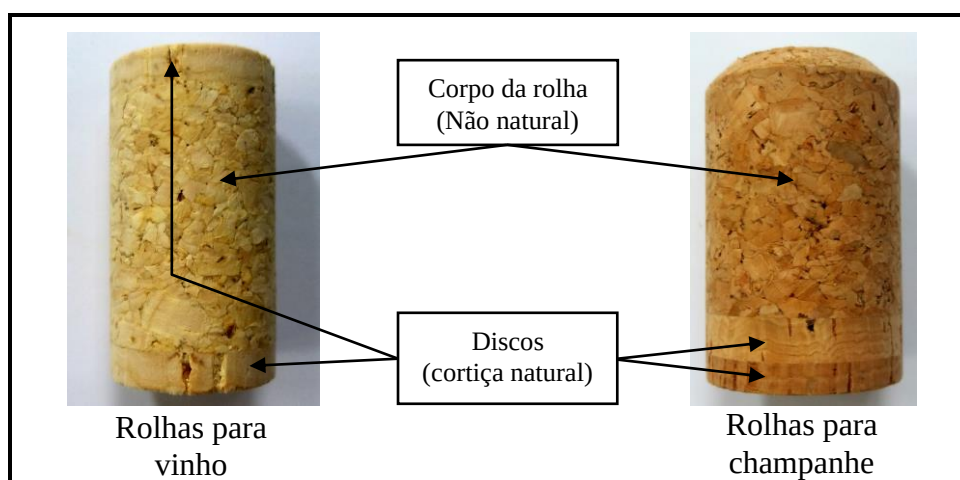


Figura 7- Rolhas que possuem discos naturais

Após a receção do granulado e dos discos, estes passam por um processo de desinfecção com o objetivo de eliminar vestígios de TCA. Além disso, o granulado pode ter de ser reprocessado

novamente na empresa para obter as propriedades ideais de granulometria e densidade. Os discos são separados de acordo com a qualidade das suas faces, originando lotes de diferentes classes (A, B e C). Antes de o granulado e os discos serem armazenados para posterior utilização, são retiradas amostras de cada lote para que o laboratório analise os níveis de TCA, humidade, densidade e granulometria. Se os valores obtidos não estiverem de acordo com as especificações, um novo processo de desinfeção ou processamento é realizado. No entanto, se os lotes passarem nos testes, o granulado é armazenado até ser necessário para a aglomeração das rolhas ou dos corpos. O mesmo se verifica com os discos que são aprovisionados até serem precisos no processo de colagem.

De seguida, ocorre a aglomeração das rolhas e dos corpos. Este processo pode ocorrer por extrusão ou por moldação, através da adição de uma mistura de granulado, cola, latex, óleo parafínico e água. No primeiro caso, o processo origina bastões que são cortados antes de passarem para a fase seguinte. No segundo caso, as rolhas e os corpos são produzidas nas medidas pré-definidas e obtém-se produtos com maior qualidade. Depois da aglomeração, o material tem de estabilizar durante 4 dias de forma a obter as propriedades químicas e mecânicas essenciais para prosseguir no processo produtivo.

Posteriormente, os corpos das rolhas são enviados para a colagem dos discos e, de seguida, para a retificação (acabamento mecânico), setores onde foi realizada esta dissertação. As rolhas que não possuirão discos de cortiça natural são encaminhadas diretamente para a retificação. Durante o processo de colagem são colados dois discos nos extremos dos corpos. A partir desse momento, os corpos, juntamente com os discos, transformam-se em rolhas. Posteriormente estas são enviadas para a estufa para que a cola seque e, de seguida, repousam 24 horas. Como é visível na Figura 7, nas rolhas de champanhe, os discos são colados na mesma face. Nas rolhas de vinho, em cada uma das extremidades é colado um disco.

Durante a retificação, são realizadas as operações necessárias para que as rolhas adquiram as suas dimensões. No caso das rolhas de champanhe, estas passam por três máquinas, nomeadamente a ponçadeira (retificação da parte lateral e correção do diâmetro), topejadeira (retificação dos topos e correção do comprimento) e chanfradeira (criação dos chanfros necessários). Relativamente às rolhas de vinho estas passam apenas por duas máquinas, a ponçadeira e a topejadora.

Uma vez concluída a fase anterior, ocorre a lavagem das rolhas, estabilização das mesmas durante 2 dias em meio ambiente, escolha eletrónica e inspeção visual. A escolha permite classificar as rolhas em diferentes classes (qualidades) de acordo com a quantidade e dimensão dos poros presentes nas suas faces. Assim, quanto maior o número e dimensão dos mesmos, pior a classe da rolha, sendo a melhor classificada com A e a pior com C. A inspeção visual é feita manualmente com o intuito de eliminar as rolhas não conformes e que não foram separadas no processo de escolha anterior.

Além do controle de qualidade realizado após a desinfeção do granulado e dos discos, são feitas outras inspeções ao longo do processo produtivo de forma a garantir que todos os parâmetros estão dentro dos padrões desejados. A medição dos níveis de TCA e de humidade, a verificação do grau de colagem dos discos e a análise da cola e da mistura utilizada no fabrico são alguns exemplos dos testes efetuados.

Na fase final do processo produtivo realiza-se a contagem, embalamento e armazenamento para futura expedição. Cerca de 20% das rolhas produzidas abastecem o mercado europeu e são enviadas para a CSP 2 para receberem a respetiva marcação e posteriormente serem enviadas para o cliente final. A restante produção é enviada para quatro empresas do grupo localizadas nos Estados Unidos, Argentina, China e Austrália, como foi referido anteriormente.

3.2 A Manutenção na CSP 4

Na fase inicial do projeto foi feita uma avaliação do nível de desenvolvimento da manutenção e do TPM na CSP 4. Durante essa fase, foram lidos os planos de melhoria realizados pela equipa da manutenção, histórico de avarias (disponível apenas desde novembro de 2016) e os manuais das máquinas. No entanto, verificou-se que bastante informação estava incompleta uma vez que a maioria das máquinas, como referido no capítulo 1.1.2, tem mais de 20 anos e foram recondicionadas por uma empresa que não a dos fabricantes, ou seja, os manuais não se encontram atualizados. Além disso, até ao início da dissertação, não se realizava o cálculo de nenhum indicador. Estes, como por exemplo o OEE, são essenciais para se quantificar o impacto das alterações feitas nos equipamentos e da introdução do TPM. A equipa da manutenção fazia apenas o controlo das ações de manutenção planeada ou corretiva executadas, analisando a ocorrência ou não de avarias nos meses seguintes à sua implementação.

O histórico de avarias foi criado com base no registo das intervenções realizadas pelos técnicos da manutenção aquando de avarias, ou seja, apresenta apenas as manutenções corretivas executadas. A documentação é feita apenas quando o técnico da manutenção se desloca à secção para realizar manutenções não planeadas, ou seja, durante as suas horas de trabalho que correspondem ao turno das 8 às 17 horas. No entanto, por vezes o registo da ocorrência não é feito no momento, o que provoca esquecimentos. Além disso, quando ocorrem avarias durante os restantes turnos, é o operador que tenta restabelecer as condições de funcionamento. Se não o conseguir fazer, o técnico realiza a manutenção corretiva no dia seguinte. Nestes casos, a documentação também não é feita corretamente. Por estas razões, a informação disponível, presente no Anexo B, não está totalmente correta e existem intervenções que são realizadas pelos técnicos e que não são documentadas. As perdas de informação verificam-se, também, aquando da resolução de microparagens pelos operadores pois esta não é transmitida aos técnicos, provocando a falta de informação importante. A documentação existente resulta do preenchimento de uma ficha padrão. A informação recolhida é posteriormente transferida para o computador e realizam-se análises de Pareto de forma a perceber os pontos críticos. De seguida, utilizando ferramentas apropriadas, são estabelecidas relações causa-efeito e são priorizadas as ações de melhoria a realizar. Devido à reduzida fiabilidade dos dados, passou-se bastante tempo no terreno, perto dos operadores e dos técnicos da manutenção a observar e a recolher informação para que fosse possível descrever, realisticamente, a situação inicial da manutenção e do TPM na CSP 4.

3.2.1 Departamento de Manutenção

O departamento de manutenção é constituído por 4 pessoas, o diretor da manutenção e três técnicos que trabalham exclusivamente no terreno: um serralheiro, um eletricista e um mecânico. Os técnicos trabalham durante o turno das 8:00 às 17:00 e são responsáveis por quase todos os tipos de manutenção. Em algumas situações, é necessário contratar técnicos especializados ou chamar os fabricantes para realizarem manutenções mais complexas ou específicas. Neste momento, o número de técnicos é insuficiente verificando-se uma taxa de cumprimento dos planos preventivos no prazo estabelecido de 0%.

A política de manutenção dominante é a corretiva. No entanto, também são realizadas manutenções preventivas e de melhoria que, na maioria das vezes, têm de ser programadas pelo facto de a produção ter de parar (intervenções realizadas ao sábado, por exemplo) ou por ser necessário contratar uma empresa externa para realizar a manutenção.

De forma geral não existe um planeamento formal e disciplinado da manutenção e há falta de comunicação e coordenação entre a produção e a manutenção o que, por vezes, faz com que

os equipamentos estejam indisponíveis para a realização de ações de manutenção. Não existem reuniões semanais de planeamento, acompanhamento e verificação dos trabalhos realizados pelos técnicos e implementação de melhorias por eles propostas. Estas últimas, com vista ao aumento da fiabilidade dos equipamentos, são realizadas mensalmente, sendo priorizadas de acordo com a sua importância. No entanto, cabe aos técnicos definirem quando as devem realizar. Relativamente à manutenção preventiva, apesar de existirem mensalmente datas fixas para a sua realização, estas raramente são cumpridas. Além disso, a maioria dos planos não se encontram completos.

3.2.2 5S - A base do TPM

No início da dissertação a fábrica não apresentava quase nenhuma incidência de ações 5S ou gestão visual e os operadores não conheciam o TPM nem as vantagens da sua metodologia. A maioria do material não estava identificado e alguns espaços encontravam-se bastante deteriorados devido à sujidade, como é visível nas Figuras 8 e 9. A falta de organização era notória, não havendo um lugar para todos os elementos, tornando difícil identificar clara e rapidamente a sua presença/falta, como é possível observar nas Figuras 10 e 11.



Figura 8-Sujidade na área de trabalho (colagem)



Figura 9-Sujidade na zona de apoio à limpeza



Figura 10-Zona de apoio à retificação



Figura 11-Algumas das ferramentas utilizadas frequentemente pelo operador

Segundo Willmott and McCarthy (2001) é necessário uma boa atitude para com a limpeza e organização e perceber a importância dos mesmos para que, posteriormente, se possa implementar eficazmente os pilares do TPM referidos no capítulo 2.4. Assim, a criação de bases sólidas é uma prioridade.

3.2.3 Enquadramento do pilar da melhoria contínua

Relativamente ao pilar da melhoria contínua, a introdução de ações planeadas de melhoria para reduzir ou eliminar os principais problemas relacionados com a paragem dos equipamentos são uma preocupação constante para a empresa. A análise das causas e o estudo das medidas a implementar é feito com base na experiência dos técnicos da manutenção, pela observação das microparagens existentes no *gemba* e analisando o registo das manutenções corretivas realizadas. Após a realização das manutenções corretivas, ou seja, da ocorrência das avarias e respetiva manutenção, são estudados os elementos críticos, as suas principais causas e a possibilidade de serem introduzidas melhorias. Estas ações são definidas e priorizadas mensalmente pela equipa da manutenção.

Por fim, no seguimento do pilar da melhoria contínua, foram detetadas oportunidades de melhoria nos equipamentos que podem vir a reduzir a ocorrência de microparagens e de avarias. Estas serão apresentadas no capítulo 4.

3.2.4 Enquadramento do pilar da manutenção autónoma

No que diz respeito à manutenção autónoma, em cada uma das secções da fábrica existia um *standard work* com a sequência de trabalho a realizar naquele setor. No entanto, estes não continham informações relativas às manutenções a realizar pelos operadores fazendo com que estas não fossem feitas de forma eficaz e sistemática por todos os trabalhadores. Além disso, verificou-se que estes não possuem total autonomia para a execução de pequenas reparações nas máquinas pelas quais são responsáveis no entanto, observou-se no *gemba* que os operadores sabem como as realizar e, por vezes (por exemplo, durante os turnos noturnos), têm de as executar. Apesar disso, por decisão da direção, estes devem sempre chamar os técnicos da manutenção que por vezes não estão disponíveis, provocando a paragem da produção.

Verificou-se a falta de reuniões periódicas com o responsável da secção e com os técnicos para perceber os erros sistemáticos que ocorrem nas máquinas, para tomar conhecimento das principais dificuldades dos operadores e para ouvir as suas sugestões de melhoria.

3.2.5 Enquadramento do pilar da manutenção preventiva

Relativamente a este pilar, a documentação das avarias iniciou-se em novembro de 2016 e é realizada manualmente, como foi descrito mais acima. Os planos de manutenção ainda não estão informatizados, no entanto, está prevista a implementação de um *software* de gestão da manutenção (ManWinWin), utilizado nas outras fábricas da CSP, que permitirá um melhor planeamento e controlo das manutenções e o cálculo de diversos índices, tais como MTBF (tempo médio entre avarias) e MTTR (tempo médio de reparação), entre outros.

Relativamente à realização da manutenção preventiva, esta nunca é cumprida na periodicidade estabelecida porque os técnicos têm de realizar, constantemente, manutenções corretivas, introduzir melhorias nos equipamentos e executar outras tarefas que lhes são atribuídas (por exemplo, colocar um conjunto de máquinas que estavam paradas a funcionar para se aumentar a produção). A falta de procedimentos e de tarefas nos planos de manutenção preventiva são, também, fatores a destacar neste capítulo.

3.3 Áreas propostas

Foram identificadas duas áreas críticas, cuja transformação é apresentada na Figura 12, que requeriam atuação inicial: a colagem e a retificação. Como é visível na Figura 13, baseada no

histórico das avarias da CSP 4, estas duas áreas representaram a maioria das avarias durante o primeiro trimestre do ano.



Figura 12- Transformação ocorrida nas secções da colagem e retificação

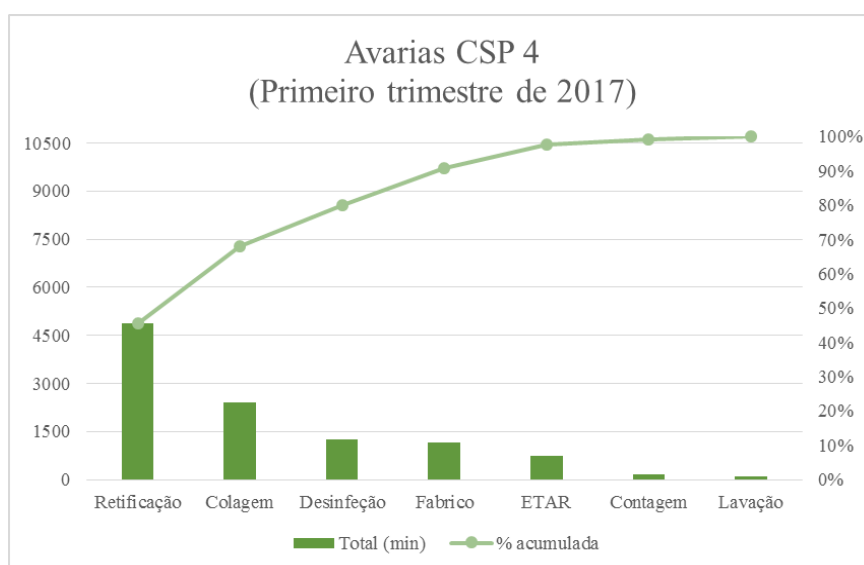


Figura 13- Tempo total das avarias baseado nos dados do Anexo B

3.3.1 Colagem

O setor de colagem trabalha 24 horas por dia, cinco dias por semana e está dividido em três turnos, cada um com 8 horas. Possui seis linhas, duas para a colagem de rolhas de champanhe e quatro para a colagem de rolhas de vinho. No entanto, durante o período da dissertação apenas três se encontravam continuamente a trabalhar. Cada turno é assegurado por um trabalhador e por um responsável de secção. Este último está presente apenas no turno da manhã (turno das 8:00 às 16:00) e é ao mesmo tempo responsável pela secção da retificação.

O operador de cada turno tem como função garantir uma operação contínua em todas as linhas e, no caso de pequenas paragens, assegurar que as condições normais de funcionamento são restabelecidas com celeridade. Além disso, o operador, por turno e por máquina, é responsável pela sua lavagem (cerca de 45 minutos), por abastecer as linhas (cerca de 5 minutos), trocar contentores pelo menos uma vez (cerca de 5 minutos), verificar visualmente a qualidade das rolhas coladas de 2 em 2 horas, afinar os equipamentos no início do turno (cerca de 10 minutos) ou quando é necessário e atuar em emergências que não necessitem dos técnicos da manutenção, como por exemplo, no caso de encravamentos e falhas nos sensores. Relativamente à cadência teórica de produção por máquina, esta é de 94 ou 112 rolhas por minuto, ou seja, 45120 ou 53760 rolhas por turno, considerando as rolhas de champanhe ou de vinho, respetivamente.

No que diz respeito à máquina de colagem das rolhas de vinho, como é visível na Figura 14, esta possui três fontes de alimentação, duas para os discos (1) e uma para os corpos (2). O primeiro disco é colocado na pista giratória (3) através de um cilindro pneumático e posteriormente é colocado o corpo e o segundo disco. Nestes dois últimos elementos é colocada cola automaticamente, através de um doseador, para que os diferentes elementos se mantenham unidos. Por fim, as rolhas são transferidas automaticamente para calcadores (4) e são encaminhadas para a estufa (5) onde ficam cerca de 20 minutos.

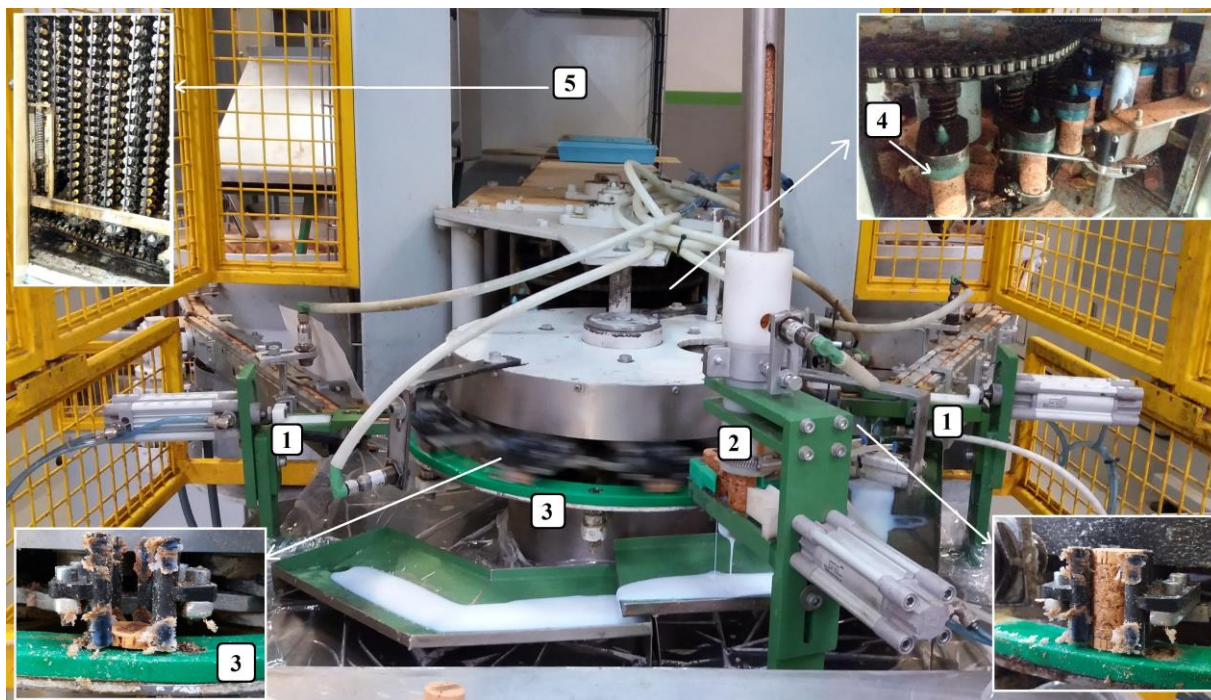


Figura 14-Máquina de colagem de rolhas de vinho

No que diz respeito à máquina que cola rolhas de champanhe, o processo é semelhante mas com a adição de um elemento que tem como função marcar as rolhas para que estas, aquando da retificação (chanfradeira), sejam orientadas antes da realização do chanfro. Este processo, visível na Figura 16 (C) e descrito mais adiante, assegura a realização do chanfro sempre do mesmo lado da rolha, isto é, na parte que não possui os discos de cortiça natural.

Estas máquinas trabalham com cola cujo excesso, durante a produção, passa para a máquina e provoca acumulação, como se pode observar na Figura 14 (3). Assim, é essencial lavá-las no final de cada turno para garantir o seu correto funcionamento. Além disso, são alvo de reconstruções constantes ajustes e afinações e de limpeza mais pormenorizada todos os sábados.

3.3.1.1 Disponibilidade e Desempenho

Através do histórico de avarias da colagem (Anexo C), iniciado em novembro de 2016, fornecido pelo diretor da manutenção, considerando que os técnicos da manutenção operam entre as 8 e as 17 horas (com uma hora para almoço), foi possível concluir que, durante o primeiro trimestre de 2017 e no primeiro turno, 7,9% do tempo total planeado de produção (31200 minutos) foi perdido em paragens não planeadas resultantes de avarias, como podemos verificar na Tabela 2. As reduzidas percentagens do tempo perdido de produção, referentes às máquinas 1 e 5 devem-se ao facto de estas não terem trabalhado continuamente ao longo dos três meses.

Tabela 2-Paragens não planeadas (avarias) por máquina na colagem no primeiro trimestre

Máquina	Tempo avarias (min)	Percentagem do tempo de produção perdido
1	60	0,2 %
2	570	2 %
3	810	2,6 %
4	690	2,2 %
5	270	0,9 %
Tempo total	2400	7,9 %

Além disso, foi feita uma análise de Pareto (Figura 15) para que posteriormente pudessem ser definidos os pontos críticos e as ações de melhoria a implementar, análise que será apresentada no capítulo 4.

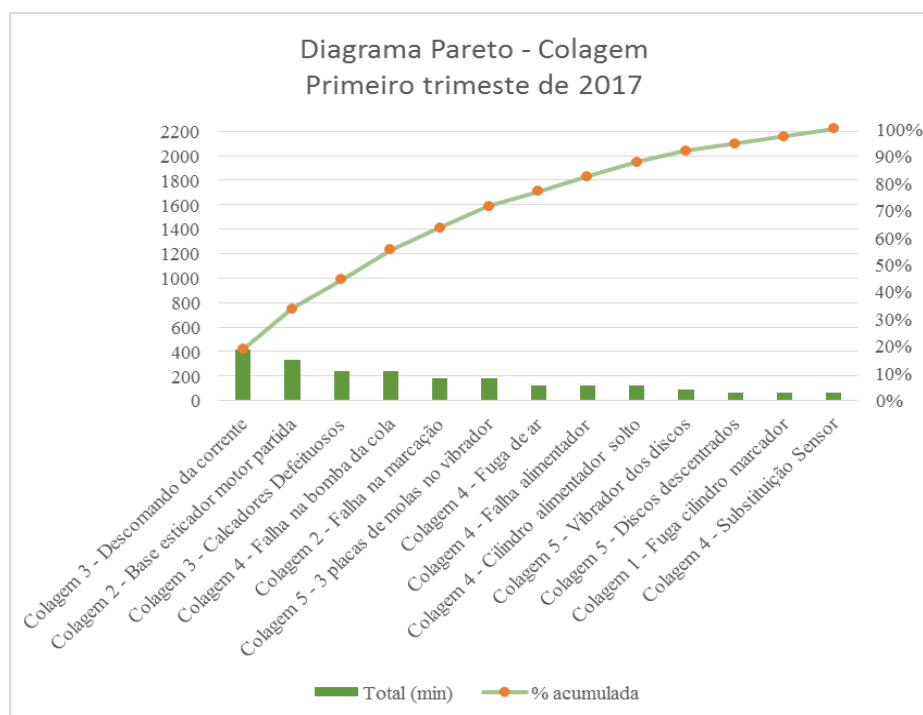


Figura 15-Diagrama Pareto colagem com base no Anexo C

Apesar das percentagens referidas anteriormente, através da observação do *gemba*, concluiu-se que as paragens para limpeza, que ocorrem todos os turnos, são as que mais afetam este indicador, pois retiram, por turno e por máquina, 9,4 % do seu tempo total planeado de produção. Assim, é importante que estes desperdícios de capacidade produtiva sejam alvo de ações de melhoria de forma a aumentar o tempo efetivo de produção.

No que diz respeito ao desempenho, através da observação das máquinas de colar verificou-se que este é severamente afetado pelo elevado número de encravamentos (microparagens) que, apesar de serem fácil e rapidamente corrigidos pelo operador, ocorrem com muita frequência. Apesar de não serem o único fator, o facto de as máquinas de colar trabalham com cola e serem sujeitas a constantes lavagens, provoca um maior número de encravamentos e de pequenas avarias.

Por fim, nesta secção a paragem devido a avarias pode gerar sucata em grandes quantidades (2500 unidades, isto é, 5 % da produção teórica de cada turno), uma vez que a máquina para e as rolhas ficam demasiado tempo dentro da estufa inviabilizando a sua utilização posterior.

3.3.2 Retificação

O setor da retificação trabalha 16 horas por dia (dois turnos), cinco dias por semana. Possui sete linhas, cada uma com três máquinas (ponçadeira, topejadeira e chanfradeira). Cada turno é assegurado por um trabalhador e por um responsável de turno que também supervisiona a colagem como referido na secção 3.3.1.

O processo, como é visível na Figura 16, inicia-se na ponçadeira (A) onde a parte lateral da rolha é retificada e o seu diâmetro é corrigido através das mós (1) que se encontram no interior da máquina. Através de um tapete de alimentação (2), as rolhas são encaminhadas para a topejadeira (B). Estas são colocadas numa estrela vertical (3) e posteriormente passam por lixas (4), onde ocorre a retificação dos topos e a correção do comprimento. No caso das rolhas de champanhe, estas são encaminhadas para a chanfradeira (C) onde ocorre a sua orientação (5) através de um sensor (6) que deteta ou não a presença de uma pinta no topo da rolha e a roda consoante a leitura obtida. De seguida, as rolhas são colocadas numa estrela horizontal (7) para ser efetuado o chanfro (8). Durante todo o processo, o material movimenta-se entre os equipamentos através de tapetes de alimentação e é armazenado em moegas (9) antes de ser encaminhado para cada uma das máquinas.

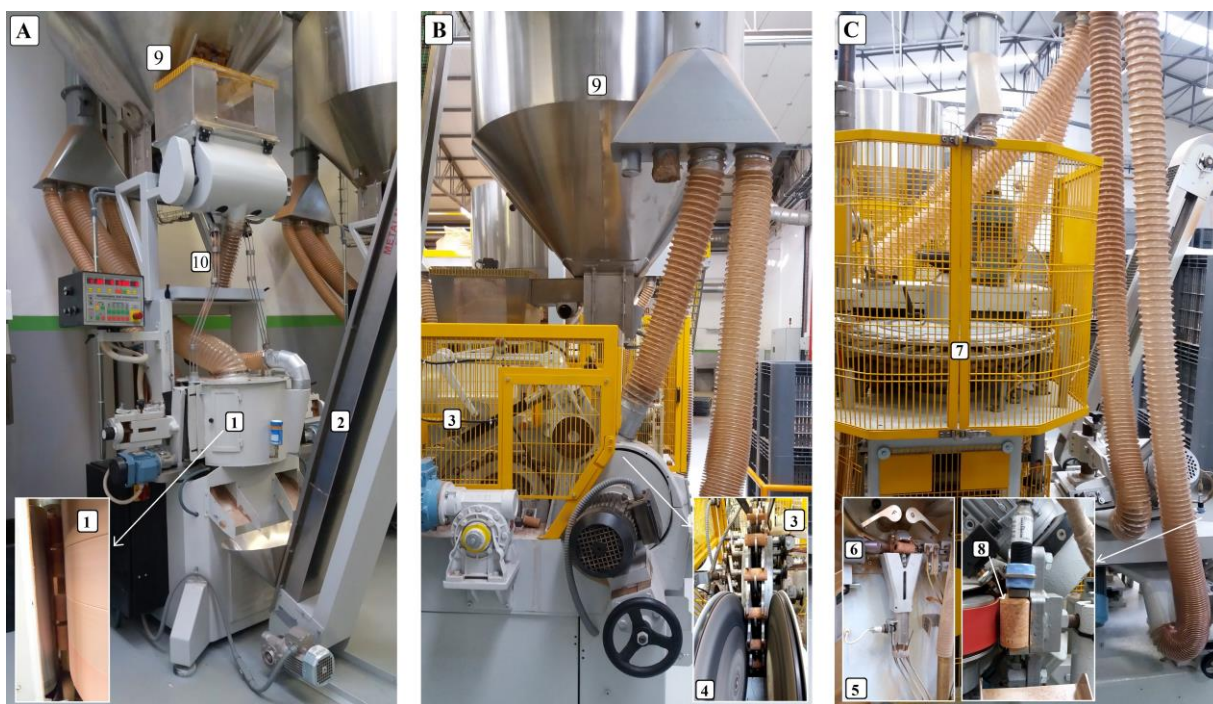


Figura 16-Retificação (ponçadeira (A), topejadeira (B) e chanfradeira (C))

Relativamente à cadência teórica de produção por linha, esta é de 117 ou 83 rolhas por minuto, isto é, 7000 ou 5000 rolhas por hora, para rolhas de vinho ou de champanhe, respetivamente.

3.3.2.1 Disponibilidade e Desempenho

Para a secção da retificação, a percentagem do tempo perdido de produção devido a avarias foi calculada da mesma maneira que na secção da colagem e é apresentada na Tabela 3. Conclui-se que, durante o primeiro trimestre de 2017 e no primeiro turno, 12,5 % do tempo total planeado de produção (31200 minutos) foi perdido devido a avarias. Além disso, de forma a perceber as principais causas, foi feito um gráfico Pareto visível na Figura 17 cuja análise será apresentada no capítulo 4.

Tabela 3- Paragens não planeadas (avarias) por tipo de máquina na retificação no primeiro trimestre

Tipo de máquina	Tempo avarias (min)	Percentagem do tempo de produção perdido
Ponçadeiras	360	1,2 %
Topejadeiras	1440	4,6 %
Chanfradeiras	2100	6,7 %
Total	3900	12,5 %

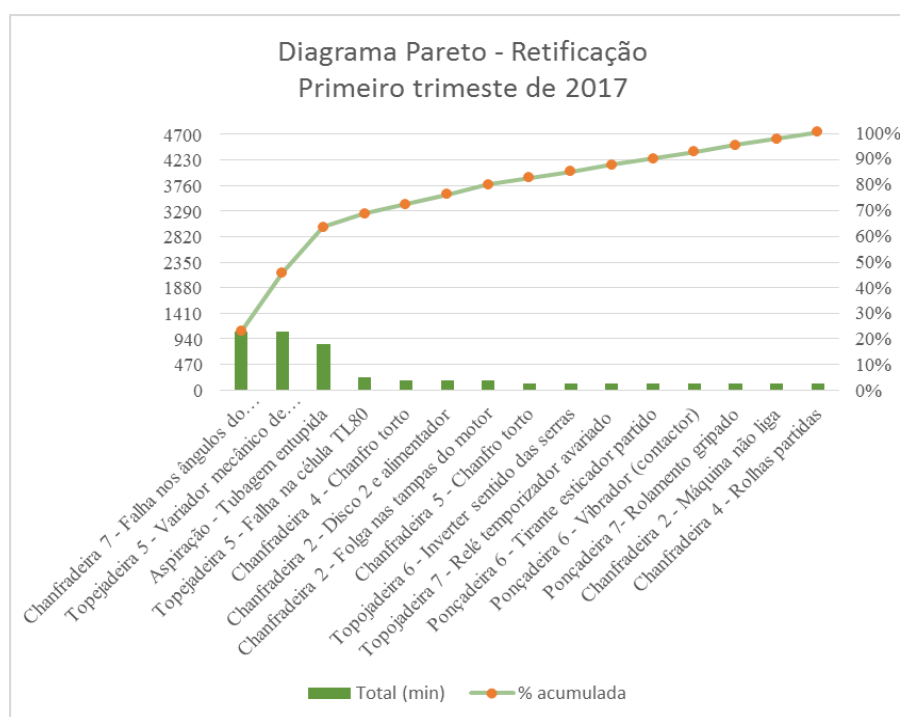


Figura 17-Diagrama Pareto retificação (primeiro trimestre 2017) com base no Anexo C

Apesar das percentagens referidas, verificou-se, no *gemba* e com a colaboração dos operadores que os fatores que mais afetam a disponibilidade das máquinas são as paragens para regulações e ajustes (durante o turno, de 2 em 2 horas), substituição de lixas (pelo menos uma vez por semana, por máquina) e retificação das mós das ponçadeiras (durante o turno, de 2 em 2 horas). Relativamente à troca das lixas, a máquina fica parada, em média, durante 20 minutos sendo que a periodicidade teórica é uma semana, mas o operador é quem verifica o estado das lixas e as troca consoante a sua opinião. O processo, no total, dura cerca de 2 horas uma vez que as lixas são coladas num prato (elemento que encaixa na máquina) e este tem de ser colocado dentro de uma solução para que as lixas utilizadas descolem e as seguintes

possam ser colocadas. A existência de pratos substitutos permite que a máquina não esteja parada durante 2 horas mas apenas 20 minutos.

As regulações e ajustes duram cerca de 5 minutos e são feitos de forma a ajustar as dimensões da rolha, porque vai ocorrendo uma degradação dos ajustes iniciais com o tempo. A paragem para retificar a mó, isto é, para limpar a sua superfície, também demora cerca de 5 minutos. Quando é necessário alterar a rolha a produzir o processo é mais demorado (entre 15 a 30 minutos) pois envolve alterar alguns elementos das máquinas consoante o que é pretendido. Além disso, o operador necessita de controlar de 20 em 20 minutos o ângulo do chanfro feito nas rolhas no entanto, durante este processo não é necessário que se pare a produção.

Em suma, contabilizando apenas as paragens para regulações e ajustes e, no caso das ponçadeiras, para retificação das suas mós, estas últimas perdem, por turno e por máquina, 8,3 % do seu tempo total planeado de produção. No caso das topejadeiras e chanfradeiras, a sua perda é de 4,2 %.

Relativamente ao desempenho da retificação, devido à ausência de informação, passou-se mais tempo no terreno para analisar os tempos críticos da secção que, na sua maioria, se devem a encravamentos que originam microparagens.

Por fim, tal como na colagem, as avarias na maioria dos casos originam sucata porque ocorrendo a remoção excessiva de material, a rolha fica inutilizável.

Em suma, a introdução do cálculo do OEE assume-se como uma prioridade de forma a potenciar a análise das ações introduzidas e do TPM e perceber quais são as maiores perdas, sendo que a sua eliminação é uma preocupação constante para a empresa. A formação é essencial para um aumento das capacidades dos operadores e para que estes possam realizar as suas funções mais eficazmente. A prevenção de falhas e posterior aumento da disponibilidade e do desempenho, através de medidas no âmbito da manutenção autónoma e preventiva também serão alvo de estudo na presente dissertação.

4 Trabalho desenvolvido

Após a análise da situação inicial descrita no capítulo anterior, optou-se por introduzir o cálculo do OEE e focar os pilares da melhoria contínua, manutenção autónoma e preventiva.

4.1 Introdução do cálculo do OEE

O OEE permite, de forma rápida e simples, avaliar eficácia dos equipamentos e a sua análise possibilita o desenvolvimento de planos de ação concretos e possíveis de monitorizar. Como foi referido na secção 3.2, esta métrica não era calculada em nenhuma secção da CSP 4. Assim, foi introduzida na secção de colagem e no turno da manhã, como projeto piloto, para monitorizar as ações realizadas e para que, no futuro, se possa continuar a implementação eficaz da metodologia TPM e para que possam ser traçados objetivos e sejam tomadas decisões com base em informação quantitativa e não só qualitativa. O objetivo é que esta métrica seja introduzida em toda a unidade industrial.

Relativamente à secção escolhida para projeto piloto, surgiu por força do elevado número de microparagens que ocorrem nesta secção e pela necessidade de contabilizar o impacto das mesmas na eficácia desta fase do processo produtivo.

Apesar da forma de cálculo apresentada na secção 2.8, entendeu-se que as paragens que ocorrem todos os turnos para a limpeza das máquinas não deviam ser incluídas como paragens planeadas da produção mas sim como um desperdício da capacidade produtiva. Segundo Muchiri et al (2010), é benéfico que se considere os tempos de paragem planeada como subindicador da disponibilidade pois, mesmo que sejam indispensáveis, são, muitas vezes, gastos de tempo mais significativos quando comparados com as paragens não planeadas. Assim, considerando-as como uma perda de disponibilidade é possível que sejam alvo de ações de melhoria de forma a aumentar o tempo efetivo de produção.

Assim, como é visível no Anexo D, criou-se um modelo para que os operadores documentassem, durante o turno, as paragens não planeadas, as horas de arranque e fim, as perdas de qualidade (associadas a defeitos e retrabalho) e a quantidade produzida. Relativamente ao registo, apesar de só ter sido introduzido na secção da colagem e no primeiro turno, planeia-se que seja feito por secção e por turno. Por essa razão, cada turno e secção terá uma ficha de registo idêntica à do Anexo D, bem como uma folha de Excel semelhante à da Figura 18. Além disso, a documentação das paragens é feita por tempo e deve corresponder ao tempo total perdido por turno com determinado tipo de paragem, isto é, se ocorrerem duas falhas de material cada uma de 30 minutos, a contabilização deve ser de 60 minutos.

A folha de Excel criada serve para que os valores sejam introduzidos e se obtenha, automaticamente, a produção ideal, os valores diários do OEE e dos seus subindicadores. Relativamente à produção ideal, esta é feita através da multiplicação entre a cadência teórica e o tempo de operação, que corresponde à diferença entre o tempo total de funcionamento e as perdas de disponibilidade (avarias, faltas de material, ajustes e início da produção e, nesta secção, paragens para limpeza e troca de pinças). Mensalmente, através de uma recolha automática de todos os valores diários, é possível analisar as variações que ocorreram no OEE, no valor dos seus subindicadores e as variações na produção.

		Maq.1	Maq. 2	Maq.3	Maq.4	Maq.5	Maq.6	Valor Total	Valor médio
Tempo do Turno (min)		480	480	480	480	480	480		
Perdas de Disponibilidade	Início	hora		08:30	08:00	08:00			
	Paragem para limpeza	hora		15:00	15:00	15:30			
	Troca de material	min						0	#DIV/0!
	Avarias	min						0	#DIV/0!
	Falta de material	min			90			90	90
	Outros (ex: troca de pinças)	min						0	#DIV/0!
	Ajustes/Início da produção	min		30	0	0		30	10
Limpeza		min		60	60	30		150	50
Disponibilidade:				81,25%	68,75%	93,75%			81,25%
Perdas de Desempenho	Cadência teórica		94	94	112	112	112		
	Produção ideal	unid			43680			43680	43680
	Produção real	unid			29026			29026	29026
Desempenho:				66,45%					66,45%
Perdas de Qualidade	Defeitos	unid						0	0
	Retrabalho	unid						0	0
Qualidade:				100%					100%
OEE				53,99%					53,99%

Figura 18-Folha em Excel para registo e obtenção do OEE

Além disso, ao longo do período da dissertação, a equipa da manutenção e os operadores tomaram conhecimento da ferramenta e das suas potencialidades e aprenderam a preencher o modelo e o Excel criado de forma a dar continuidade ao cálculo e criar um histórico fiável. Assim, no futuro, é possível analisar os dados obtidos e basear as tomadas de decisão em dados quantitativos e fiáveis.

Por fim, através da implementação do cálculo do OEE, para os primeiros três meses da dissertação obtiveram-se os dados presentes na Tabela 4.

Tabela 4 - Valores mensais do OEE, subindicadores e produção média diária entre fevereiro e abril de 2017

	OEE	Disponibilidade	Desempenho	Qualidade	Produção média
Fevereiro 2017	52%	79%	67%	98 %	29973
Março 2017	60%	79%	78%	98 %	34894
Abril 2017	55%	78%	70%	100%	31315

De acordo com os dados apresentados, verifica-se que o desempenho é o indicador que mais contribui para a ineficiência da secção da colagem. No entanto, os valores da disponibilidade também serão alvo de estudo no capítulo 4.2. As perdas de qualidade (cerca de 2% em fevereiro e março de 2017) ocorreram devido a avarias que provocaram sucata e necessidade de retrabalho, como será descrito em 4.2.3.

Além dos valores apresentados na tabela anterior, na Figura 19 e no Anexo E, é possível observar a evolução diária do OEE e dos seus subindicadores (disponibilidade e desempenho) durante duas semanas de produção para os meses de fevereiro, março e abril na secção da colagem. Através da análise dos três gráficos, é possível concluir que o desempenho diário é o indicador que apresenta maior desvio (diferença entre o valor diário e o valor mensal), cerca de 7% para os três meses representados. A variação média da disponibilidade é de 4 % em relação aos valores mensais e este indicador é mais afetado no primeiro dia da semana (segunda-feira) uma vez que é necessário ligar as estufas das máquinas (aproximadamente 45 minutos) antes de se iniciar a produção.

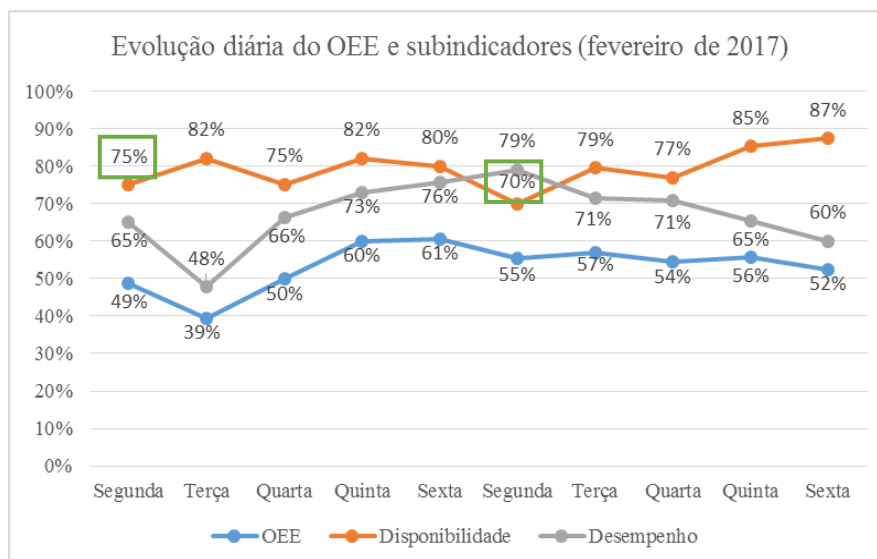


Figura 19-Evolução diária do OEE, disponibilidade e desempenho durante 15 dias (fevereiro de 2017)

4.2 Análise de causas

Uma vez que a utilização do OEE é recente, os dados apresentados não são suficientes para traçar um histórico significativo do mesmo e da sua evolução na secção da colagem. No entanto, este será utilizado para analisar as principais perdas deste setor e as suas causas para que estas possam ser posteriormente eliminadas. Esta análise foca-se, também, no histórico de avarias disponível e nas observações feitas no *gemba*, nas duas secções de atuação, a colagem e a retificação.

4.2.1 Desempenho da colagem

Como foi referido na secção 4.1, o desempenho é o indicador que mais influencia o valor do OEE no processo da colagem e deve-se à existência de microparagens. De forma a perceber as suas causas, durante um mês foram documentados os motivos das microparagens nas máquinas de colar para que, posteriormente, fosse feita a sua análise como é visível na Figura 20. O registo foi executado com base no número de ocorrências de cada tipo de microparagem (disco 1, disco 2, corpo, pinças partidas, erro de cola ou emergência primária).

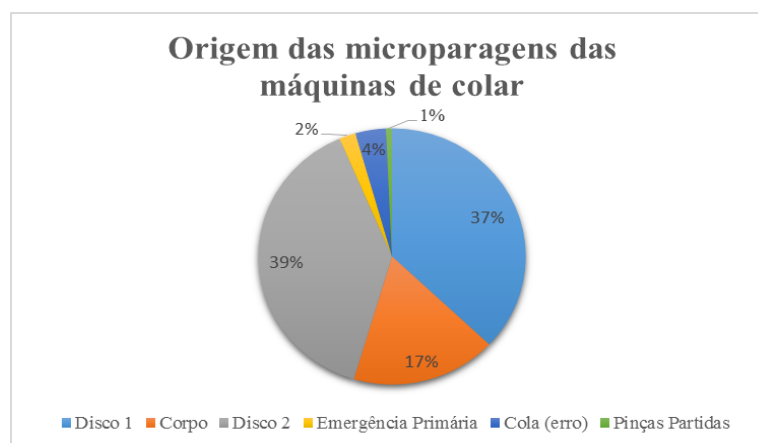


Figura 20-Microparagens nas máquinas de colar de acordo com a sua origem

As causas das microparagens devem-se, na sua maioria (93 %), a encravamentos devido aos discos 1 (37%) e 2 (39%) e corpos (17%). Estes ocorrem em consequência de afinações erradas, limpeza ineficiente que provoca acumulação de cola e defeitos no material (discos e corpos). Além disso, o excesso de pó diminui a sensibilidade dos sensores, fazendo com que estes não desempenhem a sua função corretamente e façam parar a máquina. Relativamente aos erros da cola, às emergências primárias (por exemplo, calcadores defeituosos) e às pinças partidas, apesar de ocorrerem em menor percentagem, como é visível na figura anterior, é necessário mais tempo para o restabelecimento das suas condições ótimas de funcionamento. Além disso, nestes dois últimos casos, é necessário ter *stock* próximo do operador para que as peças necessárias sejam substituídas com brevidade.

4.2.2 Desempenho da retificação

Relativamente às observações feitas no *gemba*, verificou-se um elevado número de microparagens devido a encravamentos na alimentação das ponçadeiras, uma média de 20 encravamentos por hora, isto é 160 microparagens por turno (cerca de 17 % do tempo total do turno perdido considerando-se um tempo de atuação de 30 segundos). Apesar de as suas condições normais serem restabelecidas com celeridade recorrendo a arames, a sua elevada taxa faz diminuir a produtividade e cria a necessidade do operador ter de se deslocar frequentemente à máquina. Os encravamentos devem-se a rolhas descentradas (Figura 21) provenientes do processo de colagem que entopem os tubos que alimentam as mós (A), e a erros no rolo das moegas, visível na Figura 22, que provocam falhas no fornecimento dos tubos que se encontram abaixo. O fato dos rolos estarem afastados das entradas dos tubos faz com que as rolhas encravem no ponto B.

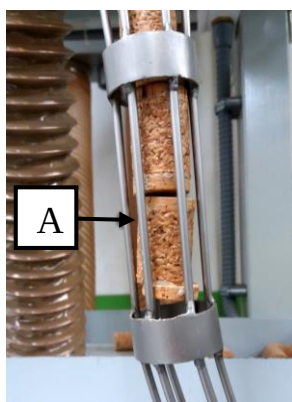


Figura 21-Encravamento das ponçadeiras devido a rolhas descentradas

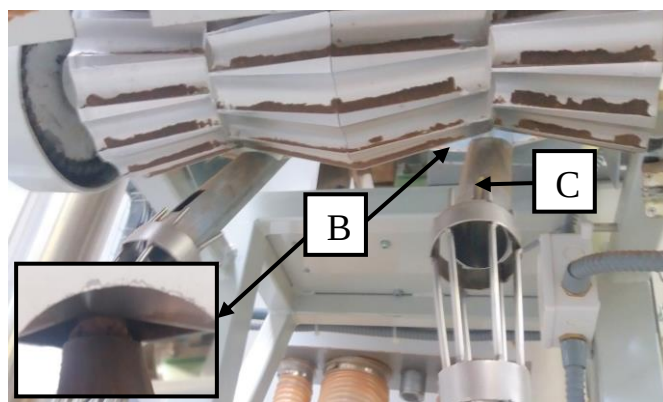


Figura 22-Rolos das moegas que originam encravamentos (na entrada (B) e no tubo (C))

4.2.3 Disponibilidade da colagem e retificação:

Além do que foi feito anteriormente, analisou-se o histórico de avarias existente, como é visível nos gráficos de Pareto das Figuras 15 e 17. Este, referido na secção 3.2, é realizado com base nas avarias ocorridas e nas respetivas manutenções corretivas efetuadas. As principais avarias, o número de ocorrências e as suas consequências são apresentadas de forma tabelar (Tabela 5) e são seguidamente desenvolvidas.

Tabela 5-Principais avarias da colagem e retificação, número de ocorrências e suas consequências.

Secção	Ocorrência	Número de ocorrências	Consequências
Colagem	Descomando da corrente	2	Perda de disponibilidade de 180 minutos, correspondente a uma redução de produção de 20160 rolhas para vinho.
	Calçadores defeituosos	1	Perdas de desempenho resultante da paragem da máquina durante os turnos (cerca de 5 vezes por turno) devido a calçadores defeituosos que provocaram pinças partidas e microparagens. Degradação dos calçadores que necessitaram de ser trocados por uns novos mas iguais, resultado numa perda de disponibilidade de 240 minutos (26880 rolhas para vinho)
	Falha na bomba da cola	1	Perdas de qualidade devido à rejeição de um lote (cerca de 70000, 23333 por turno) unidades pelo controlo de qualidade.
	Falta na marcação	2	Perdas de qualidade resultantes do retrabalho durante 4 horas.
Retificação	Falha no ângulo do chanfro	3	Perdas de qualidade devido a rolhas inutilizáveis. Perda de disponibilidade de 1380 minutos, correspondente a uma redução de produção de 114540 rolhas para champanhe.
	Variador mecânico de velocidade avariado	1	Perda de disponibilidade de 1080 minutos (89640 rolhas para champanhe)
	Tubagem entupida	2	Perda de disponibilidade de toda a secção durante 840 minutos devido ao excesso de pó no ar (630840 rolhas)
	Falha na célula TL80	2	Perda de disponibilidade de 120 minutos (9960 rolhas para champanhe)

Apesar das manutenções corretivas realizadas aquando das avarias descritas, numa fase posterior foram estudadas e propostas melhorias a introduzir nas máquinas para que as falhas ocorridas não se voltassem a repetir. O estudo das relações causa-efeito foi feito com base na experiência dos operadores, dos técnicos da manutenção e através da utilização de ferramentas apropriadas (por exemplo, diagrama de espinha de peixe e 5 Porquês). A introdução de melhorias e os resultados obtidos serão apresentados na secção 4.3.

Colagem – Perda de disponibilidade resultante do descomando da corrente da máquina

Relativamente ao descomando da corrente, como é visível na Figura 23, chegou-se à conclusão de que a corrente não era lubrificada na periodicidade indicada pelo fabricante, devido à inexistência de planos preventivos que levavam ao esquecimento dos técnicos da manutenção. Além disso, existia folga nos seus suportes devido à inexistência de verificações periódicas e pelo fato do aperto do posicionamento da corrente ir cedendo com o tempo. A presente avaria e a respetiva manutenção corretiva demoraram cerca de 180 minutos, o que levou a uma redução da produção de 20160 rolhas para vinho.

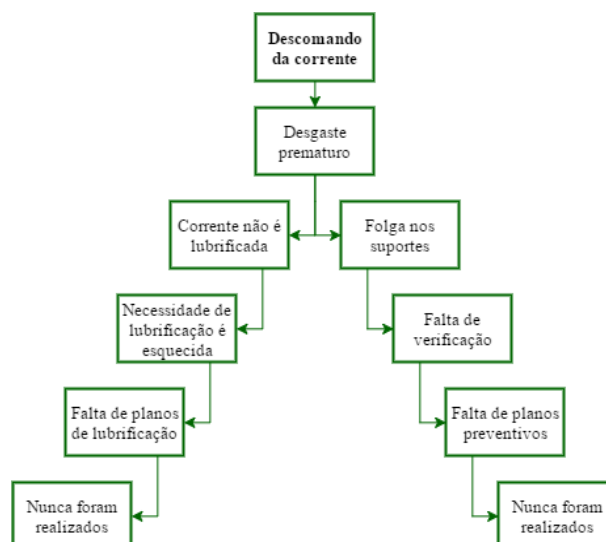


Figura 23-Análise das causas do descomando da corrente usando (5 Porquês)

Colagem – Perda de disponibilidade e desempenho devido a calçadores defeituosos

Durante a produção, parte dos calçadores (cerca de 5 por dia) partiam ou tornavam-se inutilizáveis originando microparagens e, conseqüentemente, diminuições do desempenho. As rolhas, aquando da passagem pela estufa (110 °C) aderiam totalmente aos calçadores provocando a sua quebra, como é visível na Figura 24. A sua união dava-se pela transferência da cola das rolhas para os calçadores e o fato destes serem feitos de plástico facilitava a aderência da cola com o decorrer do tempo e fazia com que estes partissem facilmente. Após uma análise mais exaustiva e observação no *gemba*, chegou-se à conclusão de que estas falhas eram, também, uma das causas das microparagens das máquinas de colar, tendo sido documentadas pelo operador como “emergência primária”, como é observável na Figura 20. Além disso, os calçadores defeituosos eram uma das principais causas das pinças partidas uma vez que a rolha ficava colada no calçador e no momento de se soltar isso não se verificava, acabando por embater na pinça e parti-la.

Por fim, a documentação efetuada (“calçadores defeituosos”) diz respeito à troca dos calçadores antigos por uns novos feitos com as mesmas características. Esta troca fez com que a máquina tivesse parada 240 minutos, o equivalente a uma perda de produção de 26880 rolhas para vinho.



Figura 24-Calçadores de plástico inutilizáveis

Colagem – Perda de qualidade devido a falha na bomba da cola

Esta falha, se não for detetada pelo operador atempadamente, torna-se responsável por grandes perdas de produção associadas à presença de rolhas descoladas, isto é, devido a erros na qualidade do produto. O aparecimento de rolhas com discos mal colados levou a que estas

não fossem aprovadas nos testes de qualidade, não continuando no processo produtivo e sendo classificadas como produto defeituoso, fazendo com que o índice de qualidade diminuísse 2% em março de 2017. Em comunicação com a equipa de manutenção, percebeu-se que a bomba da cola já estava a sofrer alterações, não tendo sido alvo de estudo na presente dissertação. No entanto, os operadores desta secção foram sensibilizados para a necessidade de realizarem inspeções mais frequentes às rolhas produzidas de forma a evitar que um problema semelhante produza grandes quantidades de defeitos.

Colagem e Retificação – Perda de disponibilidade e qualidade associada a erros na marcação e falha na célula TL80

Numa primeira abordagem percebeu-se que estes dois problemas estavam relacionados e deram origem à produção de rolhas com o chanfro ao contrário. A falta de marcação das rolhas na colagem e a impossibilidade de leitura da célula TL80 (célula orientadora do chanfro com base na marcação feita) na retificação originaram perdas de qualidade (cerca de 2% em fevereiro de 2017) devido à necessidade de retrabalho uma vez que o operador teve de marcar, manualmente, cada uma das rolhas (como é visível na Figura 25) para que o chanfro pudesse ser feito no lado certo.



Figura 25-Retrabalho resultante da produção de rolhas sem marcação

Posteriormente, como se pode observar na Figura 26, foi feito um diagrama espinha de peixe de forma a estudar as potenciais causas desta falha.

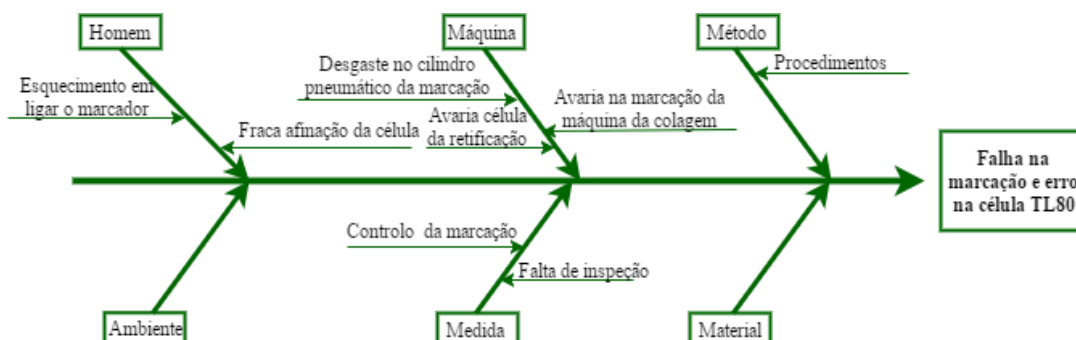


Figura 26-Diagrama espinha de peixe para a falha na marcação e erro na célula TL80

Embora este erro tenha ocorrido devido a uma avaria no marcador da máquina de colar rolhas para champanhe, o grande volume de defeitos e posterior necessidade de retrabalho deu-se devido a problemas de medida associados à falta de inspeção do marcador e esquecimento do controlo das rolhas produzidas. Os operadores na colagem têm como obrigação controlar,

visualmente e de 20 em 20 minutos, a marcação das rolhas de forma a garantir que possíveis falhas não originam elevadas quantidades de produtos defeituosos.

Retificação - Falha no ângulo do chanfro:

Este problema ocorreu três vezes e originou sucata uma vez que ocorreu a remoção excessiva ou errada do material e a rolha ficou não conforme. O elevado tempo gasto na manutenção corretiva deu-se devido à necessidade de inspeção da máquina (verificação das guias de encosto das rolhas, réguas, lixas e outros componentes da máquina) para que fosse possível perceber a origem do problema e atuar corretamente. Apesar da avaria apresentada, a perda de qualidade correspondeu apenas a 60 minutos de produção, aproximadamente 5000 rolhas (três perdas, cada uma de 20 minutos) pois o operador tem como função controlar, de 20 em 20 minutos, o ângulo do chanfro feito nas rolhas.

No *gemba* e utilizando a ferramenta dos 5 Porquês (Figura 27), chegou-se à conclusão de que existia falta de verificação constante do estado de desgaste da lixa, que não estava definida a periodicidade da sua substituição e que esta era feita com base na opinião do operador o que, por vezes, levava a esquecimentos.

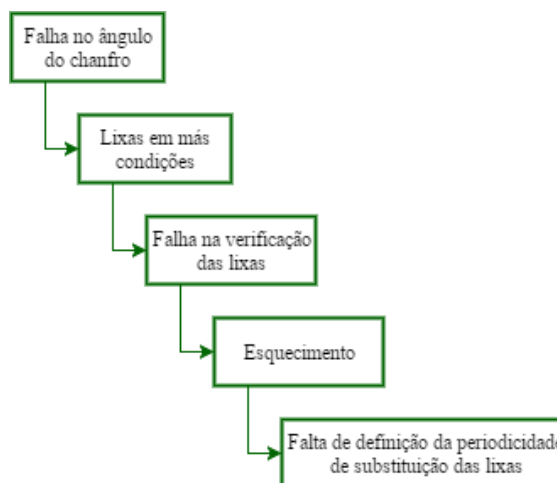


Figura 27-Análise da falha no ângulo do chanfro (5 Porquês)

Retificação – Variador mecânico de velocidade avariado e tubagem entupida:

Relativamente a estas dois eventos, através da comunicação com a equipa da manutenção, percebeu-se que já estavam a ser introduzidas ações de melhoria, razão pela qual não foram alvo de estudo nesta dissertação. No entanto, é importante salientar que a paragem devido à avaria no variador mecânico de velocidade foi bastante demorada devido à inexistência de peças em *stock*. Com a continuação da documentação e análise eficaz do OEE, com um registo fiável do histórico de avarias e com a opinião dos técnicos da manutenção é possível criar um *stock* de peças críticas, de forma a minimizar a duração das paragens não planeadas. Embora o estudo da identificação das peças e do número ideal de peças de reserva não seja feito nesta dissertação, este processo é essencial para evitar elevados prejuízos aquando das avarias que, por vezes, se verificaram na empresa e cuja duração da paragem não foi documentada na sua totalidade.

Prioridade das medidas a introduzir:

Após a análise de causas realizada foram priorizadas as medidas a introduzir:

- Implementação, na colagem, de um sistema de remoção contínua de pó dos sensores, elementos responsáveis pela deteção ou não de material em determinados locais da

máquina. Assim, estes estão constantemente limpos, com elevada precisão e a máquina não para;

- Alteração dos rolos de alimentação das ponçadeiras (retificação) para diminuir o número de encravamentos nestas máquinas;
- Introdução de sistemas de lubrificação automática em locais suscetíveis de avarias por falhas de lubrificação e em zonas de difícil acesso para a realização da lubrificação;
- Substituição dos calcadores das máquinas de colar por uns com maior resistência a altas temperaturas e ao choque e que tenha propriedades antiaderentes;
- Instalação de um sensor para controlo da temperatura do material que impossibilita a produção caso não se atinja uma temperatura mínima;
- Criação de uma ficha para controlo da inspeção e troca das lixas.

4.3 Soluções implementadas

Colagem - Sistema de remoção contínua do pó dos sensores

Como foi referido anteriormente, algumas microparagens são originadas devido a acumulações de pó que fazem diminuir a sensibilidade dos sensores e param a máquina, diminuindo o seu desempenho. Os sensores têm como função detetar ou não a presença de material e, no caso de não detetarem, param a máquina. Além disso, a sua precisão é bastante importante no processo de colagem pois, antes do disco entrar na pista, este é orientado através de um sensor de forma a ficar com a pior face virada para o corpo da rolha e a melhor para o exterior que ficará em contacto com a bebida. Como é visível na Figura 12, as piores faces vêm marcadas dos fornecedores para permitir a sua orientação.

De forma a eliminar as falhas referidas, como se observa na Figura 29, criou-se um sistema que sopra constantemente ar para o sensor fazendo com que este permaneça sempre limpo. Assim, este não perde a sua sensibilidade, orienta os discos corretamente e a deteção ou não de material é feita eficazmente, ou seja, a máquina deixou de parar na presença de material.



Figura 28- Sensor responsável por escolher a face dos discos (antes)

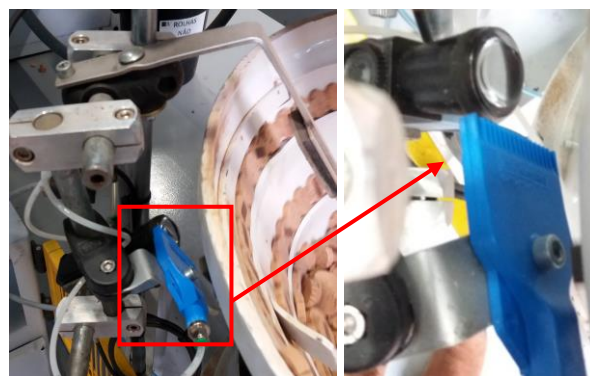


Figura 29-Sensor responsável por escolher a face dos discos (depois)

Retificação - Alteração nos rolos das ponçadeiras da retificação:

Com o objetivo de diminuir os encravamentos nas ponçadeiras, descritos na secção 4.2.2, foram implementadas melhorias na zona dos rolos das moegas. No início, estes estavam afastados das entradas dos tubos fazendo as rolhas encavar no ponto B, visível na Figura 22. Optou-se então, por aproximar os rolos da entrada dos tubos para diminuir a área na qual as rolhas podem ficar presas e assim, reduzir o número de encravamentos.

As melhorias introduzidas diminuíram o número de encravamentos em 20%, o que corresponde a uma redução do tempo total perdido de 4% (passou de 17 para 13%). Apesar disso, ainda se verificam encravamentos nos tubos visíveis na Figura 22 (C). Assim, considera-se relevante a introdução de tubos mais largos e revestidos a teflon para facilitar a passagem das rolhas e evitar que rolhas com diâmetros ligeiramente superiores ou com pequenos descentramentos fiquem encravadas e parem a máquina. O facto de o teflon ser um material com baixa aderência, permitirá reduzir o atrito entre as rolhas e o tubo, fazendo com que estas deslizem mais facilmente e não fiquem presas no interior do tubo.

Além disso, uma vez que muitos encravamentos eram originados por discos descentrados com origem na colagem (Figura 21), os operadores desta zona foram sensibilizados para a importância de verificarem constantemente as rolhas que estão a ser coladas de forma a agirem com a maior brevidade aquando da presença de discos descentrados, alterando as pinças da máquina e colocando no lixo as rolhas descentradas que são produzidas.

Colagem e retificação - Lubrificação automática:

De forma a facilitar a lubrificação, optou-se pela instalação de um sistema de lubrificação automática nos suportes da corrente das máquinas de colar, como se pode observar na Figura 31. O sistema foi introduzido neste local devido ao descomando da corrente provocado pela falta de lubrificação, como foi possível concluir através da análise feita na secção 4.2.3. Esta solução permite que a zona em causa esteja sempre em contacto com o lubrificante ocorrendo assim um fornecimento contínuo nas quantidades previamente estabelecidas.

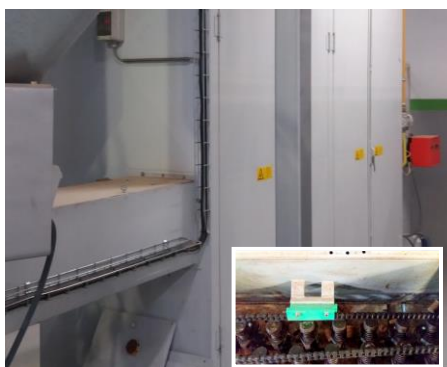


Figura 30-Máquina sem lubrificação automática (antes) Figura 31-Máquina com lubrificação automática (depois)

Além disso, de forma a facilitar a lubrificação dos locais de difícil acesso foi testado outro mecanismo de lubrificação automática (visível na Figura 32) que funciona através de um copo com massa lubrificante programado para a injetar na periodicidade indicada.



Figura 32-Sistema de lubrificação automática (ponçadeira)

Por fim, o objetivo é que estas duas soluções sejam introduzidas noutras máquinas da unidade industrial. Estes sistemas permitirão eliminar as paragens necessárias para lubrificar, reduzir o

número de manutenções preventivas a realizar e diminuir a sujidade provocada pela lubrificação manual. Além disso, evitam esquecimentos e avarias que daí decorrem, aumentando a fiabilidade das máquinas.

No caso das máquinas de colar, se se introduzir em todos os pontos que necessitam de lubrificação, por máquina será possível diminuir o número de manutenções preventivas planeadas (que serão descritas na secção 4.5) em 70 %, o que corresponde a uma redução de 59 % do tempo total gasto nestas operações. Na retificação, a redução será de 23 %, equivalente a uma eliminação de 53 % do tempo planeado inicialmente por linha de produção.

Colagem - Introdução de calcadores em alumínio e revestidos a teflon

Como se concluiu pela análise feita em 4.2.3, os calcadores de plástico estão na origem da sua quebra, degradação precoce e de algumas microparagens (emergências primárias e pinças partidas). Como se pode observar na Figura 34, a melhoria implementada passou por introduzir calcadores feitos em alumínio e revestidos a teflon, o que os torna mais resistentes e antiaderentes devido às propriedades dos materiais em questão. O exterior em teflon permite que a rolha não cole aquando da transferência da cola para os calcadores e que resista durante mais tempo às elevadas temperaturas. Além disso, as suas propriedades facilitam a limpeza, fazendo com que estes durem mais tempo.



Figura 33-Calcadores defeituosos na entrada para a estufa (antes)



Figura 34-Calcadores novos na entrada para a estufa (depois)

Apesar das vantagens referidas, o facto de o alumínio ser mais pesado que o plástico pode trazer prejuízos para a máquina que não foram considerados aquando da sua introdução. Uma vez que a máquina possui 2500 calcadores, uma diferença de 20 gramas por calcador, origina uma variação de peso de 50 Kg o que pode ter um impacto negativo nos rolamentos das chumaceiras da estufa e nas correntes, elementos que suportam este aumento peso. Assim, é essencial executar os planos preventivos descritos para os elementos na periodicidade indicada e verificar frequentemente o estado de desgaste dos mesmos.

Como resultado da introdução dos calcadores feitos em alumínio e revestidos a teflon, não se voltou a verificar a ocorrência de pinças partidas e emergências primárias (calcadores defeituosos).

Colagem - Sensor de temperatura para a marcação das rolhas

Com o intuito de evitar repetidamente a produção de rolhas com o chanfro ao contrário, ou seja, rolhas sem marcação que necessitam de ser marcadas manualmente, introduziu-se nas máquinas de colar RC um sistema (visível na Figura 36) que, através de um sensor, controla a temperatura de marcação. Esta deve ser, no mínimo, 300°C e o sistema impede que a máquina funcione com o marcador abaixo dessa temperatura. Estas situações podem ocorrer no caso do operador se esquecer de ligar o marcador (Figura 35) ou se este avariar aquando da produção.



Figura 35-Sistema para marcação das rolhas

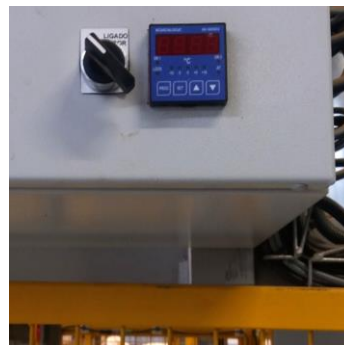


Figura 36-Sistema para controlo da temperatura do marcador

Por fim, o operador não necessita de controlar constantemente este elemento da máquina de RC, o que por vezes se tornava complicado quando funcionavam várias máquinas em simultâneo. Uma vez que este defeito, se não for detetado com celeridade, produz grande volume de retrabalho, a introdução deste sensor evita que isso aconteça assim como a deslocação de um operador para realizar essa operação.

Como resultado da melhoria introduzida, nos meses seguintes não se verificou a necessidade de retrabalho associada a rolhas sem marcação e incapazes de serem orientadas na retificação.

Retificação - Controlo das lixas e do tamanho dos chanfros

A falta de controlo na troca das lixas fez com que se produzissem rolhas com chanfro torto, como foi referido no capítulo 4.2.3. Além disso, também se verificou que o trabalho com lixas gastas causa estragos, queimando as superfícies das rolhas. Apesar de inicialmente se ter optado pela troca semanal, percebeu-se que a duração das lixas é influenciada por diversos fatores (por exemplo, tipo de material da rolha, tipo de lixa, velocidade e máquina) que alteram as periodicidades ótimas da troca. Assim, optou-se pela implementação de uma ficha, visível na Figura 37, onde todos os operadores têm acesso às datas da última troca, inspeção e ao tipo de lixa que está a ser utilizada. Apesar de não ser possível calcular rigorosamente a data da troca seguinte, com os dados apresentados na ficha, os operadores conseguem perceber mais facilmente quais as lixas que podem precisar de ser trocadas. Assim, é possível ter um controlo mais eficaz por parte de todos, evitando que estas trabalhem degradadas.

Como é visível no , não se verificaram mais falhas nos ângulos com origem em lixas gastas no entanto, ocorreram falhas semelhantes devido a outros fatores, tais como falhas na afinação das guias e na polia da máquina de chanfrar.

Assim, é importante que os operadores estejam conscientes de que é essencial realizar um controlo da medida do chanfro de 20 em 20 minutos. Desta forma, efetuando um controlo periódico da medida do chanfro, através da ferramenta criada para o efeito (Figura 38), é possível assegurar que os padrões normalizados para o tamanho do chanfro são cumpridos e que não é gerada sucata.

Controlo da troca de lixas								
Retificação								
Topejadeira	Lixa							
	1	2	3	4	5	6	7	
	Nº da lixa		400		100	100	100	
	Última troca (data e responsável)		25/4 Alex		26/4 Alex	24/4 Alex	24/4 Alex	
Chanfradeira	Lixa							
	1	2	3	4	5	6	7	
	Nº da lixa			100	80	80	80	
	Última troca (data e responsável)			22/4 YAN	25/4 Alex	21/4 Alex	28/4 Alex	
	Lixa							
	1	2	3	4	5	6	7	
	Nº da lixa							
	Última inspeção (data e responsável)							

Figura 37-Documento para controlo da mudança das lixas das topejadeiras e chanfradeiras

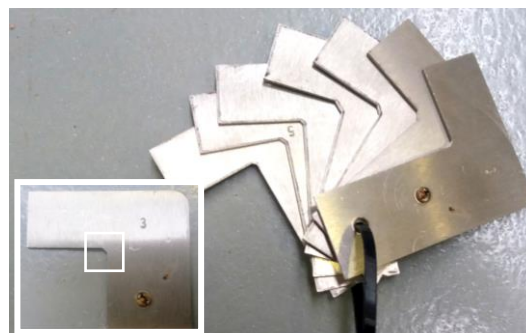


Figura 38-Ferramenta para auxiliar a execução e o controlo da medida do chanfro

4.4 Manutenção Autónoma

No que diz respeito à manutenção autónoma, esta permite uma partilha de tarefas entre os técnicos da manutenção e os operadores das máquinas e possibilita a realização de tarefas mais simples pelos operadores. Assim, além da atividade produtiva, estes tornam-se responsáveis pela execução de manutenções acessíveis, tais como, inspeções, lubrificações, limpeza e substituição de elementos degradados. Apesar disso, por decisão da empresa, como é visível na Tabela 9 no Anexo J, as operações de lubrificação continuarão a ser da responsabilidade dos técnicos da manutenção.

Deste modo, como é possível observar na Tabela 7 e no Anexo G, foram criados planos de manutenção autónoma para as duas áreas de atuação com o objetivo de não esquecer nenhuma operação e acrescentar as que não eram realizadas mas são essenciais para o correto funcionamento das máquinas. Os planos e a respetiva periodicidade foram feitos com base nos manuais das máquinas e na opinião dos operadores e dos técnicos da manutenção. Além disso, para as tarefas que se julgaram relevantes, foram criados procedimentos operacionais *standard* (POS) para as executar mais fácil e eficazmente, como é visível na Figura 39. No total foram realizados 19 POS de manutenção autónoma, sendo possível ter acesso a alguns deles no Anexo H. O modelo utilizado para a documentação dos procedimentos foi criado de raiz uma vez que a empresa não tinha realizado nenhum trabalho semelhante anteriormente. Estes englobam informações acerca do material a utilizar (ferramentas e equipamentos de proteção individual), da localização da operação, do seu procedimento e da segurança do operador e alimentar. Esta última é bastante importante uma vez que as rolhas produzidas irão estar em contacto com o vinho ou champanhe, ou seja, todas as manutenções efetuadas não podem comprometer a segurança alimentar do produto. A realização dos procedimentos foi feita com o apoio do técnico da manutenção, validada pela direção e, posteriormente, foi testada, com sucesso, pelos operadores.

Para facilitar a compreensão das tarefas, na documentação foi utilizada a simbologia apresentada na Tabela 6.

Tabela 6- Simbologia utilizada na documentação da manutenção

Simbologia	Tarefa
	Controlo Visual
	Controlo Manual
	Controlo Auditivo
	Lubrificação
	Limpeza

Tabela 7-Plano de manutenção autónoma na secção da colagem

Periodicidade	Equipamento	Operação	Responsável	Ação
Turno (fim)	Máquinas de Colar	Limpeza	Operador	
Turno (2 em 2 horas)	Máquinas de Colar	Verificar centragem e colagem das rolhas.	Operador	
Turno (início)	Sensores	Regular	Operador	
Turno (início)	Máquinas de Colar	Verificar níveis de óleo	Operador	
Turno (início)	Manómetros	Verificar nível (entre 4 e 6 bar)	Operador	
Turno (2 em 2 horas)	Motores, engrenagens, chumaceiras e queimador	Verificar ruídos	Operador	
Semanal (sábado)	Máquinas de Colar	Limpeza	Operador	
Semanal (sábado)	Estufa	Limpeza	Operador	
Semanal (sábado)	Bombas da cola	Sangramento e limpeza	Operador	
Mensal	Vasos de condensação	Esvaziar vasos da máquina.		
--	Máquinas de Colar	Substituição de pinças	Operador	
--	Máquinas de Colar	Substituir cilindros	Operador	
--	Máquinas de Colar	Substituir sensores	Operador	
--	Máquinas de Colar	Mudar calibre da rolha	Operador	

Limpeza das bombas da cola - Procedimento Operacional Standard
Clean glue pumps - Standard Operating Procedure

Equipamento	Operação	Responsável
Bomba da cola (máquinas de colar)	Limpeza e Sangramento das bombas	Operador

Material: Balde com água quente.

Segurança operador: N/A

Segurança alimentar: Evitar o contacto da cola com a pista, pinças, corpos e discos.

Riscos: N/A

EPI's: 

Observações: O sangramento deve ser realizado sempre que a máquina deixa de trabalhar;

Fase	Procedimento	Imagem
1	Se a máquina estiver a produzir rolhas, desligar a alimentação do corpo e discos e a cola.	
2	Colocar a bomba da cola dentro de um balde com água quente.	
3	Ligar cola. <i>Nota:</i> Deve ser feito o sangramento até que os tubos deixem de estar brancos no seu interior.	
4	Limpar restos de cola acumulados na bomba, recipiente da cola e filtro.	

Mudar tamanho da rolha - Procedimento Operacional Standard
Change cork size - Standard Operating Procedure

Equipamento	Operação	Responsável
Máquinas de colar	Mudar tamanho da rolha	Operador

Material: Chave Umbrako 5mm; 88 parafusos M6; 11 pinças direitas e esquerdas; chave de boca 19.

Segurança operador: A operação tem de ser realizada com a máquina parada.

Segurança alimentar: N/A

Riscos: N/A

EPI's: 

Observações: N/A

Fase	Procedimento	Imagem
1	Se a máquina estiver a produzir rolhas, desligar a alimentação do corpo e discos e a cola.	
2	Retirar corpos do alimentador.	
3	Retirar as pinças que estavam a ser utilizadas e limpá-las. (chave Umbrako 5 mm)	
4	Primeiro ajuste da pista e entrada dos discos e corpos – utilizar um par de pinças (chave de boca 19 mm) <i>Notas:</i> Existem 6 pontos de afinação. A parte de baixo da pinça deve estar a meio do disco de baixo. Pista deve estar alinhada com o local de passagem da rolha para o calador.	
5	Colocar pinças, apertar e realizar o último ajuste. <i>Nota:</i> No aperto, utilizar o molde. (88 parafusos M6; chave Umbrako 5 mm)	
6	Verificar e ajustar cilindros e os alimentadores.	

Figura 39- Exemplo de POS de manutenção autónoma (colagem)

De forma a facilitar a execução das operações de manutenção autónoma, como é visível nas Figuras 40 e 41, foram colocadas marcações nas máquinas que estabelecem os limites de tolerância para acerto e estão em concordância com as tarefas do plano presente na Tabela 7.



Figura 40-Marcação dos manómetros



Figura 41-Marcação para controlo do nível de óleo

Como foi referido em 4.2.1, na secção da colagem ocorrem muitas microparagens em consequência de afinações erradas realizadas no início de cada turno. De forma a diminuir este número e aumentar o desempenho das máquinas foi criada uma *checklist*, visível na Tabela 8, com as afinações e inspeções que são necessárias no início de cada turno e a respetiva localização. A *checklist* é realizada pelo operador do turno e este que deve marcar as operações realizadas e documentar alguma anomalia encontrada na zona das observações.

Tabela 8-*Checklist* de afinações e verificações a realizar no início do turno

Local	Operação	Ação	Responsável	☒	Observações
Moegas	Verificar se existem corpos e discos		Operador do turno		
Vibradores	Afinar sensores (observação dos discos rejeitados)		Operador do turno		
	Ligar e ajustar vibração		Operador do turno		
Tapetes	Alinhar na zona do vibrador e da pista		Operador do turno		
Entrada dos discos na pista	Alinhar entrada com a pista		Operador do turno		
Entrada dos corpos na pista	Alinhar entrada com a pista		Operador do turno		
Bomba da cola	Encher com cola		Operador do turno		
Doseador da cola	Verificar limpeza		Operador do turno		
Estufa	Verificar que as portas estão fechadas.		Operador do turno		
Calcadores	Verificar centragem das rolhas		Operador do turno		
Contentor	Verificar colagem das rolhas		Operador do turno		

Além disso, verificaram-se grandes acumulações de cola ao longo do turno que afetam o correto funcionamento das máquinas. Assim, como é possível observar no Anexo GI, foi criado um plano de limpeza detalhado para que as condições ótimas da máquina pudessem ser mantidas. Apesar de este se ter verificado eficaz, considerou-se relevante o estudo de outras soluções no mercado para que a limpeza fosse mais rápida de executar e com melhores resultados. Assim, foram encontradas e propostas duas hipóteses, nomeadamente, a limpeza com jatos de gelo seco ou com máquina a vapor. Estas opções permitem uma limpeza mais

rápida e eficaz e estão em concordância com os requisitos da indústria corticeira, nomeadamente a compatibilidade com a indústria alimentar e o facto de não danificarem a máquina. Apesar destas não terem sido introduzidas durante o período da dissertação serão testadas num futuro próximo uma vez que é possível reduzir o valor desta perda de disponibilidade e consequentemente, aumentar a produção média diária.

Outro fator referido na descrição da situação inicial diz respeito à perda de informação resultante da execução de manutenções pelos operadores que não eram transmitidas aos técnicos da manutenção. Foi criado um documento (Figura 42), para os operadores registarem manualmente as manutenções que realizam e que não constam nos seus planos de manutenção autónoma. Assim, sabe-se que operações foram executadas nos equipamentos em todos os turnos, fazendo com que os técnicos operem e tomem decisões com base nesses dados. Além disso, é possível criar um histórico de falhas mais completo e fiável para que, no futuro, possam ser definidos objetivos e ações de melhoria.

REGISTO INTERVENÇÕES (OPERADOR)

Área: Retificação
 Problema: Aspiração
 Causa possível: excesso pó nas mangas
 Intervenção feita: Desentupimento das mangas e do silo grande pó.
 Início (Data e Hora): 13H00 DIA 01-03-17
 Fim (Data e Hora): 13H45 DIA 01-03-17
 Responsável: Alexandre

Área: Colagem
 Problema: Sensor na embalagem da corrente
 Causa possível: esforço na corrente
 Intervenção feita: manutenção na corrente
 Início (Data e Hora): 06-3-17 14H45min
 Fim (Data e Hora): 06-3-17 16H00
 Responsável: Alexandre

Figura 42-Folha de registo da manutenção autónoma

Por fim, a realização dos planos de manutenção autónoma, *checklists* e procedimentos envolveu tanto operadores como técnicos da manutenção, o que aumentou a qualidade dos mesmos. Além disso, foi dada formação aos trabalhadores para que as operações pudessem ser executadas corretamente.

4.5 Manutenção Preventiva

Relativamente à manutenção preventiva, através da leitura dos manuais das máquinas, da informação recolhida no *gemba* e do conhecimento dos técnicos da manutenção, foram criados os planos preventivos para a colagem e retificação visíveis na Tabela 9 e no Anexo J, respetivamente. A sua realização permitiu que a informação fosse transferida para o *software* de gestão da manutenção (ManWinWin) e, embora não se tenha iniciado a utilização deste programa durante o período da dissertação, a informação colocada tornou-o mais completo e pronto para iniciar a sua função. O ManWinWin trará inúmeras vantagens para a equipa da manutenção tais como, a eliminação dos processos manuais, a criação de uma base de dados centralizada, a eliminação de atrasos devido à existência de alertas para a realização das manutenções preventivas e a apresentação de indicadores para futura análise e implementação de ações de melhoria. Além disso, as máquinas foram codificadas e a identificação foi colocada no programa e nas máquinas, facilitando a documentação das avarias e o reconhecimento dos equipamentos.

Tabela 9-Planos de manutenção preventiva na secção da colagem

Periodicidade	Equipamento	Operação	Responsável	Ação
1 mês	Máquinas de Colar	Lubrificar veio da excêntrica	Técnico da Manutenção	
	Máquinas de Colar	Lubrificar chumaceiras dos compensadores	Técnico da Manutenção	
	Máquinas de Colar	Lubrificar chumaceiras da cabeça e lateral	Técnico da Manutenção	
	Máquinas de Colar	Trocar pernos da cabeça	Técnico da Manutenção	
2 meses	Máquinas de Colar	Lubrificar chumaceiras da estufa	Técnico da Manutenção	
3 meses	Máquinas de Colar	Lubrificar e verificar estado de tensão da corrente e esticador e verificar fugas	Técnico da Manutenção	
	Máquinas de Colar	Verificar fugas e bom funcionamento do redutor	Técnico da Manutenção	
	Máquinas de Colar	Verificar estado da correia de tração do redutor	Técnico da Manutenção	
	Máquinas de Colar	Verificar estado de desgaste e lubrificar came	Técnico da Manutenção	
	Máquinas de Colar	Verificar tensão da correia do ventilador do queimador	Técnico da Manutenção	
6 meses	Máquinas de Colar	Lubrificar chumaceiras das girafas	Técnico da Manutenção	

Como complemento aos planos preventivos, foram feitos os respetivos POS, exemplo observável na Figura 43, que serão utilizados pela equipa da manutenção, contribuindo para um aumento da confiança na execução das suas tarefas e permitindo que diferentes técnicos possam executar trabalhos distintos, não se limitando apenas à execução das mesmas tarefas. Além disso, facilita a entrada e integração de novos técnicos da manutenção na empresa uma vez que as tarefas que estes devem executar possuem o seu procedimento documentado, com figuras explicativas, os materiais necessários, os locais da intervenção e o tempo necessário para a sua realização. No total foram criados 33 POS de manutenção preventiva, sendo que parte deles estão presentes no Anexo K.

Manutenção Preventiva - Procedimento Operacional Standard					
Preventive Maintenance - Standard Operating Procedure					
Equipamento	Máquinas de Colar	Operação	Lubrificar e verificar estado de tensão da corrente e esticador e verificar fugas	Responsável	Técnico da Manutenção
Duração Prevista	20 min	Legenda	Controlo Visual Controlo Manual Lubrificação		
Materiais:	Maua de lubrificar EP4 2; Gambiarra; Chave universal (5mm); Chave de boca (22 mm), no caso de ser necessário esticar a corrente.				
Segurança operador:	As operações têm de ser realizadas com a máquina parada.				
Segurança alimentar:	Evitar o contacto do lubrificante com a pele, roupas, corpos e discos.				
Riscos:	N/A				
EPI's:	20%				
Observações:	Garantir que não existe mistura de lubrificantes na bomba. Registar a operação, o tempo utilizado e qualquer anomalia encontrada.				
Fase	Procedimento	Imagem			
1	Localizar, na máquina, o local da intervenção e preparar as ferramentas necessárias.				
2	Retirar blindagem traseira				
3 A	Verificar tensão da correia				
3 B	No caso de não ser a ideal, esticar a corrente.				
4	Verificar a existência de fugas				
5	Verificar estado de lubrificação e colocar maua de lubrificar na correia caso se ache necessário.				
6	Colocar blindagem e montar.				

Figura 43-Exemplo de POS de manutenção preventiva (colagem)

À semelhança dos planos de manutenção autónoma, a periodicidade dos planos de manutenção preventiva foi definida com base nos manuais das máquinas e na opinião dos operadores e técnicos da manutenção. O modelo criado é semelhante ao utilizado na manutenção autónoma e os POS englobam informações acerca da segurança do operador e alimentar, materiais a utilizar, duração da intervenção, o seu procedimento e informações que se consideraram relevantes. Na maioria das lubrificações é necessário ter-se cuidado para que não ocorra mistura de lubrificantes pois as máquinas utilizam diferentes produtos por exemplo, massas lubrificantes para altas e baixas temperaturas (para chumaceiras dentro ou fora da estufa) e compatíveis ou não com os requisitos da indústria alimentar (no caso do local a lubrificar estar perto de uma zona de passagem de rolhas ou não). No que diz respeito à segurança do operador, na maioria das operações de manutenção preventiva, as máquinas devem ser colocadas em modo “paragem de emergência” para que nenhum operador as ponha a funcionar acidentalmente, ferindo o técnico da manutenção. Após a realização dos procedimentos, estes foram validados pela direção e, posteriormente, foram testados, com sucesso, pelos técnicos da manutenção.

Por fim, para facilitar a localização dos pontos para a execução de manutenção preventiva, como é possível observar na Figuras 44 e 45, foram colocadas marcações com a ilustração da respetiva ação e que estão em concordância com os símbolos presentes nos planos preventivos.

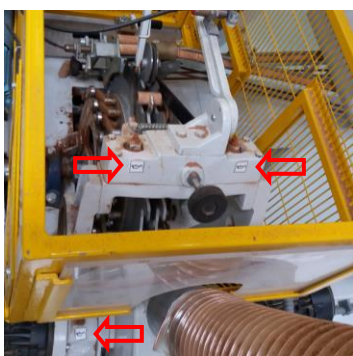


Figura 44-Exemplo de gestão visual realizada na retificação (topejadeira)



Figura 45-Exemplo de gestão visual realizada na colagem

4.6 Melhorias 5S

Relativamente à implementação de ferramentas 5S, embora não tenham sido muito desenvolvidas na presente dissertação, foram realizadas algumas melhorias nesta área que estão presentes nas Figuras 46, 47, 48 e 49 e que permitiram criar e manter um espaço de trabalho mais limpo e organizado.



Figura 46-Zona de apoio às máquinas de colar (antes)



Figura 47-Zona de apoio às máquinas de colar (depois)



Figura 48-Mesa de apoio às secções da colagem e da retificação após implementação de 5S



Figura 49-Marcação do painel das máquinas de colar

Zona de apoio às máquinas de colar

Esta área serve essencialmente de apoio às máquinas de colar e à sua limpeza no final do turno pois é neste local que estão armazenados os materiais necessários para a realização desta tarefa e onde o operador pode encher os baldes com água para limpar as máquinas. Além disso, como este é o único ponto de água na fábrica, os operadores das restantes secções também utilizam este local quando necessitam de lavar as mãos ou alguns materiais. Este local armazena ainda materiais de limpeza da secção da retificação (por exemplo, panos e vassouras) porque as duas áreas se encontram no mesmo pavilhão.

A falta de marcações, organização e cuidado em manter o espaço limpo faziam com que este estivesse constantemente sujo, com o material fora do seu lugar ou mesmo que muito do material desaparecesse. Para colmatar estas falhas, após uma limpeza inicial do espaço, foram colocadas marcações no chão para colocar os diversos materiais e a sua respetiva identificação. Após a aplicação destas melhorias 5S, este espaço manteve-se limpo e organizado ao longo do tempo, como é visível na Figura 47.

Mesa de apoio às secções da colagem e retificação

Esta mesa é utilizada pelo responsável da colagem e retificação e por todos os operadores destas secções para colocar as ordens de trabalho e os materiais que necessitam. Além disso, tem também um computador utilizado para retirar as ordens de produção.

Numa fase inicial foram eliminados da mesa todos os materiais que não eram utilizados pelo operador. Posteriormente definiu-se o que devia estar presente e qual a melhor forma de organizar a mesa. Esta fase foi feita com base na opinião dos operadores e através da observação das tarefas realizadas por eles no dia-a-dia. Por fim, foi definido o local de cada coisa e foram colocadas as marcações nas mesas e as respetivas identificações. Além disso, foi também criado um espaço para as ordens de trabalho por realizar, concluídas e em execução sendo que estas últimas foram dispostas por secção e por linha de produção.

Painel das máquinas de colar

O painel das máquinas de colar é utilizado pelos operadores para ligar a máquina e os diferentes elementos que esta possui, como por exemplo, os tapetes dos discos, a cola e a saída de discos e corpos. A marcação efetuada das máquinas permitiu aos operadores saberem facilmente a que corresponde cada um dos botões e agir rapidamente. Apesar da melhoria introduzida, esta pode ser facilmente danificada aquando de várias limpezas do painel com água e detergente. Para evitar a degradação da marcação propôs-se que esta fosse feita no próprio painel com relevo e não através de uma placa colada. Apesar de esta não ter sido feita durante o período da dissertação, os materiais necessários para realizar da marcação com relevo foram encomendados pela equipa da manutenção para que esta fosse realizada.

5 Principais resultados

Relativamente à introdução do cálculo do OEE, foi possível iniciar um histórico de dados fiável, que se tornou essencial na identificação dos problemas e das oportunidades de melhoria e permitiu avaliar os resultados obtidos nesta dissertação. Além disso, possibilitará a comparação de atividades que ocorrem em diferentes janelas temporais e a tomada de decisões com base em dados quantitativos e concretos.

Após a execução da manutenção corretiva pelos técnicos da manutenção e posterior implementação das ações de melhoria apresentadas na secção 4.3 (introdução de lubrificação automática, calcadores feitos em alumínio e revestidos a teflon, sensor de temperatura no marcador das rolhas e controlo das lixas e tamanho dos chanfros) as causas que despoletaram as paragens não planeadas devido a avarias, apresentadas na secção 4.2.3, não se voltaram a verificar.

Além disso, como é observável pela Figura 50, as melhorias introduzidas nas ponçadeiras da secção da retificação permitiram reduzir o número de encravamentos em 20 % o que diminuiu a quantidade de deslocações do operador à máquina, fazendo com que este se focasse em tarefas mais importantes. Relativamente ao sistema de remoção contínua de pó dos sensores, apesar de não existir documentação sobre o número de paragens relacionadas com este fator, antes e depois da implementação, os operadores afirmaram que as microparagens devido a erros nos sensores diminuíram. A evolução do OEE da colagem que será apresentado adiante, mais especificamente o indicador de desempenho desta secção comprova o efeito positivo desta ação.

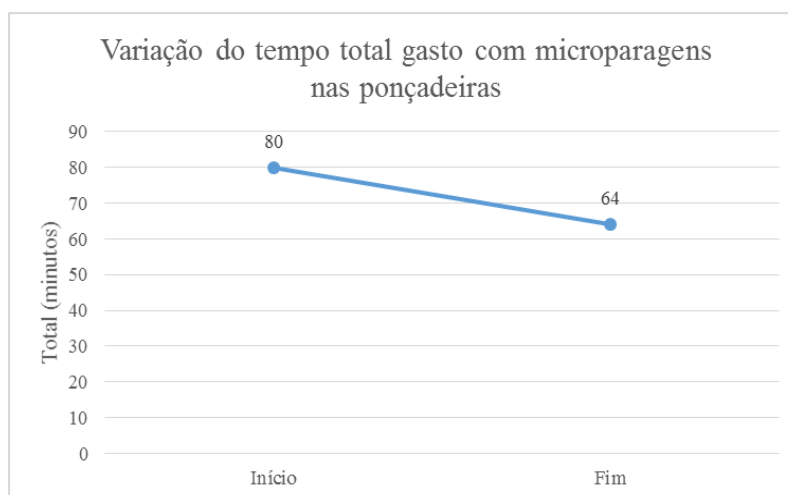


Figura 50-Variação do tempo gasto em microparagens (encravamentos) nas ponçadeiras da secção da retificação

A implementação de sistemas de lubrificação automática, como projeto piloto, reduziu o número de manutenções a realizar pelos técnicos da manutenção, como se conclui da Figura 51, possibilitou a lubrificação de pontos de difícil acesso e permitirá que esquecimentos de lubrificação não afetem a fiabilidade das máquinas pois estas estarão sempre em contacto com o lubrificante. No futuro, como se pode observar na Figura 52, se a lubrificação automática for colocada em todos os pontos de lubrificação das áreas de atuação, será possível diminuir número de manutenções preventivas a realizar em 70 % e 23 % (59 e 53% do tempo total planeado) na colagem e retificação, respetivamente.

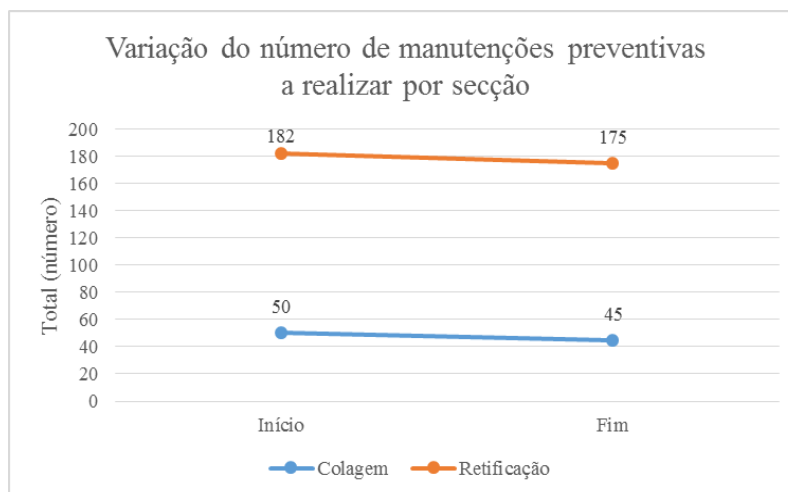


Figura 51-Variação no número de manutenções preventivas a realizar na colagem e retificação

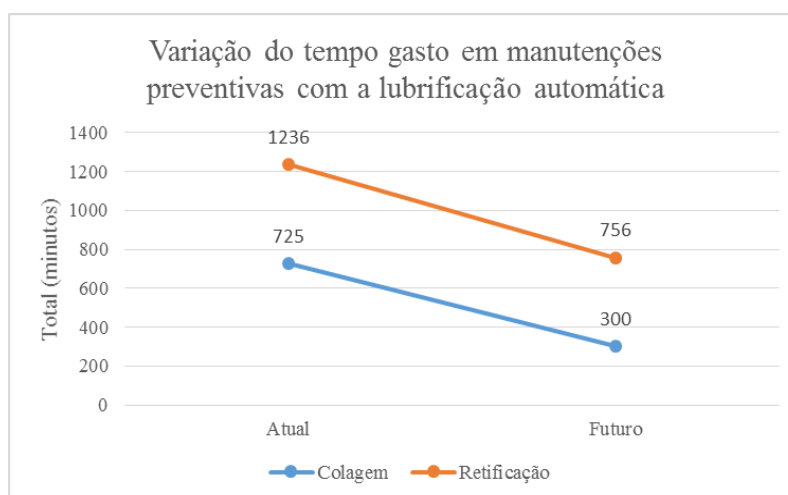


Figura 52-Variação futura do tempo total gasto na realização de manutenções preventivas na colagem e retificação

A introdução de calçadores feitos em alumínio e revestidos a teflon permitiu que não voltassem a ocorrer microparagens com origem em pinças partidas e emergências primárias (calçadores defeituosos).

Em relação à marcação das rolhas na colagem, após a introdução de um sensor que controla a temperatura do marcador, a perda de qualidade associada a retrabalho, documentada em fevereiro (cerca de 2%) no registo do OEE, não se voltou a verificar, como se conclui através da Figura 53. Em janeiro de 2017 ocorreu também uma avaria semelhante no entanto, o número de horas de retrabalho não foram documentadas pelos operadores, razão pela qual não são apresentadas Figura 53.

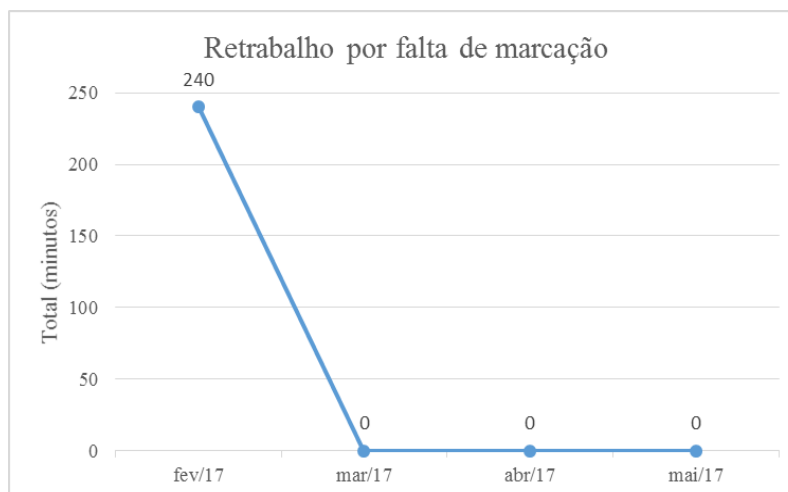


Figura 53-Evolução do tempo total (minutos) de retrabalho entre fevereiro e maio de 2017

Por fim, o controlo das lixas feito através da ficha criada e o instrumento para medir o tamanho dos chanfros permitiu que, durante o período da dissertação, não se repetissem as falhas nos ângulos do chanfro associadas a desgaste de lixas.

Os planos de manutenção autónoma e os respetivos procedimentos facilitaram o dia-a-dia dos operadores na execução das suas tarefas e aumentaram a sua consciencialização acerca das operações que têm de realizar. Além disso, a *checklist* de ajustes a realizar no arranque da máquina diminuiu a frequência de microparagens e melhorou a afinação da máquina, reduzindo os tempos de deslocações desnecessárias, refletindo-se no desempenho da secção. Por fim, a marcação dos manómetros e dos níveis de óleo facilitou a execução dos planos de manutenção autónoma pelos operadores.

A criação dos planos preventivos permitiu melhorar o sistema de manutenção preventiva (ManWinWin) que será introduzido na CSP 4 num futuro próximo. A implementação e cumprimento dos planos permitirá, no longo prazo, reduzir o número de paragens não planeadas devido a avarias, aumentando a fiabilidade das máquinas. Além disso, os procedimentos criados facilitaram o trabalho da equipa da manutenção e permitirão aumentar a diversidade dos trabalhos realizados por cada um dos técnicos. A marcação das máquinas, feita no seguimento dos planos preventivos, permitiu reduzir o tempo de execução das manutenções e localizar rapidamente os seus locais.

As melhorias 5S introduzidas e os planos de limpeza detalhados permitiram manter a limpeza, ordem e organização dos espaços e reduzir o tempo de procura dos materiais necessários. Os operadores dão maior importância à organização, limpeza e preservação dos equipamentos o que, no longo prazo, poderá aumentar a fiabilidade dos mesmos. Além disso, o ambiente de trabalho tornou-se mais limpo, seguro e agradável, aumentando a motivação dos colaboradores. Estes tomaram conhecimento das ferramentas e dos pilares do TPM, percebendo as melhorias que esta metodologia pode trazer, o que é fundamental para a continuação da implementação do TPM.

O trabalho desenvolvido na secção da colagem refletiu-se na evolução positiva do OEE e dos seus indicadores (disponibilidade, desempenho e qualidade) como se pode observar na Figura 54. O incremento no OEE foi de 7% (variação média entre fevereiro e maio e março e junho) e a disponibilidade aumentou cerca de 3% no entanto, esta variação não foi muito elevada uma vez que nos últimos dois meses ocorreram cerca de 6 perdas de disponibilidade com duração média de uma hora associadas a falhas de matéria-prima (cálculo descrito na secção 4.1) devido a discos e corpos com elevados níveis de TCA ou a atrasos na aprovação dada pelo controlo de qualidade.

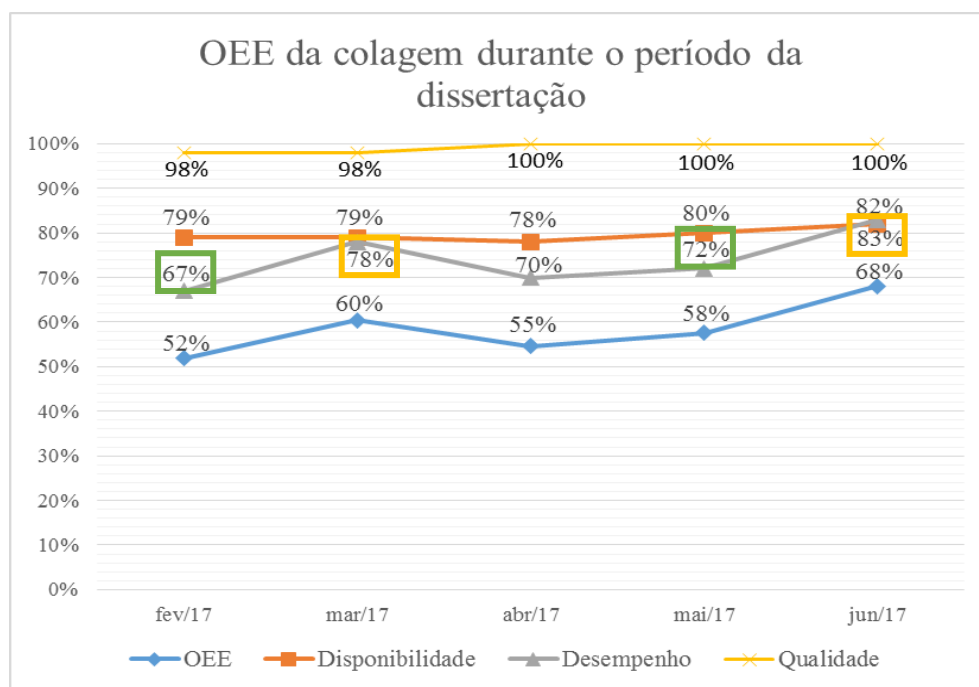


Figura 54-Variações do OEE e dos respetivos indicadores (fevereiro a junho de 2017)

Relativamente ao desempenho desta secção, este varia de mês para mês de acordo com o operador que está no turno da manhã. Assim, a variação deste indicador deve ser analisada nos meses em que está o mesmo operador (fevereiro e maio, março e junho), verificando-se que, em ambos os casos, o desempenho aumenta 5% mas o operador que trabalhou nos meses de março e junho é o mais eficiente da secção. De forma a diminuir cada vez mais as diferenças entre os operadores, os procedimentos e *checklists* realizadas devem ser seguidas por todos. Assim, todos os trabalhadores poderão ter um maior conhecimento das máquinas e ajusta-las corretamente, diminuindo o número de microparagens e as diferenças significativas que existem entre eles.

Na secção da retificação, como se conclui da Figura 55, as melhorias introduzidas permitiram uma redução de 10 % no tempo perdido em ajustes, regulações, retificação das mós e microparagens por turno e linha de produção. Esta diminuição corresponde a um decréscimo de 3% na percentagem de tempo de paragem por linha e turno (perdas de disponibilidade devido a ajustes e perdas de desempenho associadas a microparagens), passando de 33% para 30 %.

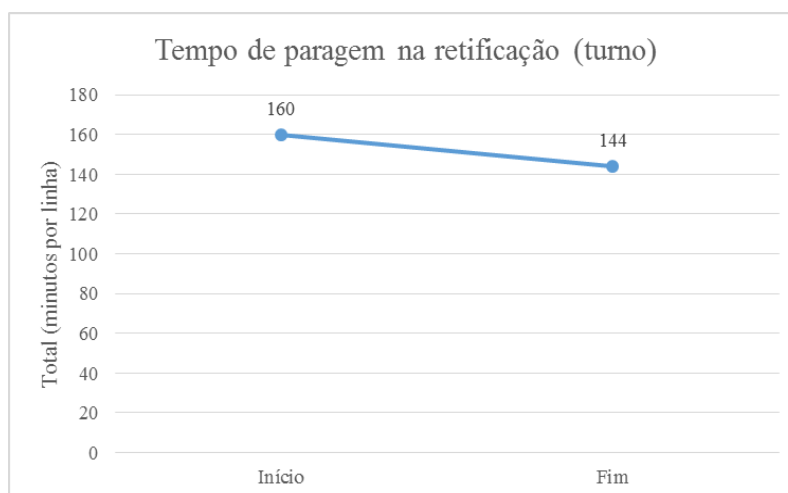


Figura 55-Variação do tempo perdido na retificação (turno e linha)

6 Conclusões e perspectivas de trabalho futuro

A metodologia TPM é cada vez mais importante para as empresas uma vez que, quando implementada corretamente, origina aumentos na competitividade e produtividade, através da melhoria dos processos, diminuição das perdas e envolvimento de todos os colaboradores. No entanto, para que possam ser disponibilizados os recursos necessários ao seu correto desenvolvimento, é essencial que toda a organização entenda o potencial e as vantagens do TPM e que este seja uma prioridade para a empresa.

A dissertação incidiu essencialmente nos pilares da melhoria contínua, manutenção autónoma e preventiva do TPM nas áreas da colagem e retificação, secções com o maior número de avarias, com elevada sujidade e grande taxa de microparagens. O projeto permitiu introduzir, na empresa e na secção da colagem, o cálculo da eficiência operacional que, durante o período de estudo, aumentou cerca de 7 % devido a incrementos de disponibilidade em 3 % e de desempenho de 5%. Na retificação diminuiu-se a percentagem de tempo de paragem (perdas de disponibilidade devido a ajustes e perdas de desempenho associadas a microparagens) por linha e turno em 3%, passando de 33 para 30%.

Ao longo do projeto foi possível perceber a complexidade do processamento da cortiça uma vez que todos os procedimentos têm de ser executados corretamente para que não existam perdas durante o processo. Além disso, por vezes existem atrasos na produção e perdas de disponibilidade uma vez que este material necessita de passar por um elevado número de testes de controlo de qualidade e processos que asseguram determinadas especificações (por exemplo, estabilização após a colagem) para garantir níveis corretos de TCA, humidade, dimensão, entre outros.

As melhorias introduzidas permitiram que as avarias que as originaram não se repetissem e que o número de microparagens diminuísse, fazendo com que o operador se deslocasse menos vezes às máquinas. No futuro, estas e outras ações implementadas permitirão aumentar a fiabilidade das máquinas.

O trabalho executado na área da manutenção autónoma e preventiva, nomeadamente a realização dos planos de manutenção autónoma e preventiva, os respetivos procedimentos *standard* e a marcação das máquinas permitiu simplificar os trabalhos realizados pelos técnicos da manutenção e pelos operadores, reduzir o tempo necessário para a concretização das suas tarefas e torna-los capazes de executar um maior número de funções. Além disso, a definição da sua periodicidade e a futura utilização do programa ManWinWin evitará que ocorram esquecimentos na realização de manutenção preventiva.

Os elementos 5S e a gestão visual permitiram melhorar a ordem, limpeza e organização, criando um ambiente de trabalho mais fácil e agradável o que aumentou a motivação dos colaboradores.

Apesar dos resultados positivos obtidos qualitativa e quantitativamente, ainda existem muitas melhorias a implementar nas secções da colagem e retificação para aumentar a disponibilidade e desempenho das mesmas. O registo do OEE poderá ser feito diretamente no computador da secção, para evitar perdas de tempo e informação associadas à passagem da informação do papel para o computador e para que se obtenha o seu valor em tempo real.

Como perspectivas futuras, é relevante a continuação da implementação dos pilares de melhoria contínua, manutenção autónoma e preventiva nas secções de atuação e na restante fábrica mas seguindo uma abordagem mais metódica. Além disso, deve-se manter o acompanhamento e o registo da eficiência operacional na colagem e estender esta medição às restantes secções da unidade industrial de forma a reconhecer as principais perdas e agir com

o intuito de as eliminar. Assim, será possível ter um histórico de dados para que se possam basear decisões em dados quantitativos e fiáveis.

Além disso, uma aposta da empresa na formação dos operadores poderá conduzir a que haja uma verdadeira cultura de mudança e de melhoria. São eles que estão constantemente em contacto com as máquinas e que, por isso, possuem uma percepção única da realidade. A formação permitirá criar uma matriz de competências para os operadores e técnicos da manutenção de forma a aumentar os seus conhecimentos e para que possam realizar um maior número de tarefas e mais complexas.

A implementação dos 5S e da manutenção autónoma deve ser uma prioridade para a empresa, no sentido de reduzir os desperdícios presentes nas diferentes secções da fábrica e de tornar os operadores mais autónomos para agirem aquando de paragens não planeadas.

A periodicidades definidas para a manutenção autónoma e preventiva podem e devem ser revistas especialmente nos primeiros tempos, em função do registo das ocorrências e manutenções corretivas realizadas para se entender se estão ou não a ser eficazes.

Relativamente à manutenção preventiva, é necessário que os planos criados continuem a ser executados com a periodicidade indicada, que sejam revistos os planos das restantes secções da unidade industrial e que o *software* ManWinWin seja introduzido com celeridade. Assim, será possível ter um maior controlo sobre o estado da manutenção preventiva nas diferentes secções da empresa e reduzir o número de avarias.

Por fim, sendo a questão da continuidade muito focada por Nakajima, que considera o TPM como um projeto de longo prazo, espera-se que o trabalho realizado continue a ser desenvolvido, que traga melhorias e que seja estendido para as restantes secções da empresa. Além disso, espera-se que os valores obtidos com o registo e cálculo do OEE possam ser usados pela empresa com o intuito de aumentar a produção e facilitar o dia-a-dia dos colaboradores.

Referências

- "Cork Supply Portugal: A Nossa Empresa.". último acesso: fevereiro 2017. <https://www.corksupply.pt/pt/a-nossa-empresa/>.
- Institute, K. 2014. "16 types of loss in Gemba.". último acesso: março 2017. <https://kaizeninstituteindia.wordpress.com/2014/06/02/16-types-of-loss-in-gemba/>.
- Almada-Lobo, Bernardo. 2016. "Maintenance Management: Acetatos de apoio às aulas".
- Borris, Steven. 2006. *Total Productive Maintenance: Proven strategies and techniques to keep equipment running at peak efficiency.*: McGraw-Hill.
- Cabral, José Paulo Saraiva. 2006. *Organização e Gestão da Manutenção*: Lidel.
- Imai, Masaaki. 2012. *Gemba Kaizen*: McGrawHill.
- ISQ. 2007. Terminologia da manutenção NP EN 13306: 2007.
- Komatsu, M. 1999. *What is Autonomous Maintenance*: JIPM TPM 12.
- Leflar, James. 2001. *Practical TPM*: Portland, OR, Productivity Press.
- Lixia, Chen e Meng Bo. 2008. "How to Make 5S as a Culture in Chinese Enterprises." *International Conference on Information Management, Innovation Management and Industrial Engineering*.
- Mobley, R. K. 2002. *An Introduction to Predictive Maintenance*, Butterworth-Heinemann.
- Muchiri, P., et al. 2010. "Development of maintenance function performance measurement framework and indicators.". *International Journal of Production Economics*.
- Nakajima, S. 1988. *Introduction to Total Productive Maintenance.*: Cambridge, MA, Productivity Press.
- Nakajima, S. 1990. *Total Productive Maintenance ou "Zero Avarias"*, Seminário Internacional de TPM
- Pomorski, Thomas R. 2004. "Total Productive Maintenance (TPM): Concepts and Literature Review." *Principal Consulting Engineer Brooks Automation*.
- Ramayah, T., Muhamad Jantan e Mohd Mustapha Hassan. 2002. "Change Management and Implementation of Total Productive Maintenance: An Exploratory Study of Malaysian Manufacturing Companies."
- Robinson, C. J. e A. P. Ginder. 1995. *Implementing TPM: The North American Experience*: Portland, OR, Productivity Press.
- Sharma, Ashok K. , Shudhanshu e Awadhesh Bhardwaj. 2012. "Manufacturing performance and evolution of TPM." *International Journal of Engineering Science and Technology* 4.
- Shirose, Kunio. 1996. *TPM Total Productive Maintenance New Implementation Program in Fabrication and Assembly Industries*: Japan Institute Of Plant Maintenance.
- Singh, Ranteshwar, Ashish M. Gohil, Dhaval B. Shah e Sanjay Desai. 2013. "Total Productive Maintenance (TPM) Implementation in a Machine Shop: A Case Study." *Procedia Engineering*. doi: 10.1016/j.proeng.2013.01.084.
- Suzuki, Tokutaro. 1994. *TPM in Process Industries*: Portland, OR, Productivity Press.
- Tajiri, M. e F. Gotoh. 1992. *TPM Implementation - A Japanese Approach*: New York, McGraw Hill.

- Takahashi, Yoshikazu e Takashi Osada. 1990. *Total Productive Maintenance*. Vol. 1º: Asian Productivity Organization.
- Willmott, Peter. 1994. *Total productive maintenance. The Western way*: Oxford; Boston: Butterworth-Heinemann.
- Willmott, Peter e Dennis McCarthy. 2001. *TPM - A Route to World-Class Performance*. Vol. 1º: Oxford: Butterworth Heinemann.

Anexo A: Tipos de rolhas técnicas

Designação	Descrição	Figura
Aglomerado 1+1 (Rolha para vinho)	Rolha técnica de gama alta com uma neutralidade fiável e um desempenho consistente. É composta por um corpo de aglomerado de cortiça unido a um disco de cortiça natural em cada extremo. Os discos são tratados com o processo exclusivo da CS, Innocork®, sistema de extração de TCA, obtendo-se um desempenho sensorial máximo. Como resultado, são esteticamente semelhantes à cortiça natural com excelentes propriedades vedantes, sem variações encontradas na natureza.	
Micro 1+1 (Rolha para vinho)	Rolha técnica com excelentes propriedades mecânicas, fornecendo um desempenho constante e de alta fiabilidade. É composta por um corpo de microaglomerado de cortiça e dois discos de cortiça natural, um em cada extremidade. Todos os discos são tratados com o processo Innocork®.	
Micro 0,5-1,0 mm (Rolha para vinho)	Rolha técnica com excelente performance mecânica e uma capacidade de vedação exemplar que é composta por um corpo de cortiça aglomerado, com microgrânulos de 0,5-1,0mm. O seu desempenho mecânico e sensorial torna-a numa referência de eleição no mercado das rolhas técnicas. Pode ser apenas Micro 0,5-1,0 ou VINC +, quando se garante reduzidos níveis de TCA (inferior ou igual a 0,5 ng/L em cada rolha).	
Micro 0,5-2,0 mm (Rolha para vinho)	Rolha técnica com excelente performance mecânica e uma elevada neutralidade organolética permitindo uma capacidade de vedação exemplar. É composta por um corpo de cortiça aglomerado, com microgrânulos de 0,5-2,0mm, elaborada através da tecnologia de moldação individual. Pode ser apenas Micro 0,5-2,0 ou VINC, quando se garante reduzidos níveis de TCA (inferior ou igual a 0,5 ng/L em cada rolha).	

Aglomerado 0+0 (Rolha para vinho)	Rolha técnica com boa performance mecânica e uma elevada neutralidade organolética permitindo uma capacidade de vedação exemplar. É composta por um corpo de aglomerado de cortiça e não possui discos de cortiça natural.	
Champagne 0+2 (Rolha para Champagne)	Rolhas técnicas de gama alta compostas por um corpo de aglomerado de cortiça e dois discos de cortiça natural na extremidade de contacto com o vinho. Todos os discos são tratados com o processo Innocork®. Esta rolha é o vedante de eleição para os melhores champagnes e espumantes do mundo. Garante uma regularidade de comportamentos a nível de força de compressão e força de extração, conservando toda a efervescência do espumante.	
Micro Cuveé (Rolha para Champagne)	Rolha técnica com excelente performance mecânica e uma elevada neutralidade organolética permitindo uma capacidade de vedação exemplar. É composta por um corpo de cortiça aglomerado, com micro-grânulos de 0,5-2,0mm. Pode ser apenas Micro Cuveé ou VINC Cuveé, quando se garante reduzidos níveis de TCA (inferior ou igual a 0,5 ng/L em cada rolha).	

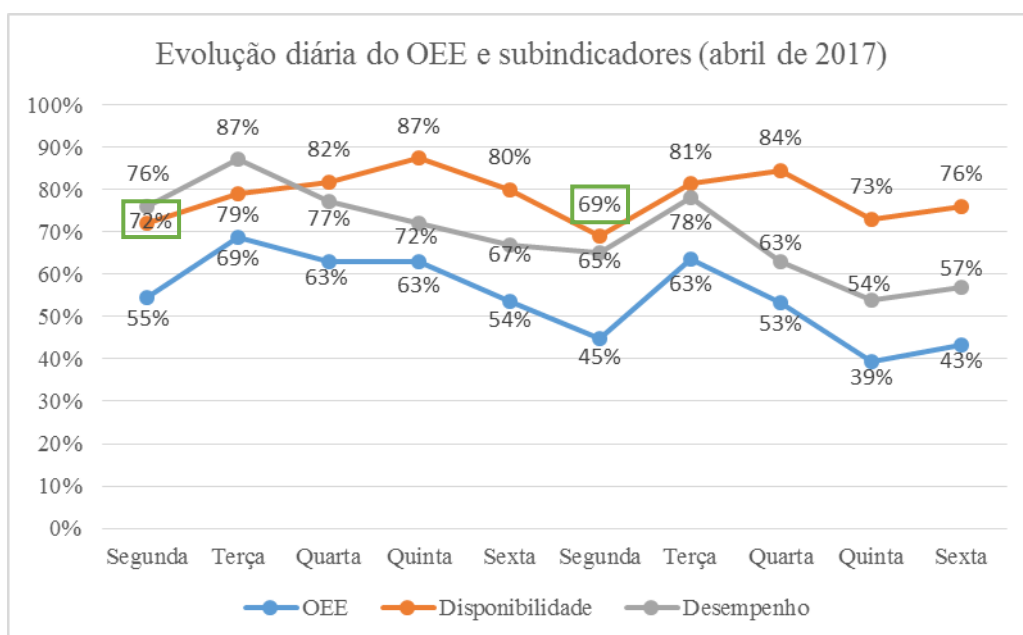
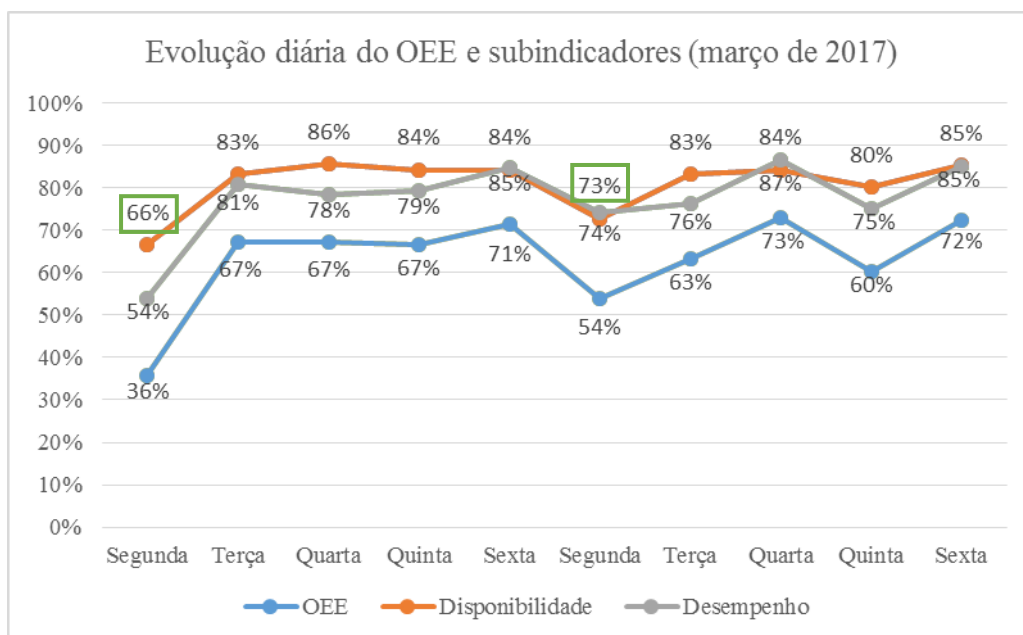
Anexo B: Histórico de avarias da CSP 4 (minutos de paragem)

			2016	2017			Total
Seção	Equipamento	Sintoma	nov/dez	jan	fev	mar	
Caldeiras	Caldeira n.º 1	Pressão excessiva/mínima - Varetas nível com sujidade	630				630
Caldeiras	Caldeira n.º 3	Disparo diferencial - Água do nível na ficha da válvula - Ficha em curto	360				360
Caldeiras	Caldeira temofluido	controlador de temperatura		240			240
Retificação	Chanfradeira 2	Disco 2 e alimentador não funciona - contactores			180		180
Retificação	Chanfradeira 2	Folga nas tampas do motor			180		180
Retificação	Chanfradeira 2	Máquina não liga - térmicos dos mototres			120		120
Retificação	Chanfradeira 4	Rolhas partidas - Ajuste da guia paralela			120		120
Retificação	Chanfradeira 4	Alimentador parte rolhas				60	60
Retificação	Chanfradeira 4	Chanfro torto				180	180
Retificação	Chanfradeira 5	Chanfro torto				120	120
Retificação	Chanfradeira 7	Guia do parafuso com ressalto		60			60
Retificação	Chanfradeira 7	Falha nos ângulos do chanfro			1080		1080
Retificação	Topojadeira 5	Falha na célula TL80		120	120		240
Retificação	Topojadeira 7	relé temporizador avariado - OMROM HYN-2 24 VAC		120			120
Retificação	Topojadeira 6	Inverter sentido das serras		120			120
Retificação	Topojadeira 5	Variador mecânico de velocidade avariado (sem stock)		1080			1080
Retificação	Ponçadeira 6	Tirante esticador partido		120			120
Retificação	Ponçadeira 6	Vibrador - contactor		120			120
Retificação	Ponçadeira 7	Rolamento gripado		120			120
Retificação	Aspiração rectificação	Tubagem entupida			300		300
Retificação	Aspiração rectificação	Tubagem entupida				540	540
ETAR	ETAR	Tubagem entupida		160	450		610
ETAR	ETAR	Alarme - Não liga - Nível da sonda floclante alterada durante as obras			120		120
Inspeção visual	Escolha manual 3	Rolo não anda - afinar rolo e pinos em borracha			60		60
Remoagem	Filtro n.º 2	Válvula rotativa sem chaveata		120			120
Remoagem	Filtro pó remoagem	rolamento gripado		180			180
Remoagem	Máquina densimétrica 3	Apoio motor partido			120		120
Lavação	Lavação	Electroválvula do R44 - cristalização	180				180
Lavação	Lavação 1	Existência de discos no fundoPorta tambor empenado	90				90
Lavação	Lavação 1	Balança pesa a mais - Reset ao equipamento		60			60
Lavação	Lavação 1	Fuga de óleo				30	30
Colagem	Máquina colagem 1	Calcadores defeituosos Substituição	90				90
Colagem	Máquina colagem 1	Suporte marcador partido	60				60
Colagem	Máquina colagem 1	Fuga cilindro marcador		60			60
Colagem	Máquina colagem 2	Falta marcação - Vela queimada	60				60
Colagem	Máquina colagem 2	Falha na marcação- fio partido		90	90		180
Colagem	Máquina colagem 2	Discos descentrados - Borrachas de silicone			60		60
Colagem	Máquina colagem 2	Base esticador motor partida			330		330
Colagem	Máquina colagem 3	Rolhas descentradas - Afinar embotaagem e cabeça	120				120
Colagem	Máquina colagem 3	Temperatura fomo baixa - Sonda desapertada		30			30
Colagem	Máquina colagem 3	Descomando da corrente		180			180
Colagem	Máquina colagem 3	Falta temperatura - programador queimador		120			120
Colagem	Máquina colagem 3	Calcadores defeituosos Substituição			240		240
Colagem	Máquina colagem 3	Descomando da corrente				60	60
Colagem	Máquina colagem 3	Descomando da corrente				180	180
Colagem	Máquina colagem 4	Bomba da cola - tubos entupidos	90				90
Colagem	Máquina colagem 4	Fuga de ar cilindro corpo		120			120
Colagem	Máquina colagem 4	Falha do disco 2 - Substituição Sensor		60			60
Colagem	Máquina colagem 4	Falha alimentador (pneumático)			120		120
Colagem	Máquina colagem 4	Cilindro alimentador solto - Afinação			120		120
Colagem	Máquina colagem 4	Corrente avança				30	30
Colagem	Máquina colagem 4	Falha na bomba da cola				240	240
Colagem	Máquina colagem 5	disparo térmico motor discos - relé	90				90
Colagem	Máquina colagem 5	Célula vibrador 2º disco	120				120
Colagem	Máquina colagem 5	Veio alimentador partido	120				120
Colagem	Máquina colagem 5	Pinzetas partidas - rolamento	60				60
Colagem	Máquina colagem 5	Máquina descomandada - forno...	780				780
Colagem	Máquina colagem 5	3 placas de molas no vibrador		180			180
Colagem	Máquina colagem 5	Vibrador dos discos				90	90
Desinfecção	Máquina desinfecção 1	Saída de vapor pela raseira - Ajustar			60		60
Desinfecção	Máquina desinfecção 1	Motor ventilador queimado - água no ventilador			540		540
Desinfecção	Máquina desinfecção 1	Geral desliga-se - afinação relé diferencial			120		120
Desinfecção	Máquina desinfecção 1	Erro no sensor					0
Desinfecção	Máquina desinfecção 2	Queimador não arranca - Emergência activada	60				60
Desinfecção	Máquina desinfecção 2	Temperatura queimador descontrolada - Limpeza filtros e exaustão			300		300
Desinfecção	Máquina desinfecção 2	queimador com fuga - limpeza conduta			120		120
Desinfecção	Máquina desinfecção 2	Gerador de ar quente não liga - raseiras - Programa		120			120
Fabrico	Moldadora P 38	Sensor translatior alimentador	90				90
Fabrico	Moldadora P38	Falta pressão hidraulico - Transmissão	2880				2880
Fabrico	Moldadora P 38	Tempo óleo parafínico - Limpeza injectores óleo	90				90
Fabrico	Moldadora P 38	Casquilho da extracção partidos	120	480			600
Fabrico	Moldadora P 38	Não liga quadro - Disparo relé diferenciais - falta configuração		60			60
Fabrico	Moldadora P 38	Fuga de óleo cilindro da moega			135		135
Fabrico	Moldadora P44	Atraso tempo mistura cola - Injectores cola	120				120
Fabrico	Moldadora P44	Substituição válvula da cola (entupida)		180			180
Fabrico	Moldadora P44	Mesa limpeza não abre - Limpeza	300				300
Fabrico	Moldadora P44	Extracção com fuga no cilindro -		300			300
Contagem	Máquina contar 1+1	Correia do motor do tapete de descarga		60			60
Contagem	Máquina contar 1+1	tapete descarga - correia tapete		80			80
Contagem	Máquina contar 1+1	Rolhas presas				30	30
Corte de bastões	Máquina corte dupla	Tapete não anda - rolo			210		210
Corte de bastões	Máquina corte dupla	Saída do autómato			420		420
Corte de bastões	Máquina corte dupla	Trocar medidas			420	480	900

Anexo C: Avarias primeiro trimestre 2017 (colagem e retificação)

Seção	Equipamento	Sintoma	2017			Total (min)
			jan (min)	fev (min)	mar (min)	
Colagem	Máquina colagem 1	Fuga cilindro marcador	60			60
Colagem	Máquina colagem 2	Falha na marcação - fio partido	90	90		180
Colagem	Máquina colagem 2	Discos descentrados - Borrachas de silicone		60		60
Colagem	Máquina colagem 2	Base esticador motor partida		330		330
Colagem	Máquina colagem 3	Temperatura forno baixa - Sonda desapertada	30			30
Colagem	Máquina colagem 3	Descomando da corrente	180		240	420
Colagem	Máquina colagem 3	Falta temperatura - programador queimador	120			120
Colagem	Máquina colagem 3	Calcadores Defeituosos		240		240
Colagem	Máquina colagem 4	Fuga de ar cilindro corpo	120			120
Colagem	Máquina colagem 4	Substituição Sensor (disco 2)	60			60
Colagem	Máquina colagem 4	Falha alimentador (pneumático)		120		120
Colagem	Máquina colagem 4	Cilindro alimentador solto - Ajustagem		120		120
Colagem	Máquina colagem 4	Corrente avança			30	30
Colagem	Máquina colagem 4	Falha na bomba da cola			240	240
Colagem	Máquina colagem 5	3 placas de molas no vibrador	180			180
Colagem	Máquina colagem 5	Vibrador dos discos			90	90
Retificação	Chanfradeira 2	Disco 2 e alimentador não funcionam (contactores)		180		180
Retificação	Chanfradeira 2	Folga nas tampas do motor		180		180
Retificação	Chanfradeira 2	Máquina não liga (térmicos dos motores)		120		120
Retificação	Chanfradeira 4	Rolhas partidas - Ajuste da guia paralela		120		120
Retificação	Chanfradeira 4	Alimentador parte rolhas			60	60
Retificação	Chanfradeira 4	Chanfro torto			180	180
Retificação	Chanfradeira 5	Chanfro torto			120	120
Retificação	Chanfradeira 7	Guia do parafuso com ressalto	60			60
Retificação	Chanfradeira 7	Falha nos ângulos do chanfro		1080		1080
Retificação	Topojadeira 5	Variador mecânico de velocidade avariado (sem stock)	1080			1080
Retificação	Topejadeira 5	Falha na célula TL80	120	120		240
Retificação	Topojadeira 6	Inverter sentido das serras	120			120
Retificação	Topojadeira 7	Relé temporizador avariado	120			120
Retificação	Ponçadeira 6	Tirante esticador partido	120			120
Retificação	Ponçadeira 6	Vibrador - contactor	120			120
Retificação	Ponçadeira 7	Rolamento gripado	120			120
Retificação	Aspiração rectificação	Tubagem entupida		300	540	840

Anexo E: Evolução diária do OEE, disponibilidade e desempenho durante 15 dias (março e abril de 2017)



Anexo F: Avarias janeiro a maio de 2017 (colagem e retificação)

Seção	Equipamento	Sintoma	2017					Total (min)
			jan (min)	fev (min)	mar (min)	abr (min)	mai (min)	
Colagem	Máquina colagem 1	Fuga cilindro marcador	60					60
Colagem	Máquina colagem 2	Falha na marcação - fio partido	90	90				180
Colagem	Máquina colagem 2	Discos descentrados - Borrachas de silicone		60				60
Colagem	Máquina colagem 2	Base esticador motor partida		330				330
Colagem	Máquina colagem 3	Temperatura forno baixa - Sonda desapertada	30					30
Colagem	Máquina colagem 3	Descomando da corrente	180		240			420
Colagem	Máquina colagem 3	Falta temperatura - programador queimador	120					120
Colagem	Máquina colagem 3	Calçadores Defeituosos		240				240
Colagem	Máquina colagem 4	Fuga de ar cilindro corpo	120					120
Colagem	Máquina colagem 4	Substituição Sensor (disco 2)	60					60
Colagem	Máquina colagem 4	Falha alimentador (pneumático)		120				120
Colagem	Máquina colagem 4	Cilindro alimentador solto - Afinação		120				120
Colagem	Máquina colagem 4	Corrente avança			30	30		60
Colagem	Máquina colagem 4	Falha na bomba da cola			240			240
Colagem	Máquina colagem 4	Falha de ar no empurrador de corpo					120	120
Colagem	Máquina colagem 5	3 placas de molas no vibrador	180					180
Colagem	Máquina colagem 5	Vibrador dos discos			90			90
Colagem	Máquina colagem 5	Motor da girafa queimado				90		90
Retificação	Chanfradeira 2	Disco 2 e alimentador não funcionam (contactores)		180				180
Retificação	Chanfradeira 2	Folga nas tampas do motor		180				180
Retificação	Chanfradeira 2	Máquina não liga (térmicos dos motores)		120				120
Retificação	Chanfradeira 4	Rolhas partidas - Ajuste da guia paralela		120				120
Retificação	Chanfradeira 4	Alimentador parte rolhas			60			60
Retificação	Chanfradeira 4	Chanfro torto			180			180
Retificação	Chanfradeira 4	Alimentador de corpos				240		240
Retificação	Chanfradeira 5	Chanfro torto			120			120
Retificação	Chanfradeira 5	Parafuso de afinação da lixa					60	60
Retificação	Chanfradeira 5	Chanfro torto-desmontar polie					240	240
Retificação	Chanfradeira 7	Guia do parafuso com ressalto	60					60
Retificação	Chanfradeira 7	Falha nos ângulos do chanfro		1080				1080
Retificação	Chanfradeira 7	Suporte do tapete partido				180		180
Retificação	Chanfradeira 7	Avaria no cilindro e célula de paragem				120		120
Retificação	Chanfradeira 7	Motor avariado					120	120
Retificação	Chanfradeira 7	Chanfro torto-afinação do chanfro e guias					180	180
Retificação	Chanfradeira 7	Base do redutor partida					180	180
Retificação	Topejadeira 4	Falha no software-alteração				480		480
Retificação	Topojadeira 5	Variador mecânico de velocidade avariado (sem stock)	1080					1080
Retificação	Topejadeira 5	Falha na célula TL80	120	120				240
Retificação	Topejadeira 5	Avaria no software				420		420
Retificação	Topojadeira 6	Inverter sentido das serras	120					120
Retificação	Topojadeira 7	Relé temporizador avariado	120					120
Retificação	Ponçadeira 4	Substituição do cilindro empurrador				300		300
Retificação	Ponçadeira 6	Tirante esticador partido	120					120
Retificação	Ponçadeira 6	Vibrador - contactor	120					120
Retificação	Ponçadeira 7	Rolamento gripado	120					120
Retificação	Aspiração rectificação	Tubagem entupida		300	540			840
								7380

Anexo G: Planos de manutenção autónoma (retificação)

Periodicidade	Equipamento	Operação	Responsável	Ação
Turno (fim)	Toda a secção (chão e máquinas)	Limpeza	Operador	
--	Ponçadeira	Troca de medida.	Operador	
Turno (2 em 2 horas)	Ponçadeira	Retificação das mós	Operador	
Turno (2 em 2 horas)	Ponçadeira	Controlo de medidas (diâmetro), ajustes e afinações	Operador	
--	Ponçadeira	Desencravamentos	Operador	
--	Topejadeira	Preparação dos pratos com as lixas.	Operador	
--	Topejadeira	Troca de medida.	Operador	
--	Topejadeira	Desencravamentos	Operador	
Turno (2 em 2 horas)	Topejadeira	Controlo de medidas (comprimento), ajustes e afinações	Operador	
Turno (2 em 2 horas)	Topejadeira	Ajustar estrela/martelo	Operador	
Turno (2 em 2 horas)	Topejadeira	Ajustar guias	Operador	
Semanal	Topejadeira	Verificar caixa de retenção de rolhas na ligação da aspiração do pó	Operador	
Semanal	Topejadeira	Mudança de lixas: • Topejadeiras 1-3,6 -7 • Topejadeiras 4-5	Operador	
--	Chanfradeira	Troca de medida.	Operador	
--	Chanfradeira	Desencravamentos	Operador	
Turno (20 em 20 min)	Chanfradeira	Controlo de medidas (chanfro), ajustes e afinações	Operador	
Turno (2 em 2 horas)	Chanfradeira	Ajustar martelo	Operador	
TTurno (2 em 2 horas)	Chanfradeira	Ajustar guias	Operador	
Semanal	Chanfradeira	Mudança de lixas: • Chanfradeira (1-3,6-7) • Chanfradeira (4-5)	Operador	

Anexo H: POS de manutenção autónoma (colagem e retificação)



Substituir pinças -Procedimento Operacional Standard

Replace tongs -Standard Operating Procedure

Equipamento	Operação	Responsável
Máquinas de colar	Substituição das pinças	Operador
Material:	Pinças; chave Umbrako 5 mm; molde corpo da rolha.	
Segurança operador:	A máquina tem de estar parada.	
Segurança alimentar:	N/A	
Riscos:	N/A	
EPI's:		
Observações:	Devem ficar 5 pinças de reserva. Se não existirem, avisar a manutenção para cortar mais pinças.	

Fase	Procedimento	Imagem
1	Parar a máquina.	
2	Retirar pinça a substituir.	
3	Colocar nova pinça, o molde do corpo e apertar pinças. Nota: - Escolher a pinça com o tamanho que está a ser utilizado e para o lado que está a ser substituído. - Apertar e verificar o alinhamento das pinças. - Os moldes são diferentes para colagem de rolhas de vinho ou champanhe. - Verificar se todas as pinças para colar champanhe possuem borrachas nas pontas.	Molde para rolhas de vinho Molde para rolhas de champanhe
4	Verificar a centragem dos discos.	



Substituição de sensores -Procedimento Operacional Standard

Replace sensors -Standard Operating Procedure

Equipamento	Operação	Responsável
Máquinas de colar	Substituição de sensores	Operador
Material:	Sensor; Chave de boca 24 mm	
Segurança operador:	A operação tem de ser realizada com a máquina parada.	
Segurança alimentar:	N/A	
Riscos:	N/A	
EPI's:		

Fase	Procedimento	Imagem
1	Parar a máquina.	
2	Retirar as duas porcas do sensor.	
3	Retirar sensor e colocar um novo.	
4	Apertar as duas porcas.	
5	Ajustar o sensor e verificar a sua sensibilidade.	



Colagem das lixas -Procedimento Operacional Standard

Sandpapers gluing-Standard Operating Procedure

Equipamento Pratos das lixas	Operação Preparação dos pratos com as lixas (Topejadeiras 1-3 e 6-7) (Topejadeira 4-5)	Responsável Operador
Material:	Cola de contacto; Ferramenta para verificar orientação do prato; Prato esquerdo e direito preparado (sem cola); Lixas; Pincel; Mago	
Segurança operador:	Evitar o contacto da cola com o operador. Evitar cheirar a cola durante um longo período de tempo.	
Segurança alimentar:	Evitar contacto da cola com a zona de atuação da lixa.	
Riscos:	N/A	
EPI's:		
Observações:	Verificar se é necessário encomendar cola e lixas.	

Fase	Procedimento	Imagem
1	Verificar, com o auxílio da ferramenta apresentada na figura, se o prato é para lado direito ou esquerdo. Nota: Cada um dos lados enrosca de forma diferente definindo, assim, se o prato é para o lado esquerdo (ESQ) ou direito (DIR).	
2	Escolher lixa com o grão necessário.	
3	Limpar pó da superfície do prato. Nota: Se o pó do prato não for limpo, a cola não vai aderir e a lixa não vai colar corretamente.	
4	Espalhar cola no prato com o auxílio do pincel. Nota: Não colocar cola no círculo interior.	
5	Espalhar cola na parte de trás da lixa com o auxílio do pincel. Notas: 1ª) Ter especial atenção na parte exterior das lixas, local onde não pode faltar cola. 2ª) Não colocar cola no lado oposto.	
6	Esperar 10 minutos. Nota: Este tempo tem de ser respeitado para que as lixas colem sem vincos.	
7	Iniciar a colagem: 1ª) Centrar prato com a lixa; 2ª) Colocar lixa no prato sem pressionar; 3ª) Começar a pressionar calmamente desde o interior para o exterior;	
8	Pressionar nas zonas exteriores. Notas: A lixa não pode ficar com vincos. Pressionar do interior para o exterior.	
9	Bater com o mago no prato. Nota: A lixa não pode ficar com vincos.	
10	Repetir o procedimento para o lado oposto do prato. Nota: Devem-se colar lixas em ambos os lados do prato para ser utilizado o segundo lado quando o primeiro já está gasto.	



Trocar lixas -Procedimento Operacional *Standard*

Change sandpapers-Standard Operating Procedure

Equipamento Lixas (Chanfradeira)	Operação Trocar lixas (Chanfradeiras 4 e 5)	Responsável Operador
Material:	Lixas; Chave de boca (12 mm e 17 mm).	
Segurança operador:	A máquina tem de estar parada durante a troca. Colocar a máquina em “paragem de emergência”.	
Segurança alimentar:	N/A	
Riscos:	N/A	
EPI's:		
Observações:	Quando se troca uma lixa não é necessário que se troque a outra. Registar a troca e qualquer anomalia encontrada.	

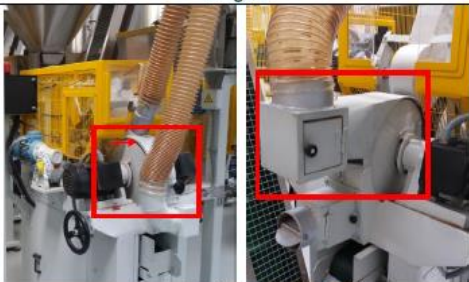
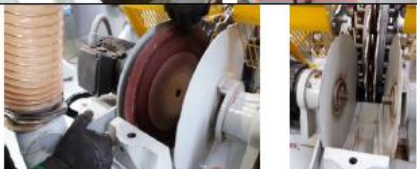
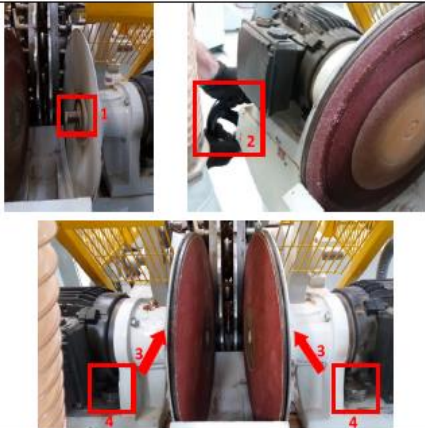
Fase	Procedimento	Imagem	
1	Parar a máquina e retirar a blindagem de proteção das lixas. Nota: Retirar a de cima ou a de baixo consoante a troca que vai ser realizada.		
2	Retirar a lixa usada.		
3	Desaparafusar parafusos para juntar os esticadores. Nota: Desaparafusar primeiro o 1 e depois o 2		
4	Colocar manualmente a lixa.		
5	Apertar parafusos para afastar esticadores. Nota: a lixa não pode ficar com folga.		
6	Colocar blindagem de proteção.		
7	Ajustar pratos consoante o chanfro pretendido.		



Trocar pratos das lixas -Procedimento Operacional Standard

Change the sandpapers plates-Standard Operating Procedure

Equipamento Pratos das lixas (Topejadeira)	Operação Trocar pratos das lixas (Topejadeiras 1-3; 6-7)	Responsável Operador
Material:	Pratos preparados (com lixas coladas); Chave de boca (38 mm e 54 mm).	
Segurança operador:	A máquina tem de estar parada durante a troca. Colocar a máquina em "paragem de emergência". 	
Segurança alimentar:	N/A	
Riscos:	N/A	
EPI's:	  	
Observações:	Registar a troca e qualquer anomalia encontrada.	

Fase	Procedimento	Imagem
1	Parar a máquina e retirar blindagem de proteção das lixas.	
2	Desapertar ligeiramente, com o auxílio de uma chave de boca de 38 mm, as porcas do motor.	
3	Rodar volante para afastar os pratos.	
4	Desapertar e retirar o prato com o auxílio de uma chave de boca de 54 mm.	
5	Verificar se o lado oposto de cada um dos pratos já foi utilizado. Se sim, utilizar pratos novos. Se não, virar o prato ao contrário e utilizar o lado não usado.	Nota: Se se substituiu o prato por um novo, colocar prato na solução para descolar as lixas.
6	Colocar novos pratos: 1. Colocar prato no suporte e girar. 2. Rodar volante para juntar os pratos. 3. Apertar o prato. 4. Apertar as porcas do motor. Nota: Se o operador estiver de frente para as lixas, como apresentado na figura do lado direito, o prato esquerdo encaixa no lado direito e vice-versa.	
7	Colocar blindagem de proteção.	
8	Ajustar pratos consoante o comprimento pretendido da rolha.	



Ajustar as guias - Procedimento Operacional *Standard*

Adjust the guides - Standard Operating Procedure

Equipamento	Operação	Responsável
Topejadeira	Ajustar as guias	Operador
Material:	Chave de boca 52 mm	
Segurança operador:	A máquina tem de estar parada durante a troca.	
Segurança alimentar:	N/A	
Riscos:	N/A	
EPI's:		
Observações:	N/A	

Fase	Procedimento	Imagem
1	Parar a máquina.	
2	Desaparafusar porcas da estrela no mesmo sentido.	
3	Manualmente, rodar a estrela para variar a abertura das guias. Nota: • Para afastar (rolhas compridas): rodar para a frente; • Para juntar (rolhas curtas): rodar para trás;	
4	Apertar porcas da estrela.	



Retificação das mós - Procedimento Operacional *Standard*

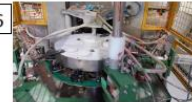
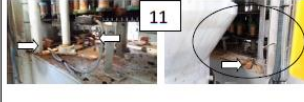
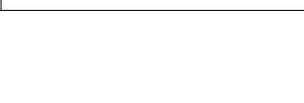
Mills rectification - Standard Operating Procedure

Equipamento	Operação	Responsável
Ponçadeira	Retificação das mós	Operador
Material:	--	
Segurança operador:	N/A	
Segurança alimentar:	N/A	
Riscos:	N/A	
EPI's:		
Observações:	A retificação deve ser feita de duas em duas horas. No entanto, a duração varia com o material a retificar e com a velocidade da ponçadeira.	

Fase	Procedimento	Imagem
1	Parar alimentação das rolhas.	
2	Rodar cerca de 3 traços para aproximar a ponta da retificadora da mó.	
3	Ligar Retificadora (retificar a mó duas vezes).	
4	Ajustar medida para o diâmetro pretendido e voltar a produzir.	

Anexo I: Plano de limpeza detalhado para a secção da colagem

Procedimento Operacional Standard			CSP 4
Departamento: Colagem	Área: Máquinas 1 a 6	Responsável: Operador	Equipamento: Máquinas de Colar
Limpeza de Turno – Máquina de colar			
Materiais Necessários: Carro de apoio com balde e borrifador com água quente e detergente, esfregão e plástico.			
1) Preparar materiais de limpeza: - Colocar no carro de apoio um balde vazio e um balde e um borrifador com água o mais quente possível; - Colocar o borrifador dentro do balde de água quente; - Cortar a quantidade de esfregão necessária; - Verificar a existência de película aderente. <i>Nota:</i> Realização com a máquina em funcionamento de forma aumentar a disponibilidade da máquina.			
2) Desligar a alimentação do corpo e discos e cola <i>Nota:</i> Esvaziar o forno para que se possa iniciar o processo de limpeza. Os corpos não devem estar dentro do forno mais do que 15 minutos.			
3) Limpar pinças e pista: - Retirar a caixa que recolhe as rolhas que caem na mesa, retirar as rolhas e colocar a caixa dentro do balde de água quente; - Remover caleiras; - Borrifar prato e as pinças em movimento; - Verificar se a cola das pinças está amolecida. Caso não se verifique, borrifar novamente; - Colocar caixa com água quente para iniciar a limpeza; - Limpar duas pinças, girar manualmente o prato e limpar as duas pinças seguintes. Repetir procedimento até que todas as pinças estejam limpas;*; - Limpar a pista com especial cuidado nos locais das entradas do corpo e discos; - Borrifar novamente a pista e as pinças; - Passar a pistola de pressão de ar em cada uma das pinças para remover a cola restante.** <i>Nota:</i> * Durante a limpeza deve-se trocar a água da caixa para que esta se mantenha, constantemente, o mais quente possível.			
			
		Antes Depois	

4) Limpar alimentador dos corpos: - Bloquear passagem do corpo; - Retirar rolhas que estão na base do alimentador; - Limpar saída da cola; - Limpar base do alimentador e pista na zona de alimentação;		
5) Limpar alimentador dos discos: - Retirar peça que segura os discos e coloca-la na bacia água quente; - Limpar saída da cola; - Limpar base do alimentador e prato na zona de alimentação; - Limpar, se necessário, a peça que segura os discos; - Colocar peça no local inicial.		
6) Limpar sensores (achando-se necessário) - Borrifar com água quente; - Limpar com um pano húmido.		
7) Limpar coador da cola: - Retirar coador; - Colocar dentro de água quente; - Limpar o coador com o esfregão; - Colocar coador no local original.		
8) Limpar caleiras: - Retirar plástico das caleiras; - Limpar caso estejam sujas; - Colocar novo plástico;		
9) Limpar mesa de trabalho: - Retirar os plásticos;*; - Limpar mesa com um pano húmido;** - Borrifar mesa com água; - Colocar os plásticos novamente. <i>Nota:</i> *Se os plásticos estarem praticamente limpos não é necessário que sejam substituídos. Nesse caso, limpar a pequena sujidade com um pano húmido. **A pistola de ar não deve ser usada para remover a sujidade da mesa uma vez que faz com que o lixo vá para o chão, para o interior da máquina e para locais da máquina de difícil limpeza. Utilizar um pano húmido.		
10) Remover rolhas do início do pescoço da máquina.		
11) Limpar o chão.		

Anexo J: Planos de manutenção preventiva (retificação)

Periodicidade	Equipamento	Operação	Responsável	Ação
3 meses	Ponçadeira	Verificar estado da correia do motor, fugas e bom funcionamento.	Técnico da Manutenção	
3 meses	Ponçadeira	Verificar estado das correias dos rolos	Técnico da Manutenção	
3 meses	Ponçadeira	Lubrificar grassers assinalados	Técnico da Manutenção	
3 meses	Ponçadeira	Verificar e lubrificar correntes dos rolos da moega	Técnico da Manutenção	
6 meses	Ponçadeira	Verificar estado das mós	Técnico da Manutenção	
6 meses	Ponçadeira	Verificar estado das régua de encosto	Técnico da Manutenção	
3 meses	Topejadeira (1-3; 6-7)	Verificar tensão das molas da máquina e lubrificar	Técnico da Manutenção	
3 meses	Topejadeira (1-3; 6-7)	Lubrificar grassers assinalados Guias: 3 Estrela: 4 (parte exterior e parte interior) Chumaceiras laterais: 2 Correias de transporte: 2 Tapetes: 2	Técnico da Manutenção	
3 meses	Topejadeira (1-3; 6-7)	Verificar engrenagens e lubrificar	Técnico da Manutenção	
3 meses	Topejadeira (1-3; 6-7)	Verificar estado e tensão da corrente de transmissão e lubrificar	Técnico da Manutenção	
3 meses	Topejadeira (1-3; 6-7)	Verificar estado e tensão da corrente dos rolos	Técnico da Manutenção	
3 meses	Topejadeira (1-3; 6-7)	Verificar fugas e bom funcionamento dos motores Motores a verificar: 4	Técnico da Manutenção	
3 meses	Topejadeira (1-3; 6-7)	Verificar tensão das molas da máquina.	Técnico da Manutenção	
3 meses	Chanfradeira (1-3; 6-7)	Verificar tensão das molas do tapete e lubrificar	Técnico da Manutenção	
3 meses	Chanfradeira (1-3; 6-7)	Verificar tensão e desgaste do tapete.	Técnico da Manutenção	
3 meses	Chanfradeira (1-3; 6-7)	Verificar estado e tensão das correias de transporte.	Técnico da Manutenção	
1 mês	Chanfradeira (1-3; 6-7)	Lubrificar grassers assinalados	Técnico da Manutenção	
3 meses	Chanfradeira (1-3; 6-7)	Verificar fugas e bom funcionamento dos motores Motores a verificar: 4	Técnico da Manutenção	
3 meses	Topejadeira e chanfradeira (4-5)	Verificar molas da estrela	Técnico da Manutenção	
1 mês	Topejadeira e chanfradeira (4-5)	Verificar estado das correias (movimento dos pratos e tapete)	Técnico da Manutenção	
1 mês	Topejadeira e chanfradeira (4-5)	Verificar serras de corte	Técnico da Manutenção	
1 mês	Topejadeira e chanfradeira (4-5)	Verificar folga no tapete e guias	Técnico da Manutenção	
1 mês	Topejadeira e chanfradeira (4-5)	Descarregar filtro-redutor de ar comprimido.	Técnico da Manutenção	
1 mês	Topejadeira e chanfradeira (4-5)	Lubrificar grassers assinalados	Técnico da Manutenção	
3 meses	Topejadeira e chanfradeira (4-5)	Verificar fugas e bom funcionamento dos motores e redutor. Motores a verificar: 5	Técnico da Manutenção	
1 ano	Retificação (geral)	Lubrificar chumaceiras das girafas e dos tapetes.	Técnico da Manutenção	

Anexo K: POS de manutenção preventiva (colagem e retificação)



Manutenção Preventiva -Procedimento Operacional Standard

Preventive Maintenance-Standard Operating Procedure

Equipamento	Operação	Responsável	Duração Prevista	Legenda
Máquinas de Colar	Verificar estado da correia de tração do redutor	Técnico da Manutenção	5 min	Controlo Visual Controlo Manual Lubrificação

Material:	Gambiarras; Chave de boca (6 mm)
Segurança operador:	As operações têm de ser realizadas com a máquina parada.
Segurança alimentar:	Evitar o contacto do lubrificante com a pista, pinças, corpos e discos.
Riscos:	N/A
EPI's:	
Observações:	Garantir que não existe mistura de lubrificantes na bomba. Registar a operação, o tempo utilizado e qualquer anomalia encontrada.

Fase	Procedimento	Imagem
1	Localizar, na máquina, o local da intervenção e preparar as ferramentas necessárias.	
2	Retirar blindagem lateral	
3A	Verificar se a correia tem cortes em toda a sua extensão. Caso tenha, deve ser trocada.	
3B	Torcer a correia. Caso rode mais do que 180º, precisa de ser esticada.	
4	Colocar blindagem e aparafusar.	

Equipamento	Operação	Responsável	Duração Prevista	Legenda
Máquinas de Colar	Lubrificar veio da excêntrica (sensor)	Técnico da Manutenção	10 min	Controlo Visual Controlo Manual Lubrificação

Material:	Chave de umbrako (5mm); Massa de lubrificar EP-L 2; Bomba de lubrificar
Segurança operador:	As operações têm de ser realizadas com a máquina parada.
Segurança alimentar:	Evitar o contacto do lubrificante com a pista, pinças, corpos e discos.
Riscos:	N/A
EPI's:	
Observações:	Número de Chumaceiras: 1 Garantir que não existe mistura de lubrificantes na bomba. Registar a operação, o tempo utilizado e qualquer anomalia encontrada.

Fase	Procedimento	Imagem
1	Localizar, na máquina, o local da intervenção e preparar as ferramentas necessárias.	
2	Desaparafusar blindagem.	
3	Inserir bomba no grasser. Executar 3 bombadas.	
4	Colocar blindagem e aparafusar.	

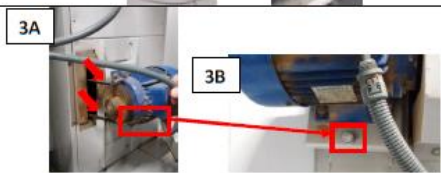
Equipamento	Operação	Responsável	Duração Prevista	Legenda
Máquinas de Colar	Lubrificar chumaceiras dos compensadores	Técnico da Manutenção	10 min	 Controlo Visual  Controlo Manual  Lubrificação
Material: Massa de lubrificar EP-L 2; Bomba de lubrificar com ponteira flexível				
Segurança operador: As operações têm de ser realizadas com a máquina parada.				
Segurança alimentar: Evitar o contacto do lubrificante com a pista, pinças, corpos e discos.				
Riscos: N/A				
EPI's: 				
Observações: Número de chumaceiras: 4 Garantir que não existe mistura de lubrificantes na bomba. Registar a operação, o tempo utilizado e qualquer anomalia encontrada.				

Fase	Procedimento	Imagem
1	Localizar, na máquina, o local da intervenção e preparar as ferramentas necessárias.	
2	Retirar blindagem do lado direito e do lado esquerdo.	
3	1º) Inserir bomba nos dois grassers do lado direito. 2º) Executar 3 bombadas. 3º) Repetir processo para o lado esquerdo. 	
4	Colocar blindagem e aparafusar.	

Equipamento	Operação	Responsável	Duração Prevista	Legenda
Máquinas de Colar	Verificar estado de desgaste e lubrificar came	Técnico da Manutenção	20 min	 Controlo Visual  Controlo Manual  Lubrificação
Material: Gambiarra; Chave umbrako (5 mm); Chave um buraco (6 mm); Massa de lubrificar EP-L 2; espátula.				
Segurança operador: As operações têm de ser realizadas com a máquina parada. 				
Segurança alimentar: Evitar o contacto do lubrificante com a pista, pinças, corpos e discos.				
Riscos: N/A				
EPI's: 				
Observações: Garantir que não existe mistura de lubrificantes na bomba. Registar a operação, o tempo utilizado e qualquer anomalia encontrada.				

Fase	Procedimento	Imagem
1	Localizar, na máquina, o local da intervenção e preparar as ferramentas necessárias.	
2	Retirar blindagem lateral e traseira.	
3	Lubrificar came. 	
4	Colocar a máquina em funcionamento para espalhar a massa.	
5	Colocar blindagem e aparafusar.	

Equipamento	Operação	Responsável	Duração Prevista	Legenda
Máquinas de Colar	Verificar tensão da correia do ventilador do queimador	Técnico da Manutenção	10 min	 Controlo Visual  Controlo Manual  Lubrificação
Material:	Chave de boca (10 mm); Gambiarra.			
Segurança operador:	O queimador tem de estar desligado.  As operações têm de ser realizadas com a máquina parada. 			
Segurança alimentar:	Evitar o contacto do lubrificante com a pista, pinças, corpos e discos.			
Riscos:	N/A			
EPI's:	  			
Observações:	Garantir que não existe mistura de lubrificantes na bomba. Registar a operação, o tempo utilizado e qualquer anomalia encontrada.			

Fase	Procedimento	Imagem
1	Localizar, na máquina, o local da intervenção e preparar as ferramentas necessárias.	
2	Retirar blindagem.	
3A	Verificar se a correia tem cortes em toda a sua extensão. Caso tenha, deve ser trocada.  	
3B	Torcer a correia. Caso rode mais do que 180°, precisa de ser esticada.  	
4	Colocar blindagem e aparafusar.	

Equipamento	Operação	Responsável	Duração Prevista	Legenda
Topejadeira e chanfradeira 4-5	Verificar folga no tapete e guias	Técnico da Manutenção	15 min	 Controlo Visual  Controlo Manual  Lubrificação
Material:	Gambiarra; Chave Umbrako 5 mm			
Segurança operador:	As operações têm de ser realizadas com a máquina parada. Colocar a máquina em "paragem de emergência". 			
Segurança alimentar:				
Riscos:	N/A			
EPI's:	  			
Observações:	Registar a operação e qualquer anomalia encontrada.			

Fase	Procedimento	Imagem
1	Localizar, na máquina, o local da intervenção e preparar as ferramentas necessárias.	
2	Retirar blindagem   	
	Manualmente, verificar folga na correia e estado da guia. Nota: A guia deve estar encostada à correia. Se necessário, esticar a correia.	

Equipamento	Operação	Responsável	Duração Prevista	Legenda
Topejadeira 1-3; 6-7 (Retificação)	Verificar tensão das molas da máquina	Técnico da Manutenção	5 min	 Controlo Visual  Controlo Manual  Lubrificação

Material:	
Segurança operador:	As operações têm de ser realizadas com a máquina parada. Colocar a máquina em "paragem de emergência". 
Segurança alimentar:	N/A
Riscos:	N/A
EPI's:	  
Observações:	Registar a operação e qualquer anomalia encontrada.

Fase	Procedimento	Imagem
1	Localizar, na máquina, o local da intervenção e preparar as ferramentas necessárias.	
2	Verificar, manualmente, a tensão das molas e a necessidade de serem substituídas. 	  

Equipamento	Operação	Responsável	Duração Prevista	Legenda
Topejadeira 1-3; 6-7 (Retificação)	Verificar estado e tensão da corrente de transmissão e lubrificar	Técnico da Manutenção	5 min	 Controlo Visual  Controlo Manual  Lubrificação

Material:	Massa de lubrificar EP-L 2; Gambiarra
Segurança operador:	As operações têm de ser realizadas com a máquina parada. Colocar a máquina em "paragem de emergência". 
Segurança alimentar:	Evitar o contacto do lubrificante com as rolhas ou nos locais por onde estas são transportadas.
Riscos:	N/A
EPI's:	  
Observações:	Registar a operação e qualquer anomalia encontrada.

Fase	Procedimento	Imagem
1	Localizar, na máquina, o local da intervenção e preparar as ferramentas necessárias.	
2	Verificar tensão da corrente. No caso de não ser a ideal, esticar a corrente.	
	Verificar estado de lubrificação e colocar massa de lubrificar na corrente caso se ache necessário. 	

Equipamento	Operação	Responsável	Duração Prevista	Legenda
Ponçadeira (Retificação)	Verificar estado das mós	Técnico da Manutenção	2 min	 Controlo Visual  Controlo Manual  Lubrificação

Material:	
Segurança operador:	As operações têm de ser realizadas com a máquina parada.
Segurança alimentar:	N/A
Riscos:	N/A
EPI's:	  
Observações:	Registar a operação e qualquer anomalia encontrada.

Fase	Procedimento	Imagem
1	Localizar, na máquina, o local da intervenção e preparar as ferramentas necessárias.	
2	Verificar se a mó tem o diâmetro necessário. <i>Nota:</i> A mó tem o diâmetro necessário se este for maior que o papel azul apresentado na figura e presente em todas as máquinas.	 

Equipamento	Operação	Responsável	Duração Prevista	Legenda
Ponçadeira (Retificação)	Verificar estado de tensão da corrente dos rolos da moega e lubrificar	Técnico da Manutenção	5 min	 Controlo Visual  Controlo Manual  Lubrificação

Material:	Massa de lubrificar EP-L 2; Chave de boca (13 mm) caso seja necessário retirar a blindagem.
Segurança operador:	As operações têm de ser realizadas com a máquina parada. Colocar a máquina em "paragem de emergência". 
Segurança alimentar:	Evitar o contacto do lubrificante com as rolhas ou nos locais por onde estas são transportadas.
Riscos:	N/A
EPI's:	  
Observações:	Garantir que não existe mistura de lubrificantes na bomba. Registar a operação, o tempo utilizado e qualquer anomalia encontrada.

Fase	Procedimento	Imagem
1	Localizar, na máquina, o local da intervenção e preparar as ferramentas necessárias. <i>Nota:</i> Para realizar a verificação não é necessário retirar a blindagem.	
2	Verificar manualmente tensão da correia.  Verificar estado de lubrificação e colocar massa de lubrificar na correia caso se ache necessário. 	

Equipamento	Operação	Responsável	Duração Prevista	Legenda
Topejadeira 4-5 (Retificação)	Verificar serras de corte	Técnico da Manutenção	20 min	 Controlo Visual  Controlo Manual  Lubrificação

Material:	Gambiarras; chave de boca (12 mm); chave Umbrako (5 mm)
Segurança operador:	As operações têm de ser realizadas com a máquina parada. Colocar a máquina em "paragem de emergência". 
Segurança alimentar:	
Riscos:	N/A
EPI's:	  
Observações:	Registar a operação e qualquer anomalia encontrada.

Fase	Procedimento	Imagem
1	Localizar, na máquina, o local da intervenção e preparar as ferramentas necessárias.	
2	Retirar blindagens de proteção (superior e lateral)	
	Verificar estado das lâminas e afiá-las se for necessário.  Nota: Verificar se existem dentes partidos; Intervir apenas no diâmetro exterior.	

Equipamento	Operação	Responsável	Duração Prevista	Legenda
Ponçadeiras (Retificação)	Verificar estado da correia do motor, fugas e bom funcionamento.	Técnico da Manutenção	15 min	 Controlo Visual  Controlo Manual  Lubrificação

Material:	Gambiarras; Chave de boca (5 mm)
Segurança operador:	As operações têm de ser realizadas com a máquina parada. Colocar a máquina em "paragem de emergência". 
Segurança alimentar:	N/A
Riscos:	N/A
EPI's:	  
Observações:	Correias a verificar: 3 Registar a operação, o tempo utilizado e qualquer anomalia encontrada.

Fase	Procedimento	Imagem
1	Localizar, na máquina, o local da intervenção e preparar as ferramentas necessárias.	
2	Retirar blindagem traseira	
3A	Verificar se as correias tem cortes em toda a sua extensão. Caso tenham, devem ser trocadas. 	
3B	Torcer as correias. Caso rodem mais do que 180º, precisam de ser esticadas. 	