Pós “go live” de linha produtiva e otimização da mesma

Nuno Gonçalo Coutinho Faustino

Dissertação de Mestrado

Orientador na FEUP: Prof. Pedro Alexandre Rodrigues João



Mestrado Integrado em Engenharia Mecânica

2019-06-27

À minha família

Resumo

Nos dias de hoje, a indústria da cortiça apresenta uma forte concorrência no mercado. Como tal, a restruturação de certas linhas de produção permitira melhorar a sua eficiência, a redução de custos e, principalmente, dar resposta a novos produtos. A nova linha de laminação implementada é pioneira mundial em alguns produtos. Deste modo, surge a necessidade de acompanhar toda a sua implementação na empresa.

Com a introdução da nova máquina na organização, o primeiro objetivo foi o acompanhamento para garantir a qualidade dos produtos fabricados. Realizou-se em simultâneo, a implementação da manutenção autónoma, de modo a preservar o equipamento e as suas funcionalidades.

A implementação do Kaizen diário nível 2 surge com a necessidade de organizar e identificar os materiais utilizados e manter o local de trabalho sempre limpo.

O Kaizen diário nível 3 surge devido à necessidade de normalizar os processos produtivos praticados. Esta ferramenta é deveras importante, na medida em que todos os colaboradores trabalharão seguindo o melhor método até então conhecido.

As melhorias implementadas para beneficiar as condições de trabalho dos operadores foi muito bem recebida pelos próprios, na medida em que aumentaram a produtividade.

Com o intuito de obter valores elevados de *Overall Equipment Effectiveness* (OEE), a ferramenta *Single Minute Exchange of Die* (SMED) foi implementada e trouxe ganhos bastante significativos. O aumento da velocidade e a redução da gramagem de cola permitem à organização gerar baixos custos e, posteriormente, aumentar a produtividade de todo o setor envolvido.

Com um local de trabalho limpo, organizado e preservado, proporcionou-se a normalização dos processos envolvidos na área. Através da implementação da ferramenta SMED e das outras medidas, permitiu-se atingir a maior parte dos objetivos, sendo que, com mais algum tempo, todos eles seriam cumpridos na íntegra.

Post “go live” of productive line and optimization of the same

Abstract

Nowadays, the cork industry faces many competitors in the market. The restructuring of certain lines of production would allow improvements in its efficiency, reduction of costs and, more importantly, offer a response to new products. The new lamination line implemented is a world pioneer in some products. Given its importance, the need to accompany all its implementation in the company arises.

With the introduction of the new machine, the first goal was the follow-up to assure the quality of the products manufactured. The implementation of autonomous maintenance was carried out simultaneously, in order to preserve the equipment and its functionalities.

The implementation of Kaizen daily level 2 arises with the need to organize and identify the materials used and keep the workplace always clean.

The Kaizen daily level 3 arises due to the need to normalize the productive processes practiced. This tool is very important, since all employees will work following the best method known.

The improvements implemented to benefit the working conditions of the operators were very well received by the operators themselves, as they increased productivity.

In order to obtain high *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) values, the *Single Minute Exchange of Die* (SMED) tool was implemented and brought significant gains. Increasing the speed and reducing the weight of glue allows the organization to generate low costs and subsequently increase the productivity of the entire industry involved.

With a clean, organized and preserved workplace, the processes involved in the area were normalized. Through the implementation of the SMED tool and the other measures, it was possible to achieve most of the objectives, and with a little more time, they would all be fulfilled in full.

Agradecimentos

Em primeiro lugar, gostaria de agradecer à empresa que me acolheu e me proporcionou um excelente contacto com a indústria.

De seguida, agradeço à equipa dos Recursos Humanos pela total integração efetuada ao longo do decurso deste projeto.

Aos colaboradores da unidade industrial pela paciência, disponibilidade e, principalmente, pela amizade demonstrada. A todos um muito obrigado e um grande bem haja.

À equipa da Engenharia por me ter ajudado em tudo o que precisei ao longo deste percurso.

Agradeço à Eng.ª Marta Pacheco pela preciosa ajuda disponibilizada ao longo de todo o estágio. Sem dúvida que o seu apoio foi crucial nesta fase da minha vida.

Ao Eng.º António Espinhosa por me fazer crescer como pessoa e engenheiro. Os seus ensinamentos foram deveras importantes para a realização deste projeto.

Agradeço à equipa de estagiários que tiveram comigo neste percurso de quatro meses. São amigos que criei e amizades que levo para a vida.

Ao orientador da Faculdade Eng.º Pedro Alexandre Rodrigues João, pela disponibilidade manifestada em todos os momentos.

Agradeço à Professora Antonieta Dias por todo o tempo despendido a esta causa. Além de professora, é, sem dúvida, uma grande amiga que levo para o resto da minha vida.

Gostava também de agradecer a todos os meus amigos que estiveram ao meu lado neste percurso. Sem eles, esta etapa nunca seria possível de concluir.

Agradeço à minha namorada por me ter apoiado ao longo destes cinco anos de Faculdade. Sem dúvida uma pessoa bastante importante neste percurso.

Por fim, agradeço a toda a minha família. Gostava só de destacar o meu irmão, os meus pais e a minha avó pela educação, formação e oportunidades que me deram. Por tudo isto, dedico este trabalho a todos vocês.

Índice de Conteúdos

1 Introdução 1
1.1 Enquadramento do Projeto e Motivação 1
1.2 O Projeto de Laminação na Empresa X 1
1.3 Objetivos do projeto 2
1.4 Método seguido no projeto 3
1.5 Estrutura da dissertação 4

2 Enquadramento Teórico 5
2.1 Lean Manufacturing 5
2.2 Overall Equipment Effectiveness (OEE) 6
2.3 Manutenção Produtiva Total (TPM) 7
2.4 Kaizen Diário Nível 2 8
2.4.1 5S 8
2.4.2 Sistemas de Reposição Kanban 10
2.5 Kaizen Diário Nível 3 10
2.6 Single Minute Exchange of Die (SMED) 11
2.7 Adesivos 12
2.7.1 Hot Melt 12

3 Análise da Unidade Produtiva 13
3.1 Matéria-Prima 13
3.2 Processo Produtivo 14
3.3 Underlay 19
3.4 Situação Inicial 20
3.4.1 Equipamento Antigo 20
3.4.2 Comparação Entre as Máquinas 22

4 Propostas de Melhoria 24
4.1 Manutenção Autónoma 24
4.2 Kaizen Diário Nível 2 25
4.3 Kaizen Diário Nível 3 27
4.4 Melhorias Benéficas para os Colaboradores 28
4.5 Redução da Gramagem de Cola 30
4.6 Aumento do OEE 31
4.6.1 Qualidade 31
4.6.2 Velocidade 31
4.6.3 Disponibilidade 32
4.6.4 OEE 35
4.7 Melhorias para Aprovação 35

5 Conclusões e Perspetivas de Trabalho Futuro 37
5.1 Conclusões 37
5.2 Perspetivas de Trabalho Futuro 38

Referências 39

ANEXO A: Rota Manutenção Autónoma 40

ANEXO B: Instruções de Trabalho 42

ANEXO C: Modo Operativo para a Mudança do Bidão 47

Siglas

EVA – *Ethylene Vinyl Accetate*

g – Grama

h – Hora

m – Metro

m^2 – Metro Quadrado

MA – Manutenção Autónoma

min – Minuto

OEE – *Overall Equipment Effectiveness*

OPL – *One Point Lesson*

PE – Polietileno

PIE – Plano de Inspeção e Ensaio

SMED – *Single Minute Exchange of Die*

TPM – *Total Productive Maintenance*

TPS – *Toyota Production System*

Índice de Figuras

Figura 1 - Estrutura organizacional da empresa X 2
Figura 2 - Cronograma de Atividades 3
Figura 3 - Pilares TPM 7
Figura 4 - 5S aplicado na linha de laminação 9
Figura 5 - 5S para os tubos 9
Figura 6 - Alimentador 14
Figura 7 - Mesa de Corte 15
Figura 8 - Fusor 16
Figura 9 - Vista frontal e traseira da calandra 16
Figura 10 - Esquema das matérias-primas e dos rolos na calandra 17
Figura 11 - Zona dos discos de corte 17
Figura 12 - Zona da badana 18
Figura 13 - Rebobinador final 18
Figura 14 - Aglomerado de cortiça com EVA e polietileno 19
Figura 15 - Velocidade da máquina antiga 20
Figura 16 - Disponibilidade na máquina antiga 21
Figura 17 - Qualidade na máquina antiga 21
Figura 18 - OEE na máquina antiga 22
Figura 19 - Comparação das velocidades 22
Figura 20 - Rota Manutenção Autónoma 24
Figura 21 - Manutenção Autónoma: antes e depois 25
Figura 22 - Manutenção Autónoma: antes e depois 25
Figura 23 – Aplicação da ferramenta 5S para o porta paletes e os desperdícios 26
Figura 24 - Disposição no armário e Kanban para o álcool etílico 27
Figura 25 - OPL para o alimentador 28
Figura 26 - Sinalização do sensor: antes e depois 29
Figura 27 - Remoção dos batentes para varandim: antes e depois 29
Figura 28 - Situação inicial e final de uma zona com pouca luz 29
Figura 29 - Identificação dos comprimentos dos tubos 30
Figura 30 - Gramagem de Cola ao longo dos tempos (azul) e objetivo (vermelho) 30
Figura 31 - Evolução temporal da velocidade (azul) e linha objetivo (vermelho) 32

Índice de Tabelas

Tabela 1 - Mudança do bidão de cola.....34

1 Introdução

A presente dissertação foi desenvolvida no âmbito do Mestrado Integrado em Engenharia Mecânica, da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto. Decorreu durante um período de quatro meses numa empresa ligada ao ramo corticeiro.

Ao longo deste capítulo, efetuar-se-á uma descrição do enquadramento do projeto e motivação, do Projeto de laminação na empresa X, os objetivos, a metodologia utilizada, bem como a estrutura da dissertação.

1.1 Enquadramento do Projeto e Motivação

A presente dissertação decorreu em ambiente empresarial com vista a realizar o acompanhamento do arranque de uma máquina de laminação e efetuar o melhoramento da mesma.

Nos finais de 2018, a máquina de laminação presente na empresa era bastante antiga e não conseguia dar resposta aos pedidos dos clientes, pelo que a subcontratação estava a ser a solução. Assim, existiu a necessidade de comprar uma máquina, mais recente e, evidentemente, com tecnologia mais avançada.

Neste novo setor da fábrica, os níveis de produtividade esperados para o início seriam abaixo do espectável, sendo que, as consequências imediatas seriam o atraso da implementação do layout final, os tempos de paragem acima da média, bem como a falta de conhecimento por parte dos operadores face ao equipamento novo.

Na fase inicial, a dissertação teve como objetivo a normalização dos processos, de modo a garantir a qualidade ao cliente. Numa fase posterior, a implementação da manutenção autónoma e dos diferentes níveis do Kaizen diário foram cruciais para conservar durante vários anos o equipamento. Por fim, o destaque foi dado no melhoramento produtivo da linha, de modo a cumprir os prazos de encomendas, garantindo sempre a qualidade demonstrada anteriormente.

1.2 O Projeto de Laminação na Empresa X

A empresa X está ligada ao ramo corticeiro, sendo que, a sua unidade de negócio se centra em aglomerados compósitos.

A organização foi criada com o objetivo de aproveitar os desperdícios de cortiça e utilizá-los como matéria-prima para a criação de uma vasta gama de produtos, destinados às diferentes indústrias. A aposta na inovação e sustentabilidade está inerente à criação de novas soluções de cortiça. Atualmente, conta com cerca de 450 colaboradores.

A figura 1 representa a estrutura organizacional da empresa, sendo que a Engenharia e a Unidade Industrial 5 (UI5) são as áreas onde incide o meu projeto.

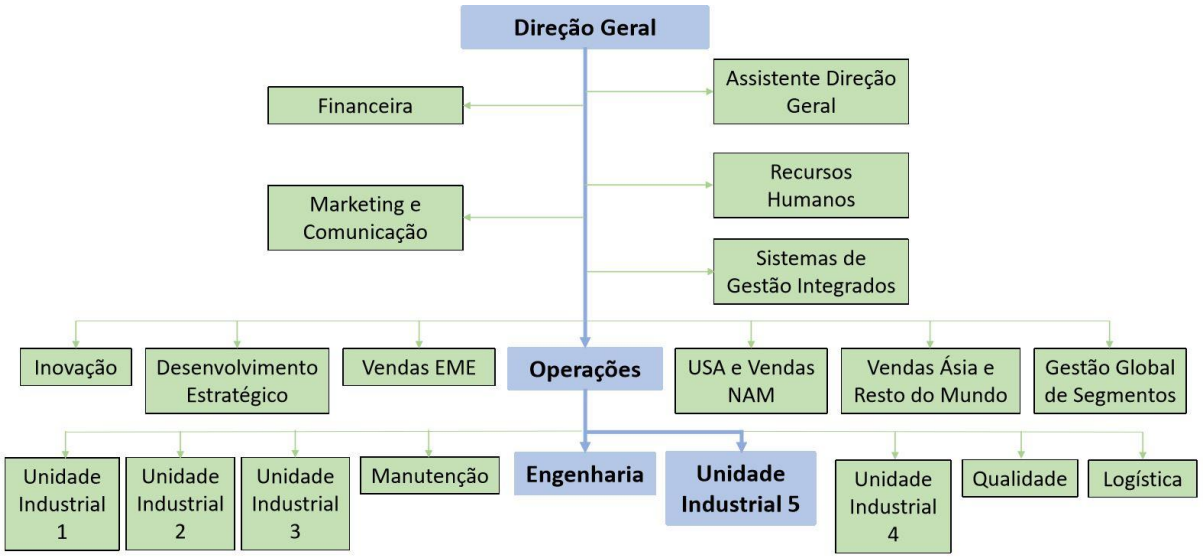


Figura 1 - Estrutura organizacional da empresa X

Através da Figura 1, é possível verificar que o Diretor Geral comanda todos os setores, sendo que o Diretor de Operações controla ambos os departamentos onde se encontra o objetivo deste projeto.

A Unidade Industrial 5 operava com uma máquina bastante antiga e com baixo desempenho. O equipamento era de sublimação e não de laminação, porém operava como tal, o que implicava que os resultados ao nível da cadência fossem sempre bastante inferiores ao esperado.

Como tal, nasce a necessidade de adquirir um equipamento novo, que consiga responder às necessidades do mercado. Para tal, é necessário alguém presente do departamento de Engenharia para acompanhar todo o processo inicial da máquina, bem como relatar alguns problemas e atividades de melhoria.

1.3 Objetivos do projeto

Face à necessidade exposta no subcapítulo anterior, a empresa propôs alguns objetivos, que serão ser aqui explanados ao longo deste tópico.

Tendo em conta a debilidade do equipamento anterior, foi proposto como principal objetivo, a obtenção de um *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) mínimo de 80%. O projeto começou com formações aos operadores da máquina, porém a fase de aprendizagem será longa, o que torna este objetivo ainda mais desafiante face à escassez de tempo.

Os outros objetivos propostos foram a implementação na linha do Kaizen diário nível 2 (5S e Kanban), Kaizen diário nível 3 (*One Point Lesson* (OPL) e instruções de trabalho), o *Total Productive Maintenance* (TPM), a obtenção de uma gramagem de cola inferior a 20 g/m^2 e a velocidade superior a 10 m/min.

Para além destes objetivos propostos, houve também a necessidade de acompanhar todo o processo produtivo inicial, de modo a assegurar a qualidade para o cliente, bem como normalizar os processos para os diferentes produtos realizados.

Este projeto terá também uma componente onde se efetuará uma comparação com o equipamento que era utilizado anteriormente para a mesma função, porque os ganhos e a poupança que estamos a obter ao longo dos tempos são mais elucidativos.

1.4 Método seguido no projeto

A realização deste projeto pressupôs um planeamento prévio das atividades, tendo em conta o tempo disponível para a realização do mesmo. Assim sendo, foi realizado um Cronograma de atividades, como o que está demonstrado na figura 2:

	Fevereiro	Março	Abril	Maio	Junho
Integração na Empresa					
Formação no novo equipamento					
Análise do Equipamento anterior					
Realização de testes					
Implementação de Kaizen Diário nível 2					
Implementação de Kaizen Diário nível 3					
Implementação do TPM					
Análise de fatores de melhoria ao funcionamento do equipamento					
Apresentação do plano de melhoria (plano de ações, datas de implementação)					
Implementação do plano de melhoria					
Validação do plano de melhoria implementado					
Finalização do Projeto					

Figura 2 - Cronograma de Atividades

Primeiramente, são realizadas sessões de acolhimento durante cerca de 2 semanas, de modo a que se fique ciente da empresa e de todos os departamentos que nela operam.

Seguidamente, realizaram-se ações de formação no equipamento novo para os operários, sendo que é essencial a presença do pessoal do departamento de Engenharia. Nesta fase, iniciou-se também a realização de testes para as diferentes matérias-primas utilizadas.

Posteriormente, efetuou-se a análise do equipamento utilizado anteriormente, bem como a implementação do TPM, Kaizen diário nível 2 e 3.

Após este procedimento, analisaram-se os fatores de melhoria ao funcionamento do equipamento, apresentou-se o plano de melhoria e implementou-se o mesmo. Seguidamente, validou-se o plano de melhoria implementado.

A última fase do projeto destinou-se à realização de pequenos ajustes e correções no trabalho final.

1.5 Estrutura da dissertação

A presente dissertação encontra-se dividida em cinco capítulos, com a respetiva descrição dos mesmos.

Neste primeiro capítulo foi apresentada uma breve descrição do enquadramento do projeto, bem como o projeto de laminação na empresa X, os objetivos do projeto e a metodologia seguida.

No segundo capítulo realiza-se a introdução teórica, tendo como base as atividades realizadas ao longo do projeto.

Seguidamente, no terceiro capítulo, é apresentado com algum pormenor descritivo a análise da unidade produtiva. Assim sendo, descreve-se a produção da matéria-prima obtida internamente, o processo produtivo, a finalidade do material produzido (underlay) e relata-se a situação inicial.

No quarto capítulo são apresentadas todas as ações de melhoria propostas (aceites e em estudo). Estas são fundamentadas com a implementação da manutenção autónoma, do Kaizen diário nível 2 e 3 (5S, sistemas de reposição Kanban, OPL, instruções de trabalho), de melhorias benéficas para os colaboradores, da redução da gramagem de cola e do aumento do OEE (por exemplo, a utilização do *Single Minute Exchange of Die* (SMED) na troca de matérias-primas).

Por fim, no quinto e último capítulo, apresentam-se as conclusões e perspetivas de trabalho futuro.

2 Enquadramento Teórico

Este capítulo apresenta uma breve revisão bibliográfica acerca de conceitos e metodologias utilizadas durante a dissertação. Inicialmente é introduzido o tema do *Lean Manufacturing*. De seguida, aborda-se o assunto do *Overall Equipment Effectiveness* (OEE), da Manutenção Produtiva Total (TPM), bem como do Kaizen diário nível 2 e 3. É importante corroborar o tema em comum no TPM e no Kaizen diário nível 2, os 5S. Posteriormente, é abordado o *Single Minute Exchange of Die* (SMED) e, por fim, a tecnologia *hot melt*, presente no equipamento de laminação.

2.1 Lean Manufacturing

O *Lean Manufacturing* não surgiu repentinamente na indústria, pelo que, é essencial, saber onde tudo começou. A *Toyota* é geralmente reconhecida como o berço do *Lean* (Munteanu e Ștefănigă, 2018). O *Lean Thinking* teve como ponto de partida a empresa *Toyota* (Pepper e Spedding, 2010). Segundo os mesmos, o *Lean* deriva do Sistema de Produção da *Toyota* (*Toyota Production System* - TPS) e a sua abordagem começou a ser desenvolvida logo após a Segunda Guerra Mundial.

Taiichi Ohno é considerado o grande mentor da criação do TPS. Num país completamente devastado pela guerra, a *Toyota* estava a perder terreno no mercado, o que exigia uma mudança rápida e atempada de forma a manter a competitividade. Taiichi Ohno e os seus parceiros, através de uma visita realizada aos Estados Unidos da América, observaram que não houve qualquer mudança no processo produtivo de 1930 até 1950, o que poderia ser uma vantagem competitiva. Tendo em conta a situação económica e social do país e a competitividade do mercado, a *Toyota* procurou ser diferente e optou por uma produção em pequenas quantidades dos mais variados produtos (em vez da produção em série, como era realizado até então), de modo a ir ao encontro do que era desejado pelo cliente. Esta mudança permitiu manter a qualidade apresentada anteriormente, bem como o baixo custo.

O termo *Lean Manufacturing* surgiu pela primeira vez no livro “*The Machine That Changed the World*” de Womack et al. (1990). O escritor comparou os sistemas de produção japoneses com os dos Estados Unidos e da Europa (produção em massa). O estudo realizado realçou um desempenho superior na indústria japonesa.

É importante realçar que o *Lean Manufacturing* tem como principal objetivo atingir a perfeição. Como tal, a chave para o sucesso é conseguida através de custos reduzidos, zero defeitos, baixo inventário e crescente qualidade e variedade de produtos. Por outras palavras, o valor para o consumidor deve ser o mais rentável possível, enquanto que os desperdícios entre os processos devem ser minimizados. A melhoria contínua é essencial para a adoção desta filosofia e é um processo que nunca deve terminar dentro da organização (Womack et al, 1990).

Ainda no livro “*The Machine That Changed the World*” de Womack et al. (1990), o autor baseou-se no Sistema de Produção da *Toyota* e resumiu a filosofia *Lean Manufacturing* em 5 princípios, descritos seguidamente:

- Valor: A identificação de valor e a definição do mesmo para clientes específicos é o ponto de partida. O valor é definido apenas pelo cliente final para cada produto específico (Womack & Jones, 1996). Tendo isto em mente, a empresa oferece ao cliente um produto ou um serviço de maior qualidade, eliminando no processo tudo o que é desperdício com o intuito de não acrescentar valor para o consumidor final.
- Cadeia de Valor: Este princípio consiste em identificar todas as atividades no processo produtivo, desde a receção das matérias-primas até à entrega do produto final ao cliente. As atividades podem ser de 3 tipos:
    - Criam valor;
    - Não criam valor, mas são necessários ao processo produtivo;
    - Não criam valor, nem são necessários ao processo produtivo (esta deve ser eliminada pela empresa, uma vez que, apenas constitui desperdício).
- Fluxo: Este conceito refere a importância em esboçar todas as tarefas que um determinado produto está sujeito na cadeia de valor, desde a obtenção da matéria-prima até ao cliente final. Assim sendo, o objetivo deste conceito é verificar a fluidez do processo produtivo, eliminando todos os desperdícios (paragens, transporte, …).
- Produção Pull: Este termo é provavelmente o conceito *Lean* mais difícil de entender. É também o conceito que mais contradiz os sistemas de produção em massa. Este princípio defende a produção apenas quando é necessária, ou seja, o cliente desencadeia a ordem de produção, evitando assim a produção para stock.
- Melhoria Contínua: O *Lean thinking* procura a perfeição e, como tal, o processo de melhoramento nunca acaba. Para muitos, este processo de mudança contínua é a mais difícil de todas. Porém, para assegurar a sustentabilidade, as organizações devem investir esforço e tempo para mudar esta cultura.

A execução sequencial dos 5 princípios enumerados permitirá às empresas maior competitividade face à concorrência, devido à melhor resposta que dará ao cliente.

2.2 *Overall Equipment Effectiveness (OEE)*

O conceito OEE nasceu no seio da filosofia TPM nos anos 70, e resultou da necessidade de avaliar o desempenho da manutenção integrando esforços de qualidade, disponibilidade e eficiência (Pinto, 2013). Ao longo dos tempos, através da variação dos valores do OEE, é possível identificar a(s) área(s) do(s) problema(s), bem como a(s) área(s) de melhoria. Esta variação é benéfica para as organizações, na medida em que conseguem priorizar as áreas onde devem de atuar.

No que respeita à qualidade, ela pode ter defeitos, ou seja, se não cumprir as especificações, o valor da qualidade é menor. Além disso, em certas máquinas retiram-se pequenas amostras, por exemplo, se numa máquina produz-se 100 metros e retira-se 3 para avaliar a qualidade, a qualidade obtida será, no máximo, de 97%.

No que concerne à disponibilidade, podemos ter paragens planeadas e não planeadas. As paragens planeadas, como por exemplo, a pausa para refeições, reuniões, formações, são as que não influenciam o OEE. As paragens que são necessárias realizar, como *setups* (para mudança de matéria-prima, por exemplo), influenciam o valor do OEE. Uma situação de

avaria enquadra-se numa paragem não planeada e a mesma também influencia a redução do valor do OEE.

Quanto à eficiência, ela está relacionada com a cadência. Por exemplo, se a máquina deveria estar a produzir 60 metros por hora (velocidade=1 metro por minuto) e apenas está a produzir 30 metros por hora (velocidade=0,5 metros por minuto), a eficiência é de 50% (cadência real/cadência teórica). A velocidade está diretamente relacionada com a falta de manutenção, uso incorreto do equipamento, ou aplicações erradas das definições da máquina.

O valor do OEE é então obtido multiplicando estes três fatores: e Qualidade, Disponibilidade e Eficiência.

$$OEE = Qualidade * Disponibilidade * Eficiência \quad (1)$$

Assim sendo, o cálculo da eficiência global do equipamento revela-se de extrema importância para as organizações.

2.3 Manutenção Produtiva Total (TPM)

A metodologia TPM (*Total Productive Maintence*) surgiu após a Segunda Guerra Mundial, pelas mãos da indústria nipónica. Esta filosofia foi desenvolvida no âmbito da manutenção e teve por base a técnica de manutenção produtiva desenvolvida pelos norte americanos. Os japoneses adaptaram esta técnica, atribuindo a responsabilidade pela manutenção dos equipamentos e instalações, por todos aqueles que direta ou indiretamente atuam com eles.

A indústria japonesa vivia com poucos recursos, contudo utilizando um pensamento *Lean*, conseguiu obter resposta para os seus problemas (crise). Com uma atitude proativa, os nipónicos elegeram um conjunto de objetivos estratégicos que viria a maximizar a eficiência dos sistemas produtivos, eliminando todo o tipo de perdas: zero defeitos, zero paragens, zero acidentes, zero stocks e zero tempo.

A filosofia TPM assenta em 8 pilares, como demonstra a figura 3:

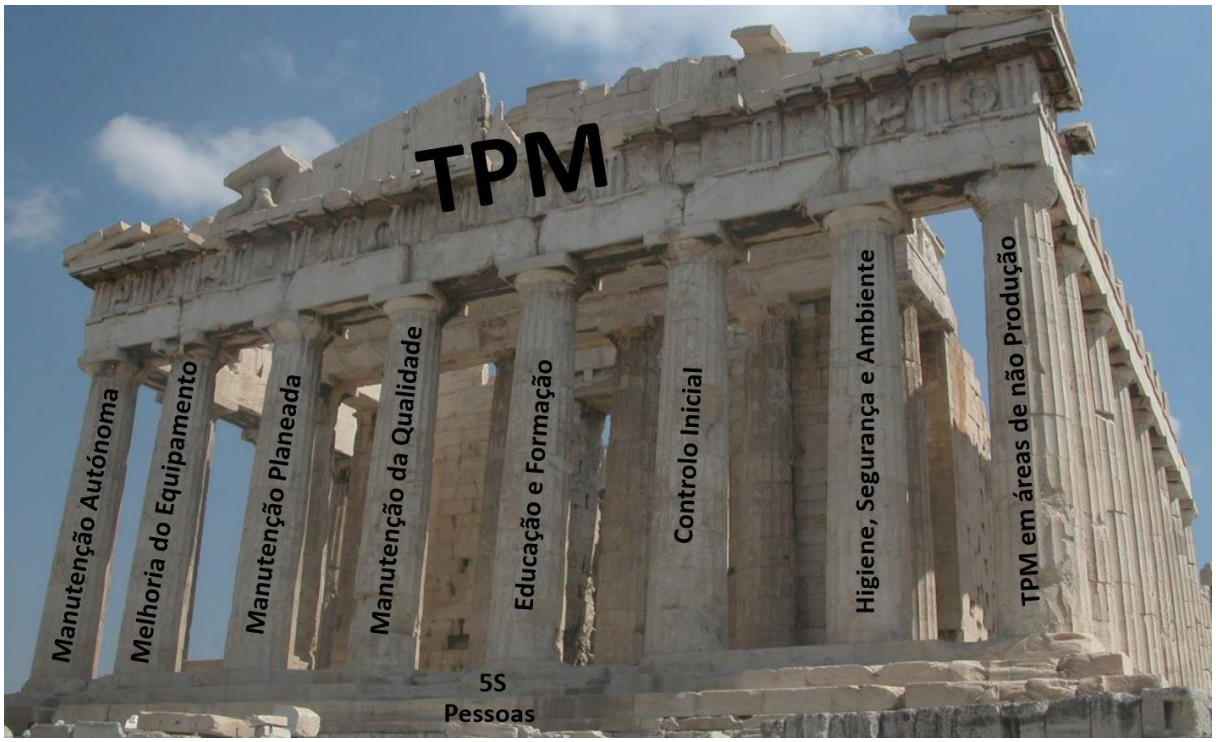


Figura 3 - Pilares TPM

Tendo em conta os pilares do TPM e o que será o trabalho abordado em todo o projeto, será seguidamente abordado apenas o tópico da Manutenção Autónoma. O tema dos 5S apesar de estar presente na Manutenção Produtiva Total, será abordado no *Kaizen* diário nível 2.

A Manutenção Autónoma (MA) consiste numa relação entre Homem e Máquina, ou seja, no envolvimento e comprometimento dos colaboradores fabris nas atividades básicas de manutenção dos seus equipamentos. Este processo confere maior responsabilidade aos operadores pelas suas máquinas e instalações, devendo cada funcionário sentir-se proprietário do seu local de trabalho. Além disso, o pessoal destinado à área da manutenção dispõe de mais tempo para outro tipo de atividades de melhoria.

A implementação da Manutenção Autónoma depende de sete níveis de atividades de grupo, que são:

- Limpeza Inicial;
- Localização e eliminação das fontes de sujidade e de difícil acesso;
- Criação de um método mais fácil de limpar o equipamento;
- Inspeção geral no equipamento;
- Inspeção geral no processo;
- Conduzir à inspeção autónoma;
- Iniciar a prática da autogestão.

A correta implementação permite o melhoramento da disponibilidade dos equipamentos, porém, muitas vezes, a mesma é mal utilizada, uma vez que as organizações ultrapassam as etapas, em vez de seguirem a ordem cronológica enunciada anteriormente.

2.4 Kaizen Diário Nível 2

O nível 2 do *Kaizen* diário introduz na equipa o desafio contínuo de eliminar desperdícios. Problemas relacionados com a deslocação ou a procura do material que necessitamos são desperdícios que queremos eliminar, como tal, devemos organizar os espaços e as áreas de trabalho. Assim sendo, e tendo como ponto de partida o que foi referido anteriormente, iremos aprofundar os temas relacionados com os 5S e os sistemas de reposição Kanban.

2.4.1 5S

Os 5S referem-se a um conjunto de práticas que procuram a redução do desperdício e a melhoria do desempenho das pessoas e processos, através de uma abordagem muito simples que assenta na manutenção das condições ótimas dos locais de trabalho, isto é, ordenados, arrumados e organizados (Pinto, 2013). Os 5S, são 5 palavras começadas pela letra S com origem japonesa, que são elas *Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu e Shitsuke*. Seguidamente serão explanados cado um dos termos:

1. *Seiri* (Triagem) – Separar o útil do supérfluo, identificar coisas desnecessárias no posto de trabalho. Consequentemente, originará maior facilidade na comunicação.
2. *Seiton* (Arrumação) – Segue a máxima: “Um local para cada coisa, cada coisa no seu lugar”. Consiste em colocar à mão os utensílios de uso mais frequente, colocar etiquetas de identificação nos objetos e no respetivo lugar onde estes devem ser guardados. Esta medida gera uma redução do tempo de procura dos materiais. As figuras nº 4 e 5 ilustram o que foi supracitado:



Figura 4 - 5S aplicado na linha de laminação



Figura 5 - 5S para os tubos

3. *Seiso* (Limpeza) – Pretende garantir a estabilidade dos locais de trabalho, podendo incluir tarefas de limpeza ou ações para repor as condições iniciais de todos os equipamentos. Este procedimento será benéfico ao nível da higiene e segurança no trabalho, bem como no desempenho dos equipamentos.
4. *Seiketsu* (Normalização) – A normalização garante a sustentabilidade dos 3S anteriores. Normalizar em todos os equipamentos e postos de trabalho do mesmo tipo. A grande vantagem deste S deve-se ao facto de as tarefas serem desempenhadas seguindo a prática standarizada mais eficaz até ao momento.
5. *Shitsuke* (Disciplina) – O principal propósito do 5ºS consiste em assegurar a sustentação da filosofia introduzida, garantindo um contínuo cumprimento das normas. Esta medida originará uma maior produtividade.

Esta metodologia de baixo custo requer tempo, persistência e muito acompanhamento. Contudo, a sua aplicação provocará melhoramento produtivo e facilidade nas atividades desenvolvidas.

2.4.2 Sistemas de Reposição Kanban

Um problema comum e recorrente entre os materiais consumíveis necessários para efetuar determinada tarefa diz respeito a estes poderem sofrer roturas de stock. Com base nesta limitação, nasceram os sistemas de reposição *Kanban*.

Os sistemas de reposição *Kanban* são de implementação fácil e simples. Num sistema deste tipo, um cartão (*Kanban*) é colocado num nível de reposição, de modo a que a pessoa que consome o último artigo veja o *Kanban* e possa encomendar o artigo em falta. A implementação deste sistema requer conhecimento sobre os processos, os materiais utilizados, a procura e o tempo de entrega.

A utilização dos sistemas de reposição *Kanban* acarreta inúmeras vantagens, entre elas a diminuição dos prazos de entrega (são realizadas com maior frequência e menor quantidade), diminuição de stocks, aumento da disponibilidade do espaço e minimização de custos.

2.5 Kaizen Diário Nível 3

O objetivo do nível 3 do *Kaizen* diário prende-se com a necessidade de estabelecer a regra de normalização nas equipas. Dentro da melhoria contínua, a normalização é uma ferramenta fundamental, na medida em que é através das normas e dos standards que conseguimos sustentar todas as melhorias que as equipas realizam.

Este nível é bastante benéfico para as organizações, uma vez que, todos os operadores realizam corretamente as tarefas da mesma maneira (de momento a mais simples, eficaz e segura). Este método garante estabilidade nos processos e procedimentos, previne erros e recorrências, linhas de orientação que permitam delegação de tarefas e, por fim, serve de base para auditorias e diagnósticos.

No que respeita à metodologia de implementação, primeiramente deve ser realizado um levantamento dos processos para apurar o que é necessário normalizar. Posteriormente, deve-se escolher o tipo de norma para documentar a normalização, bem como estabelecer prioridades para a criação e implementação das normas. Por fim, criam-se as normas, tendo por base os 5 princípios fundamentais: simples, objetiva, acessível, visual e única.

No projeto realizado a implementação decorreu através de uma lição de um ponto (*One Point Lesson* - OPL) e de instruções de trabalho. Assim sendo, apenas estas duas metodologias serão explanadas de seguida.

Por um lado, foram realizadas OPL (trata-se de um documento visual de uma página, com uma lição pormenorizada sobre uma parte específica de uma tarefa). Deve ser redigido com frases sucintas que sugiram ações precisas, bem como apresentada de forma simples, para ajudar o operador a executar as operações no posto de trabalho.

Por outro lado, as instruções de trabalho tratam-se de um documento de apoio ao formador que inclui passos importantes, pontos chave e razões para essa determinada tarefa. É um documento utilizado para treino, sendo que é desenvolvido antes da formação, com o objetivo de normalizar a forma como o treino é executado.

Após a implementação no nível 3 do *Kaizen* diário, as organizações ganham vantagem no mercado, sendo este método apenas possível de implementar, após a concretização total do nível 1 e 2 do *Kaizen* diário.

2.6 Single Minute Exchange of Die (SMED)

Atualmente, um dos maiores desperdícios nas empresas diz respeito às mudanças de máquina (por exemplo, troca de ferramenta, ajustes, ou preparação do processo para executar um novo serviço ou produto), porque durante esse período não se realiza qualquer atividade de valor acrescentado para o cliente. Além do tempo despendido, as mudanças (ou setups) são dispendiosas e, em muitas situações, gera problemas de qualidade decorrentes do arranque (Pinto, 2013).

Shigeo Shingo desenvolveu um método designado de *Single Minute Exchange of die* (SMED), com o objetivo de reduzir os setups para melhorar a produtividade dos processos, reduzir lotes, stocks e custos, com a intenção final de realizar a mudança em menos de 10 minutos. Este é um método para melhorar um trabalho que se baseia em substituições constantes e foi desenvolvido e aplicado inicialmente em prensas de estampagem (Coimbra, 2013).

O SMED consiste em ações de melhoria, nomeadamente a redução dos tempos e atividades de mudança e ajuste, com o intuito de maximizar a utilização dos meios, bem como o aumento da flexibilidade dos processos. Esta metodologia gera custos e lotes de fabrico mais baixos.

Para a aplicação desta metodologia é necessário seguir cronologicamente as seis fases que serão enunciadas seguidamente:

1. Separar as atividades de setup internas e externas envolvidas no processo de mudança de ferramentas. As atividades de setup internas são as que se realizam com o equipamento parado, enquanto que as atividades de setup externas são possíveis de serem realizadas com o equipamento em funcionamento.
2. Converter sempre que possível, as atividades de setup internas em externas. Esta medida permite reduzir os tempos de paragem da máquina.
3. Eliminar a necessidade de ajustes (por exemplo, apertos e calibrações). Esta fase também permite reduzir os tempos de paragem do equipamento.
4. Uniformizar e melhorar as operações manuais. Esta medida visa que cada colaborador realize as suas atividades da melhor maneira possível, conhecida até à data.
5. Aperfeiçoar o equipamento a nível estrutural ou operacional. Assim sendo, a redução do tempo de paragem será menor do que era verificado anteriormente.
6. Criar um registo de melhorias e definir objetivos a atingir, ou seja, a melhoria contínua neste processo nunca acaba.

Deste modo, as reduções dos tempos de setup só se conseguem com a contribuição de todos os elementos da equipa. O envolvimento de todos os colaboradores trará melhores resultados para qualquer organização.

2.7 Adesivos

A ligação de peças diferentes através da colagem teve origem no tempo dos egípcios, ou seja, 1500 anos A.C. Ao longo dos anos, houve uma grande evolução nesta área, tanto ao nível dos diferentes processos de ligação, como das tecnologias utilizadas. À medida que novos materiais são desenvolvidos, uma revisão histórica de antigas aplicações, pode levar ao seu melhoramento com o objetivo de atender a requisitos totalmente novos (Pizzi e Mittal, 2003).

Durante muito tempo, uma substância adesiva foi considerada como um material capaz de aderir, com o objetivo de provocar uma ligação entre essa superfície e outro material (Delmonte, 1949). Atualmente, os adesivos provêm, na sua grande maioria, de produtos de origem orgânica, mas antigamente (antes da utilização em grande escala) provinham de produtos naturais, de origem animal, vegetal ou mineral, devido ao reduzido avanço realizado pela química de síntese na elaboração de adesivos.

Os adesivos (ou colas) podem ser classificados de diferentes maneiras, tais como: função (estrutural e não estrutural), composição química (termoplásticos, termoendurecíveis, elastoméricos, híbridos), método de reação (reação química, perda de solvente, perda de água, arrefecimento a partir do estado fundido), forma física (líquido, pasta, sólido), custo, substratos e método de aplicação.

Tendo em conta os possíveis critérios de classificação dos adesivos e o tema do projeto, o único que será esmiuçado é o método de reação. Este possui diferentes tipos de colas, sendo que, o abordado será o adesivo que endurece por arrefecimento a partir do estado fundido, mais especificamente, os adesivos termofusíveis (*hot melt*).

2.7.1 Hot Melt

A tecnologia *hot melt* representa uma técnica com ampla margem de crescimento no mercado, devido ao seu baixo custo e boa eficiência. *Hot melt* é definido como um sistema adesivo que é derretido termicamente e desenvolve coesão através de arrefecimento (DIN, 2016). A sua temperatura de fusão é relativamente baixa, sendo que passam ao estado líquido após serem aquecidos. São aplicados a quente e após solidificação, ou seja, após arrefecerem, desenvolvem uma coesão bastante rápida com a superfície do componente a ser colado. A viscosidade de fusão é uma consideração importante neste tipo de adesivos (Silva et al, 2011). Contudo, este processo é reversível, na medida em que, após o material estar arrefecido, pode ser derretido e usado novamente.

Para o manuseamento desta tecnologia, face à oferta do mercado e às nossas necessidades no projeto, procuramos, essencialmente, baixa viscosidade, baixa temperatura de trabalho (necessariamente inferior ao ponto de fusão do polietileno) e, principalmente, boa relação custo/qualidade da colagem.

3 Análise da Unidade Produtiva

O presente capítulo fará uma abordagem geral à linha de laminação nova e antiga. Como tal, será efetuada uma pequena abordagem sobre a proveniência da matéria-prima utilizada (parte da matéria-prima é efetuada dentro da empresa e será essa que será explicada). Seguidamente, será explanado o processo produtivo da máquina. Posteriormente, referir-se-á a utilização do que a linha de laminação produz. Finalmente, será efetuada uma comparação entre o equipamento utilizado anteriormente e o novo.

3.1 Matéria-Prima

As matérias-primas utilizadas na linha são compostas por três grupos distintos: cola (hot melt), substrato (por exemplo: polietileno, papel, …) e aglomerado. Será este último que abordaremos, uma vez que é trabalhado dentro da empresa.

Começando pelas origens, o ciclo de vida da cortiça (enquanto matéria-prima), inicia-se com a extração da casca dos sobreiros (descortiçamento). Depois de extraída, a cortiça entra no processo industrial até à obtenção do produto final. No processo produtivo, a cortiça passa por várias etapas dependendo do produto a que se destina. Tendo em conta o âmbito deste projeto, explanar-se-á o percurso industrial da cortiça até ao rolo com aglomerado da mesma.

O percurso industrial teve origem nos anos 60, devido à existência de um desperdício de cerca de 70% da fabricação de rolhas. Atualmente, na empresa X, todos os desperdícios de cortiça são direcionados para o mesmo local, sendo separados por materiais (nalguns casos específicos, por cor). Os materiais permanecem aí até terem uma ordem de fabrico, ou uma necessidade associada. Após a sua receção, os materiais seguem para a trituração. Nesta fase, eles são triturados ficando com diferentes granulometrias. Consoante a sua dimensão, o granulado é direcionado para o material que vai ser fabricado. Após esta fase, os materiais seguem para silos dedicados, ou sacos grandes (também designados por *big bags*). São direcionados para os silos dedicados se estiverem programadas para realizar as ordens de fabrico, caso contrário vão para os *big bags*, sendo estes últimos etiquetados e armazenados. Nos silos dedicados são introduzidas fórmulas que estão relacionadas com a ordem de fabrico. O material segue então para mini silos, que têm de estar devidamente limpos. Nesta fase, qualquer tipo de sujidade encontrada, provocará a perda de propriedades do material. Posteriormente, o material é pesado na balança, passa para o misturador e vai para o molde. Aí ocorrem as compressões, que correspondem a uma mistura. As compressões são realizadas consoante a fórmula associada. Após ocorrerem todas as compressões, o material é moldado e preso por pregos, seguindo para a estufa onde permanece quatro horas a 140 °C. Após este procedimento, o material é arrefecido e desmoldado. De seguida, este é laminado conforme as especificações e é encaminhado para a linha de laminação.

3.2 Processo Produtivo

Como referido anteriormente, a máquina de laminação localiza-se na UI5, mais especificamente, na zona dos acabamentos. Nesta zona existem dois turnos, com três elementos em cada, sendo eles:

- Chefe de equipa ou *Team leader*: Além de operar nas máquinas, como qualquer outro colaborador, gere a equipa e acompanha o processo produtivo, realizando a reunião de Kaizen diário nível 1.
- Dois Colaboradores: Opera nas máquinas consoante a necessidade das encomendas. No entanto, podem ainda operar em outras zonas do departamento industrial da UI5.

Na zona de acabamentos é possível encontrar a nova máquina de laminação, o rebobinador, a embaladora, o jato de água e a cabine de pintura. Porém, neste estudo focar-nos-emos apenas a nova máquina de laminação. Atualmente, esta opera apenas num turno, mas no futuro prevê-se que trabalhe a dois e, eventualmente, a três.

No que diz respeito à máquina de laminação, esta tem como função unir duas superfícies distintas (com recurso à tecnologia hot melt), neste caso concreto um composto de cortiça com um substrato. O resultado da união será explicado no ponto 3.3. Quanto à máquina de laminação, dada a complexidade e a extensão da mesma, esta pode ser dividida em seis partes: alimentador, mesa de corte, calandra, zona dos discos de corte, zona da badana e rebobinador final. Além disso, acoplado a estas seis partes, a linha possui um fusor.

O alimentador localiza-se no início da linha, é constituído por um veio expansivo e dez rolos, sendo seis deles mecanizados (figura 6).



Figura 6 - Alimentador

O veio expansivo é colocado dentro do rolo de aglomerado de cortiça, sendo posteriormente necessário centrar a matéria-prima. Após concluir esta tarefa, coloca-se pressão no veio expansivo. Após cumprir estes requisitos guia-se manualmente a matéria-prima até à zona seguinte, ou seja, a mesa de corte.

A mesa de corte localiza-se entre o alimentador e a calandra e possuí dois calcadores (figura 7).



Figura 7 - Mesa de Corte

Esta zona tem uma função bastante relevante para o operador, uma vez que serve para fazer a ligação entre a nova matéria-prima e a anterior. Este processo permite ao colaborador não ter de guiar manualmente o material pela máquina toda. No que concerne ao método de trabalho desta zona, o calcador número 1 serve para prender a matéria-prima nova e o calcador número 2 a matéria-prima antiga. Presos pelos calcadores, é efetuada a ligação entre ambas através de fita cola de papel. O material é encaminhado então para a calandra.

Antes de ser explanado o processo produtivo na calandra, abordar-se-á o do fusor. Este é um equipamento que é adquirido à parte e é constituído por pratos, pistolas e mangueira. A função do fusor é derreter a cola para ejetá-la nos rolos da calandra. A cola encontra-se no estado sólido e passará para o estado líquido através do aquecimento dos pratos. A figura 8 apresenta o fusor abastecido com um bidão de cola.



Figura 8 - Fusor

Após o processo de aquecimento estar concluído, a cola desloca-se através da mangueira e é ejetada pelas pistolas nos rolos (previamente aquecidos) da calandra.

A calandra é a zona mais complexa da máquina, uma vez que mistura as três matérias-primas presentes em todo o processo. A figura 9 apresenta, respetivamente, a vista frontal e traseira da calandra.



Figura 9 - Vista frontal e traseira da calandra

Como referido anteriormente, a cola (amarelo) é diretamente colocada nos rolos quentes (círculos cinzentos 1 e 2) e o aglomerado de cortiça (cor verde) chega à calandra na zona superior frontal. O substrato (cor de laranja) é colocado na zona inferior traseira da calandra. Tanto o aglomerado de cortiça como o substrato estão suficientemente esticados, devido a todos os rolos estarem presentes na calandra. Aqui, o substrato encosta no rolo vermelho número 3, que está encostado aos rolos quentes, assim a cola é aplicada diretamente no

substrato e logo de seguida é realizada a união entre o aglomerado de cortiça e o substrato, através da compressão dos rolos número 4 e 5. O produto colado (azul) segue para a zona dos discos de corte.

A figura 10 ajuda a compreender melhor o que foi referido.

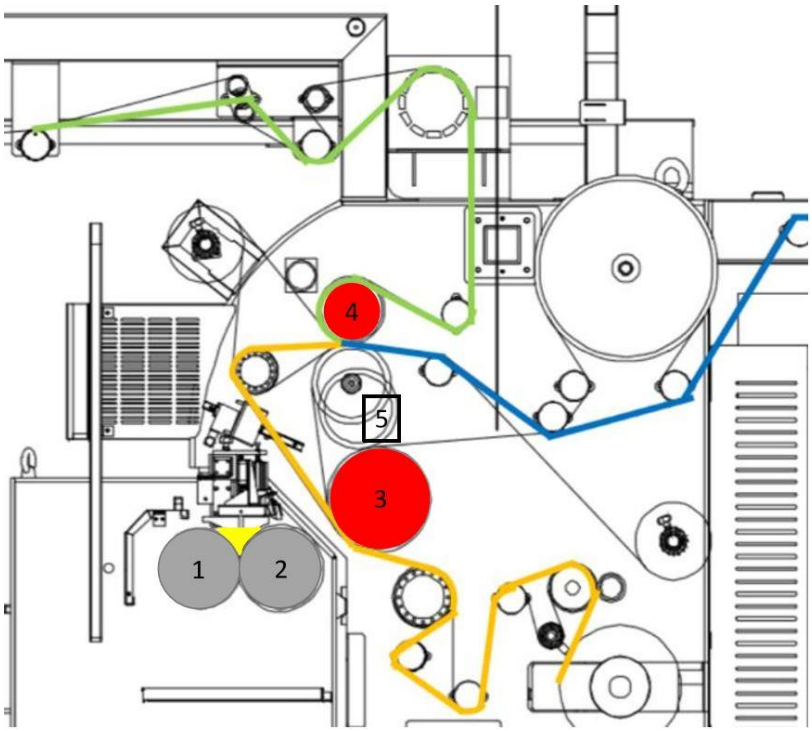


Figura 10 - Esquema das matérias-primas e dos rolos na calandra

A zona dos discos de corte possui, como o próprio nome indica, discos de corte. O material colado tem obrigatoriamente de passar nesta zona, mas estes podem ou não, ser utilizados. Eles servem para aparar e/ou separar o material colado.

A figura 11 ilustra a zona dos discos de corte.

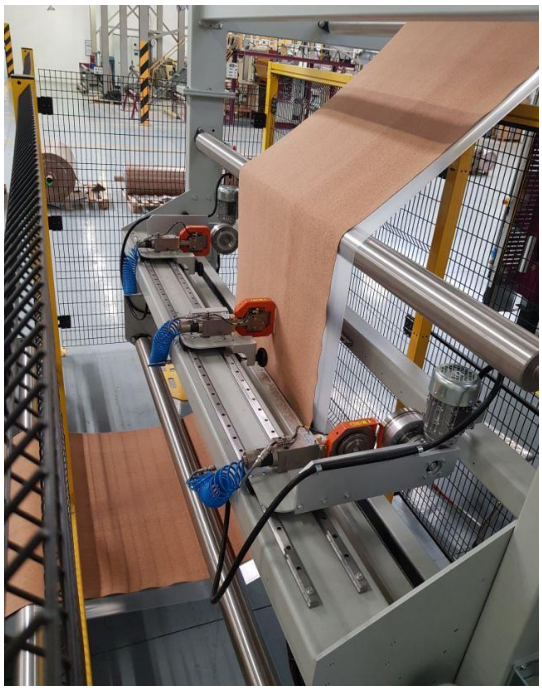


Figura 11 - Zona dos discos de corte

O material colado segue então para a zona da badana. Antes de se referir a constituição da zona é importante referir o que é uma badana. Ela representa uma pequena dobra que é realizada no substrato, com o intuito deste ficar do mesmo tamanho do aglomerado de cortiça (O substrato é maior que o aglomerado de cortiça). A zona da badana, tal como a zona dos discos de corte, pode ou não ser utilizada. É constituída por uma guia e uma escova (figura 12).

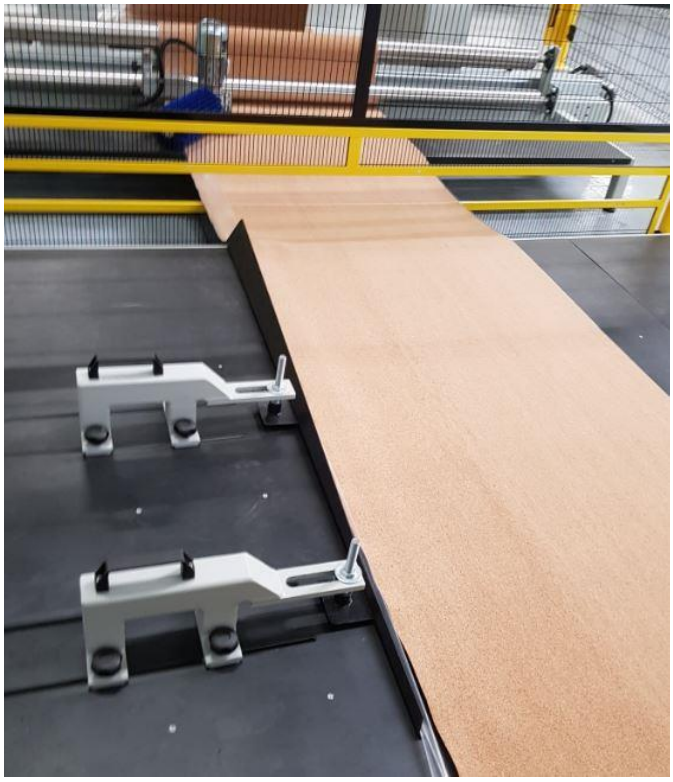


Figura 12 - Zona da badana

Por fim, o material colado chega à última zona da máquina de laminação, o rebobinador final. Este encontra-se ilustrado na figura 13.

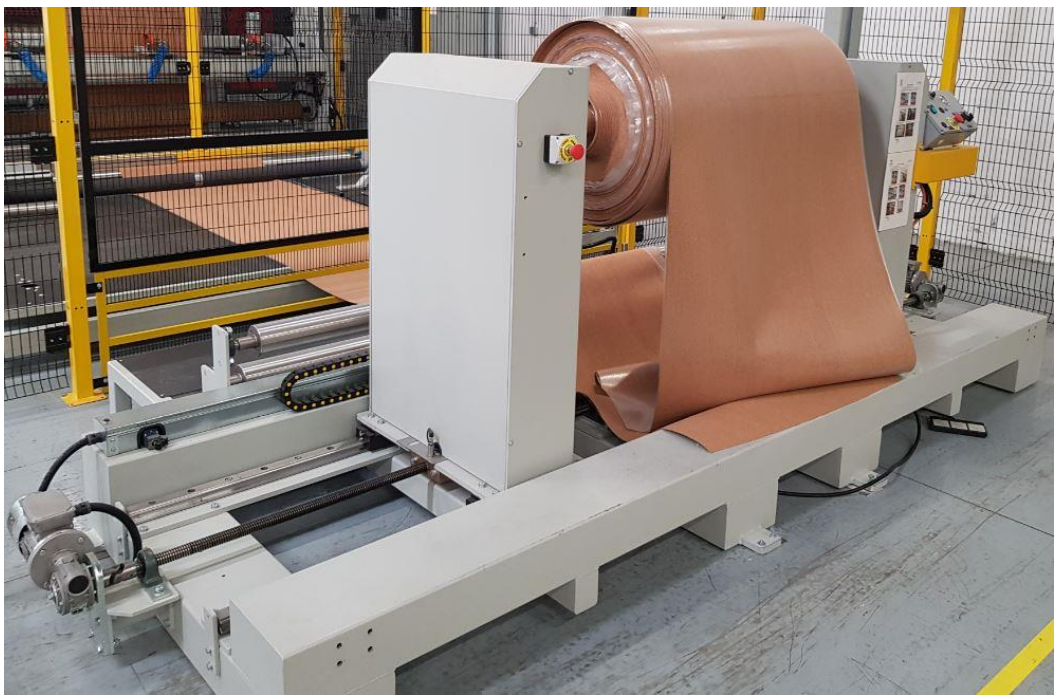


Figura 13 - Rebobinador final

Esta última zona possui um sistema mecânico capaz de enrolar o material colado no sentido horário ou anti-horário, bem como suportar os diferentes tamanhos dos tubos. O processo termina nesta zona.

Concluído o processo produtivo, é importante realçar a finalidade do material colado. Como tal, no tópico seguinte, será explicado a sua utilidade e respetivas vantagens.

3.3 Underlay

A união entre o aglomerado de cortiça e o substrato denomina-se underlay. Este é uma base para colocar entre o piso e o pavimento, para melhorar o conforto, a nível térmico e acústico. Os underlays podem ser feitos de um aglomerado de cortiça pura ou de uma mistura com outro compósito, como por exemplo polímeros etileno vinil acetato (Ethylene Vinyl Accetate - EVA). Além disso, podem ser de várias dimensões e espessuras, de acordo com a aplicação.

A figura 14 apresenta um aglomerado de cortiça com mistura de polímeros EVA e o substrato, neste caso o polietileno (PE). É possível ainda observar marcas de colagem no substrato.

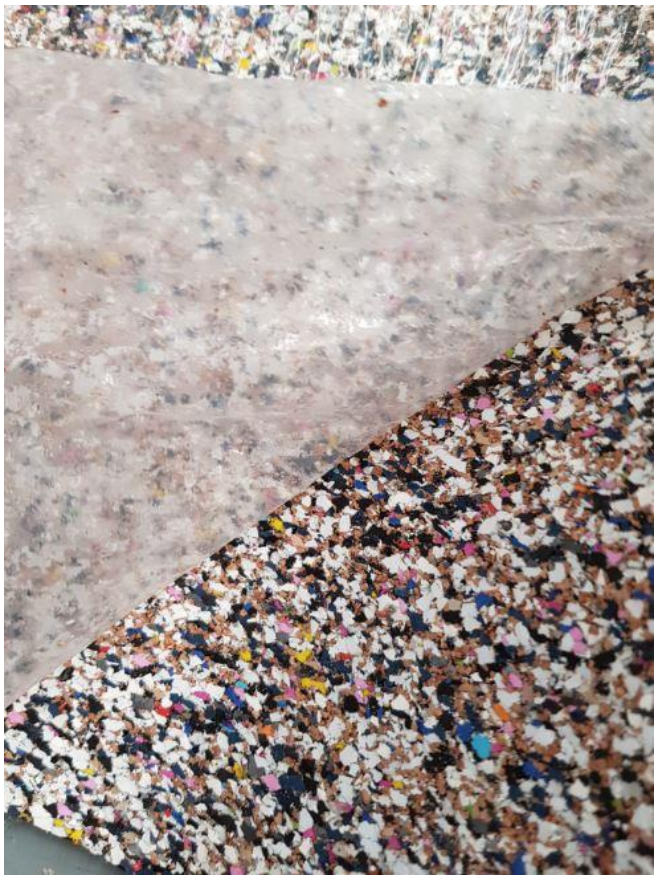


Figura 14 - Aglomerado de cortiça com EVA e polietileno

Os underlays em cortiça possuem várias características e vantagens. De seguida, explanar-se-ão algumas delas.

A sua instalação é efetuada de maneira fácil, simples e eficaz. Os underlays realizam a compensação do desnível de pavimento, ou seja, protegem o pavimento de imperfeições que possam surgir no subpavimento. Além disso, são resistentes à difusão do vapor de água e não expandem quando em contacto com a água ou sob condições de alta humidade. Evitam a circulação do vapor de água através do piso, ao mesmo tempo que mantém a resistência térmica. Devido à resistência natural da cortiça à carga, esta ajuda a eliminar marcas permanentes ou deformações causadas por objetos pesados colocados no pavimento (por

exemplo, móveis), bem como atenuar o impacto de objetos que caiam no chão. Proporcionam também a redução do ruído de impacto dos passos, devido à resiliência da cortiça que oferece um efeito de amortecimento, o que torna o pavimento mais confortável para andar. Estes underlays são também caracterizados por possuírem uma alta performance com densidade reduzida. Os underlays produzidos na organização são fabricados a partir de materiais 100% reciclados e naturais, isto é, são uma solução totalmente sustentável.

3.4 Situação Inicial

Neste subcapítulo efetuar-se-á uma análise ao equipamento anteriormente utilizado, bem como uma comparação entre este e a máquina nova.

3.4.1 Equipamento Antigo

No que concerne ao equipamento antigo, é fundamental ser efetuada uma análise ao OEE. Para tal, durante cinco meses, foram selecionadas amostras para a realização desta análise. Assim sendo, selecionaram-se meses que divergissem uns dos outros, ou seja, uns onde a cadência de produção real fosse superior à teórica, outros onde fossem altos os tempos improdutivos, devido à mudança de série. Deste modo, selecionaram-se os meses de janeiro, setembro, outubro, novembro e dezembro de 2018.

Os produtos realizados nestes cinco meses distintos eram bastante diferentes uns dos outros, a nível de cadência teórica, real e quantidade a produzir. Como tal, para se analisar o OEE não se realizou uma média, mas sim uma média ponderada.

O primeiro parâmetro analisado foi a velocidade. A figura 15 apresenta as diferenças percentuais de velocidade entre os cinco meses escolhidos e o resultado da média ponderada.

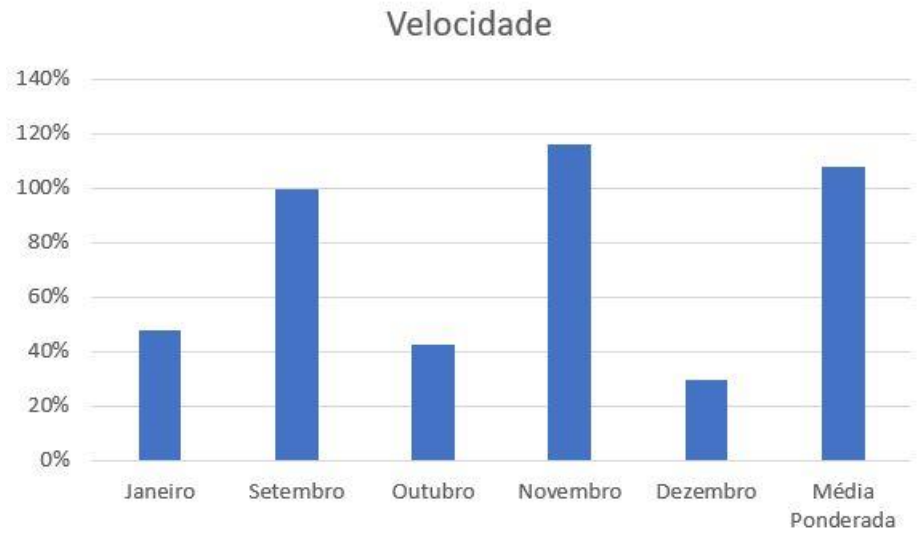


Figura 15 - Velocidade da máquina antiga

É possível constatar que o resultado da média ponderada está bastante elevado devido ao mês de novembro. Este mês teve uma maior produção que os outros 4 e a velocidade de produção foi bastante superior à cadência teórica. Assim sendo, o parâmetro da velocidade (ou eficiência) é de 107,56%.

Posteriormente, analisou-se o parâmetro da disponibilidade. A figura 16 apresenta uma análise comparativa da disponibilidade nos cinco meses selecionados e na média ponderada.

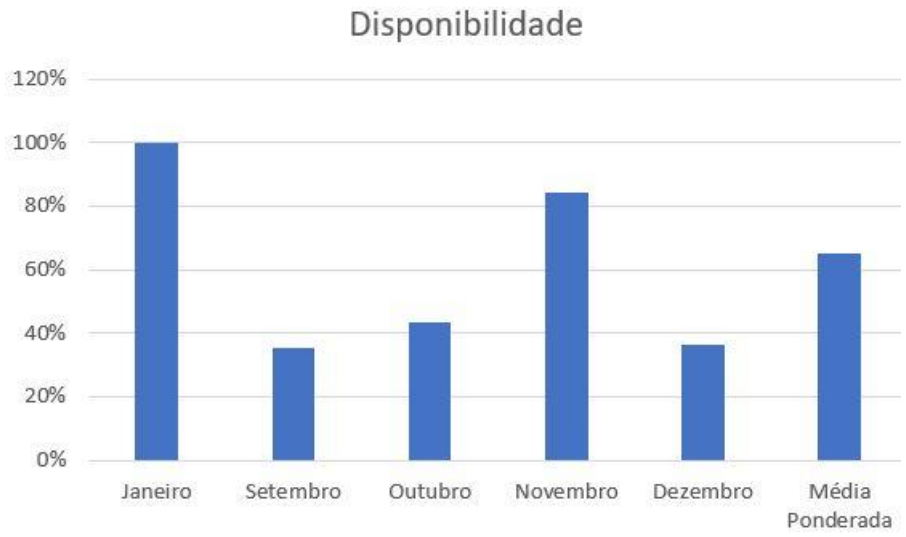


Figura 16 - Disponibilidade na máquina antiga

Relativamente à disponibilidade, este parâmetro ficou-se pelos 64,90%. Apesar das taxas elevadas em janeiro e novembro, setembro e dezembro foram meses bastante problemáticos a este nível.

Após uma análise da velocidade e da disponibilidade, falta apenas a qualidade. Este parâmetro, em máquinas onde os operadores têm bastante experiência, não costuma ser problemático. Assim sendo, os resultados da pesquisa encontram-se presentes na figura 17.



Figura 17 - Qualidade na máquina antiga

O parâmetro da qualidade apresenta um valor de 99,60%. Este valor aproxima-se bastante dos 100%.

Tendo em conta os três valores obtidos: velocidade, qualidade e disponibilidade, calcula-se o OEE da máquina antiga:

$$OEE = 107{,}56 * 64{,}90 * 99{,}60 = 69{,}52\% \quad (2)$$

O OEE da máquina antiga é então de 69,52%. A figura 18 demonstra as diferenças de OEE entre os cinco meses analisados e a média ponderada realizada.

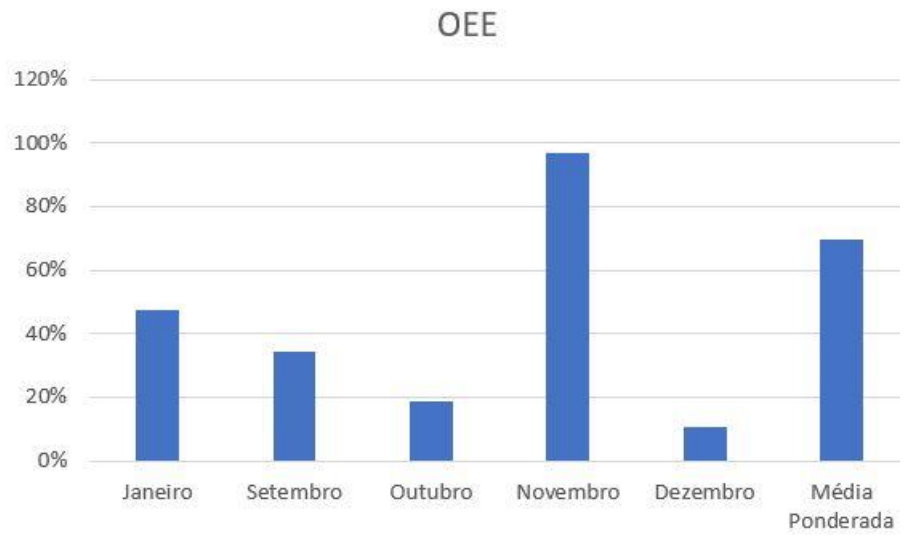


Figura 18 - OEE na máquina antiga

Após esta análise ao equipamento antigo efetuar-se-á uma comparação com o equipamento novo.

3.4.2 Comparação Entre as Máquinas

Seria interessante referir o OEE inicial da máquina nova, porém esta encontra-se numa fase embrionária, o que significa que, para tal, apenas teríamos amostras com cerca de um mês. Por conseguinte, será efetuada uma comparação entre ambas as máquinas, mas não ao nível do OEE. As cadências teóricas para a máquina antiga eram bastante baixas, enquanto que para a nova são de doze metros por minuto (m/min). Assim sendo, a comparação será efetuada ao nível da velocidade, bem como dos custos.

No que diz respeito às velocidades, constatou-se que, face à análise exaustiva efetuada ao equipamento anterior, a velocidade real rondava os 2,60 m/min. Quanto ao equipamento novo, numa fase de testes, a velocidade utilizada foi de 3m/min, ou seja, mesmo numa fase de testes e aprendizagem, a velocidade utilizada era superior à máquina antiga. A figura 19 compara a máquina antiga e a nova em termos de velocidade.

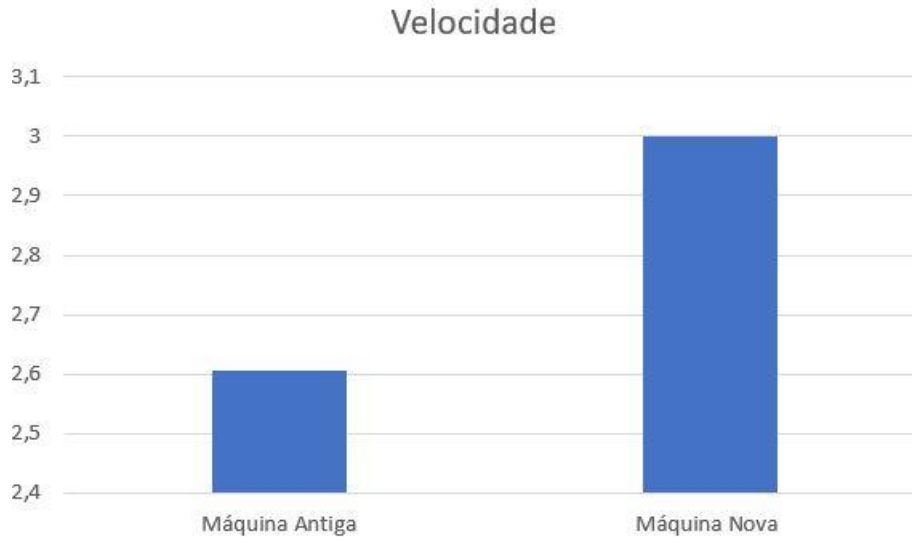


Figura 19 - Comparação das velocidades

A comparação dos custos terá por base a mão de obra e a cola, a qual será efetuada por metro quadrado produzido. Assim sendo, a mão de obra necessária no equipamento antigo era de

dois colaboradores e no novo é de um colaborador, ou seja, 43,33% mais barato. O equipamento novo, a produzir a 3m/min, dá um total 180m/h, com uma gramagem de cola na ordem das 40g/m^2. O equipamento antigo não era capaz de controlar esta gramagem, uma vez que a aplicação era efetuada através de um filme de cola. Efetivamente, comparando os equipamentos ao nível da cola, a máquina nova gasta cerca de 53,85%, ou seja, menos 46,15% do que a antiga gastava. Fazendo uma análise aos dois parâmetros, o equipamento novo gasta, nesta fase inicial, 50,86% do que a máquina antiga gastava.

Esta primeira análise permite concluir que o equipamento novo é mais económico. Além disso, após a fase de testes, a velocidade terá tendência a aumentar e a gramagem de cola a diminuir, o que representará uma melhoria a nível de poupanças.

4 Propostas de Melhoria

Após uma análise ao processo produtivo e às necessidades da empresa X, o presente capítulo fará uma abordagem a todas as propostas de melhoria sugeridas. Estas foram quase todas aceites, sendo que, no último subcapítulo, abordar-se-á as propostas que, devido à necessidade de capital para o investimento, estão em fase de estudo.

As melhorias implementadas na empresa tiveram um grande apoio de todos os envolvidos naquela área de trabalho. Esse dinâmico envolvimento com todos os colaboradores permitiu uma abordagem precisa e objetiva. As melhorias que serão explanadas tiveram grande recetividade por parte dos colaboradores e, por conseguinte, tiveram um bom impacto no processo produtivo.

4.1 Manutenção Autónoma

Durante os primeiros dias, a máquina esteve a ser montada, então não houve qualquer processo produtivo para ser avaliado. Porém, através do manual do equipamento é possível começar a definir o que os colaboradores necessitavam de realizar antes e/ou após a produção, ou seja, a manutenção autónoma.

Foi então realizada uma tabela onde constam todas as atividades que o operador necessita de fazer, a periodicidade da mesma, o local onde se vai atuar e o equipamento necessário para a sua realização.

A figura 20 apresenta a tabela elaborada para este fim. No anexo A também constará esta tabela, mas em maior escala.

Nº	Equipamento	Tipo de intervenção	Órgão	Ferramentas	Instrução	Frequência	Quando Fazer?
1	Laminação		Alimentador	Bomba de massa	Lubrificação das chumaceiras	MENSAL	Início Turno
2			Motor/ventilador	Mangueira de ar comprimido	Limpeza do ventilador com ar comprimido	SEMANAL	Fim Turno
3			Filtro	Mangueira de ar comprimido	Limpeza do filtro com ar comprimido	SEMANAL	Fim Turno
4			Rolos da Calandra	Bomba de massa	Lubrificação das chumaceiras	SEMANAL	Início Turno
5			Rolos Quentes	Bomba de massa	Lubrificação dos rolos	POR TURNO	Início Turno
6			Filtro	Mangueira de ar comprimido	Limpeza do filtro com ar comprimido	SEMANAL	Fim Turno
7			Rebobinador - Motor sem fim	Bomba de massa / Spray	Lubrificação do motor sem fim	SEMANAL	Início Turno
8			Mesa de Corte/Emenda	Mangueira de ar comprimido	Limpeza da mesa de corte com ar comprimido	POR TURNO	Fim Turno
9			Discos de Corte	Silicone Seco	Lubrificação de calhas com silicone seco	SEMANAL	Início Turno
10			Chumaceiras	Bomba de massa	Lubrificação das chumaceiras	SEMANAL	Início Turno
11			Chumaceiras do Enrolador	Bomba de massa	Lubrificação das chumaceiras do enrolador	SEMANAL	Início Turno
12			Rebobinador Final	Silicone Seco	Lubrificação de calhas com silicone seco	SEMANAL	Início Turno
13			FRIMEC	-	Verificação do nível de lubrificante quando os rolos quentes atingirem a sua temperatura	SEMANAL	Início Turno
14			Calandra	Mangueira de ar comprimido	Limpeza do anel deslizante da resistência e verificar se as escovas estão soltas	MENSAL	Início Turno

Figura 20 - Rota Manutenção Autónoma

Sobre a figura 20 é importante reter algumas informações importantes. As cores azul, verde e amarelo simbolizam a periodicidade da manutenção autónoma a ser realizada diariamente, semanalmente e mensalmente, respetivamente. Quando aos símbolos o olho representa inspeção visual, o caixote do lixo a limpeza, a gota a lubrificação e as chaves de ferramentas a necessidade em ser chamada a equipa da manutenção a realizar a atividade.

A figura 21 e 22 representam duas zonas onde antigamente não existia qualquer símbolo e agora existe para se proceder à execução da manutenção autónoma.

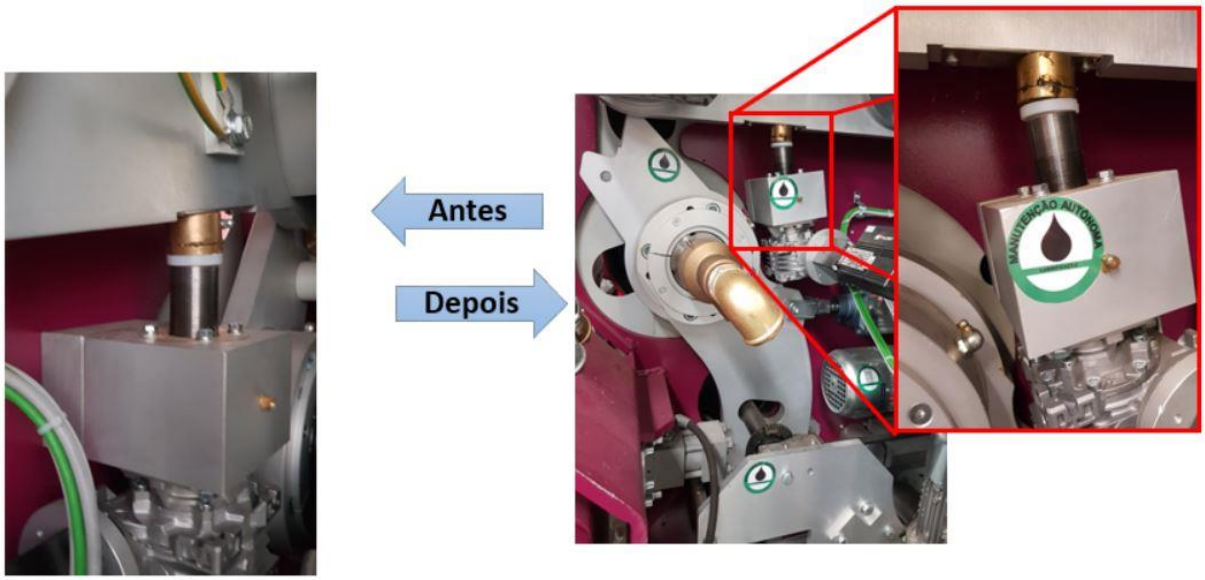


Figura 21 - Manutenção Autónoma: antes e depois

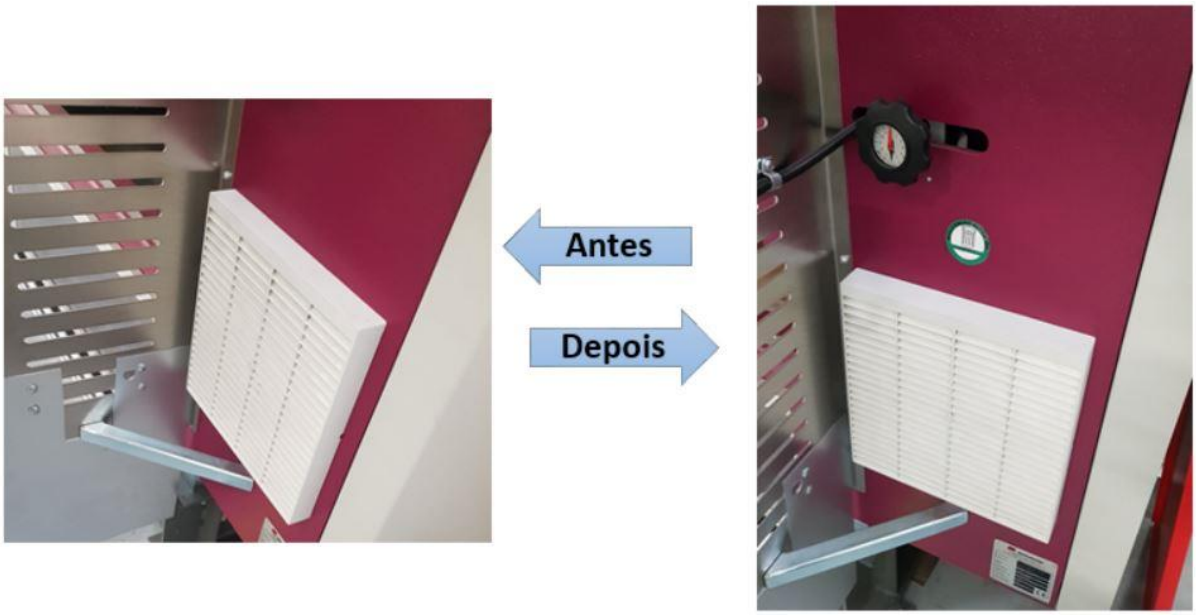


Figura 22 - Manutenção Autónoma: antes e depois

Implementada a manutenção autónoma, segue-se para o nível 2 do Kaizen diário.

4.2 Kaizen Diário Nível 2

Tendo já sido previamente implementado o Kaizen diário nível 1, surgiu a necessidade de implementar o nível 2. Este nível é constituído pela ferramenta dos 5S e pelo sistema de reposição Kanban.

Começando pelos 5S é importante referir que o primeiro S não foi necessário realizar, uma vez que a linha é nova e como tal não existia material para efetuar a triagem. Quanto à arrumação, e tendo em conta que o layout apresentado era provisório, a que foi efetuada procedeu-se com base na máxima: “Um local para cada coisa, cada coisa no seu lugar”. Aproveitou-se o espaço que está provisoriamente desocupado (futuramente será ocupado com o rebobinador) e delimitou-se algumas áreas. Identificaram-se os lugares para os contentores, as colas, as paletes, o porta paletes, a entrada de material, o material colado, os calços e os tubos. O 3º S diz respeito à limpeza, contudo, embora o espaço seja novo, é importante definir tarefas de limpeza para manter o posto de trabalho sempre limpo. Com a implementação da manutenção autónoma e a colaboração dos operadores foi possível atingir facilmente este ponto. Quanto à normalização, ou seja, o 4º S prende-se com a necessidade de definir normas visuais para evidenciar os locais de arrumação.

A figura 23 apresenta o lugar definido para o porta paletes e os desperdícios.

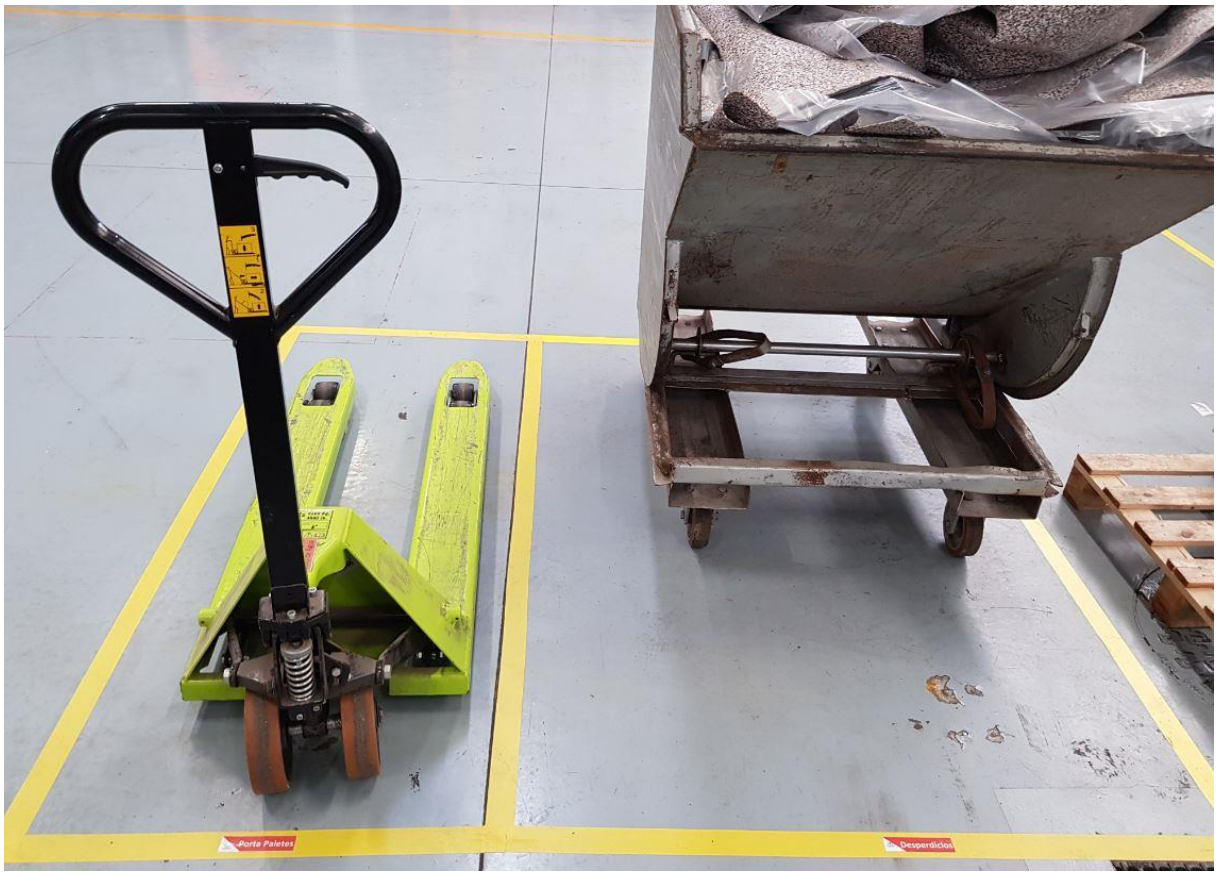


Figura 23 – Aplicação da ferramenta 5S para o porta paletes e os desperdícios

O 5ºS, ou seja, disciplina, foi implementado na linha através de auditorias periódicas de forma a garantir o cumprimento dos parâmetros definidos pela equipa. As auditorias realizadas na linha são definidas a nível interno e externo.

Após implementação da ferramenta 5S segue-se o sistema de reposição Kanban. Realizou-se uma análise exaustiva a todos os produtos utilizados na linha. Após essa análise avaliaram-se os *lead times* de reposição e o consumo médio. Obtendo essas informações realiza-se o Kanban com o nome do artigo, o ponto de encomenda e a quantidade a encomendar.

A figura 24 apresenta o Kanban para o álcool etílico e a sua localização no armário da linha de laminação.

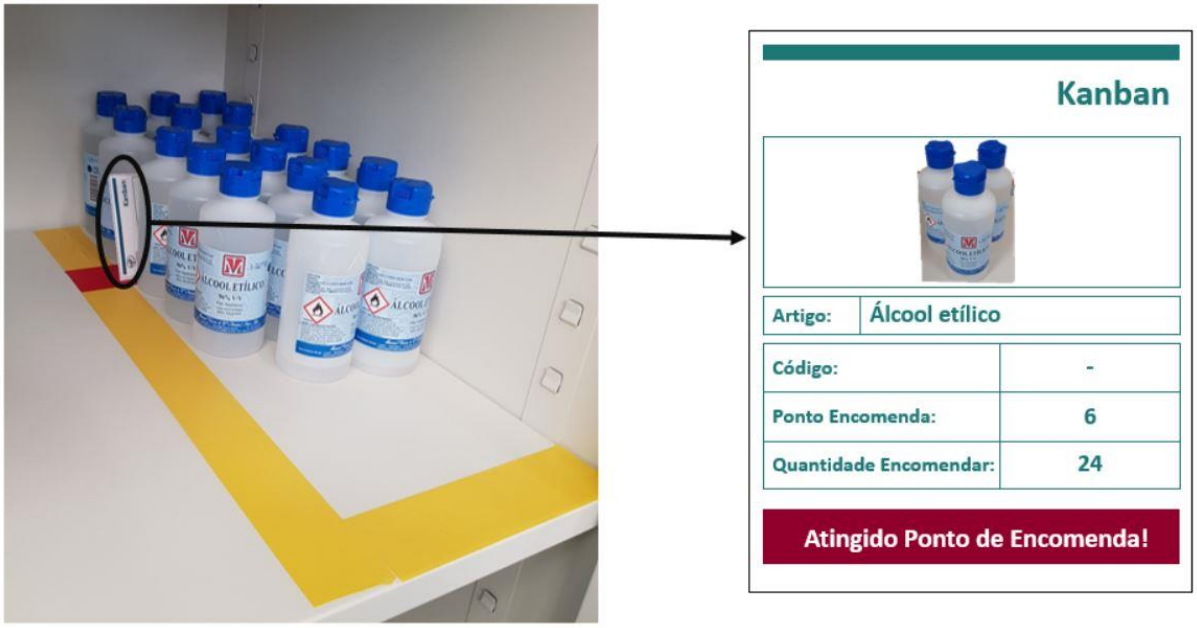


Figura 24 - Disposição no armário e Kanban para o álcool etílico

Como é possível constatar pela imagem, a linha vermelha é onde se localiza o Kanban. O facto de a cor ser diferente (em relação à amarela) é por uma questão de gestão visual, ou seja, alia-se a ferramenta 5S ao sistema de reposição Kanban.

4.3 Kaizen Diário Nível 3

Com o nível 1 e 2 do Kaizen diário implementados segue-se a próxima implementação: Kaizen diário nível 3.

O nível 3 do Kaizen diário tem como objetivo estabelecer a cultura de normalização nas equipas, por isso foram realizadas instruções de trabalho e lições de um ponto (OPL).

Num primeiro momento foram realizadas as instruções de trabalho. Estas podem ser de processo, *setup*, operativa e produto.

A instrução de trabalho de processo explica pormenorizadamente e exaustivamente o processo produtivo da máquina, ou seja, como ligar o equipamento, preparar as diferentes células de trabalho da máquina e realizar o controlo de qualidade na linha.

A instrução de trabalho de *setup* descreve como efetuar todas as atividades de troca de material na máquina, ou seja, do aglomerado de cortiça, do substrato, do barril de cola e do produto colado.

A instrução de trabalho operativa descreve todas as funcionalidades dos botões presentes no fusor e no painel de controlo. Dado que, o painel de controlo tem bastantes funções, esta instrução de trabalho é bastante extensa.

A instrução de trabalho de produto apresenta todos os parâmetros colocados na máquina para efetuar um determinado artigo de maneira correta.

No anexo B estarão presentes excertos das quatro instruções de trabalho realizadas.

No que diz respeito às lições de um ponto, estas foram colocadas ao lado de cada célula de trabalho, de modo a enunciar através de pequenas frases e imagens como realizar determinada tarefa. A OPL é um complemento à instrução de trabalho, mas não substitui a mesma.

A figura 25 apresenta uma OPL realizada para o alimentador.

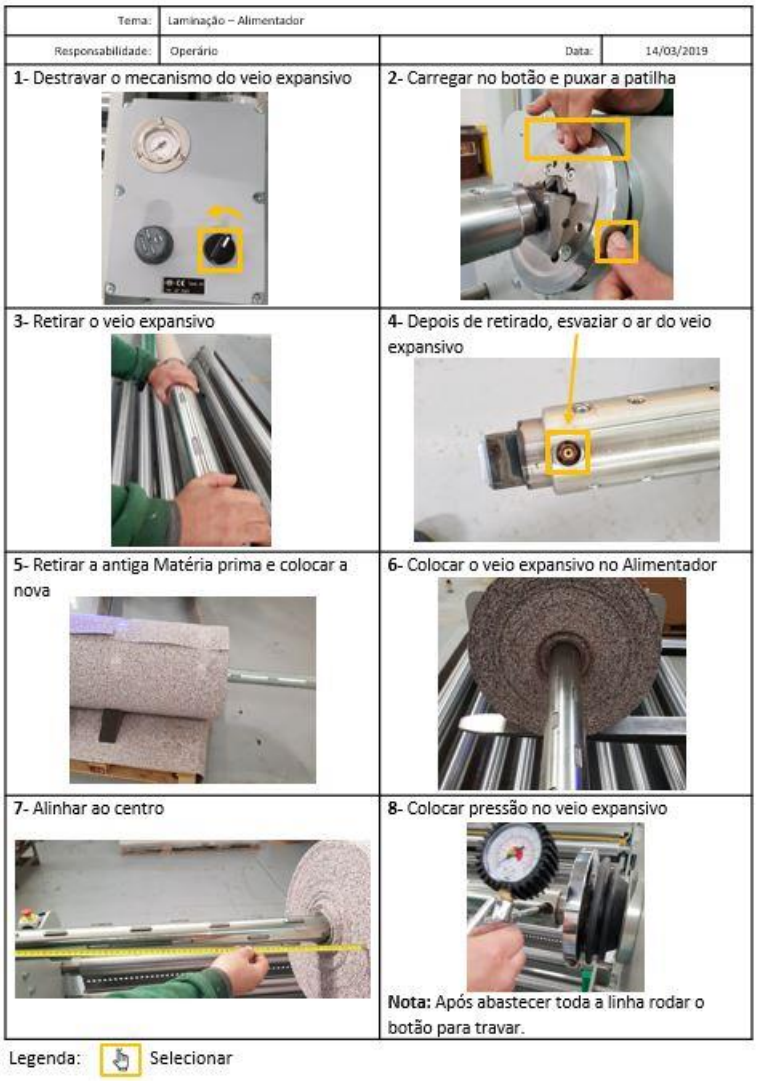


Figura 25 - OPL para o alimentador

Concluída a implementação do nível 3 do Kaizen diário realizou-se uma análise atenta à produção. Com a ajuda dos colaboradores, e antes até de tentar reduzir custos ou atingir os objetivos propostos, selecionou-se algumas melhorias que seriam necessárias implementar para facilitar o trabalho dos operadores (por exemplo de segurança, iluminação, ...).

4.4 Melhorias Benéficas para os Colaboradores

Com o início das formações e os primeiros dias de treino foram identificadas algumas melhorias que iriam beneficiar os colaboradores.

A primeira melhoria implementada prende-se com o facto de os operadores, das outras zonas da fábrica, passarem constantemente à zona dos sensores, devido à falta de sinalização dos mesmos. Esta transgressão origina a paragem imediata da máquina. Esta, por mais pequena que seja, provoca zonas sem adesão entre o aglomerado de cortiça e o substrato. A falta de adesão entre as duas camadas influencia diretamente a qualidade, porque essa zona não pode ser vendida ao cliente final. Para colmatar esta limitação, foram colocadas linhas amarelas no chão, para sinalizar os sensores.

A figura 26 demonstra o momento inicial e o final após implementar esta medida.

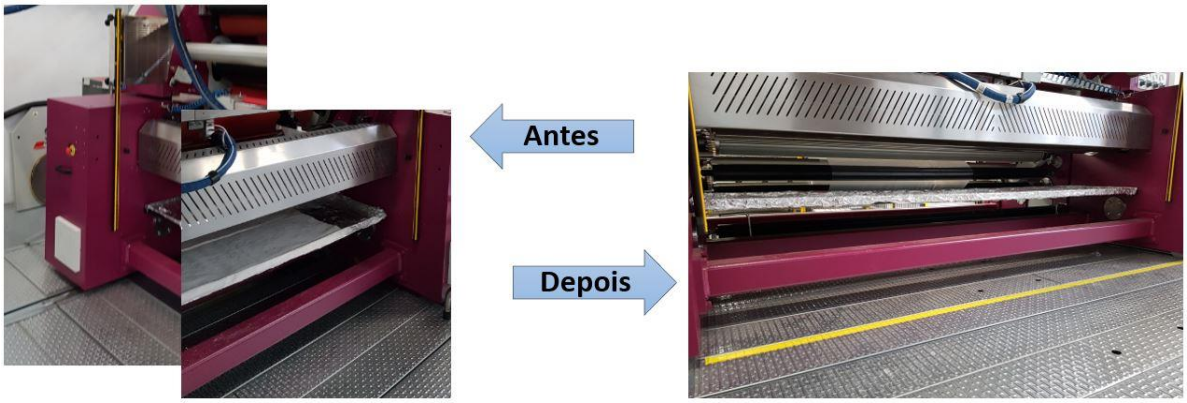


Figura 26 - Sinalização do sensor: antes e depois

Posteriormente, eliminaram-se os batentes presente na plataforma da máquina. Estes estavam situados nas extremidades e era frequente os colaboradores tropeçarem neles. Através de um varandim, o batente foi eliminado provocando, assim, maior segurança para os colaboradores.

A figura 27 representa a situação inicial (com o batente) e a final (com o varandim).

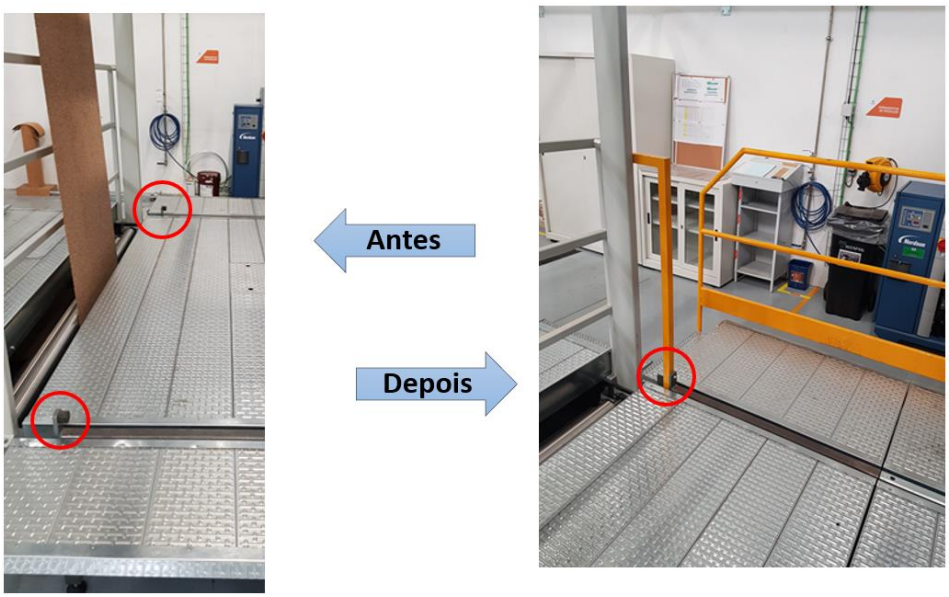


Figura 27 - Remoção dos batentes para varandim: antes e depois

Seguidamente, verificou-se que os operadores possuíam pouca luz para trabalhar. Como tal, foram instalados pontos de luz, onde a visibilidade era reduzida.

A figura 28 apresenta a situação inicial e a final de uma das zonas com pouca luz.

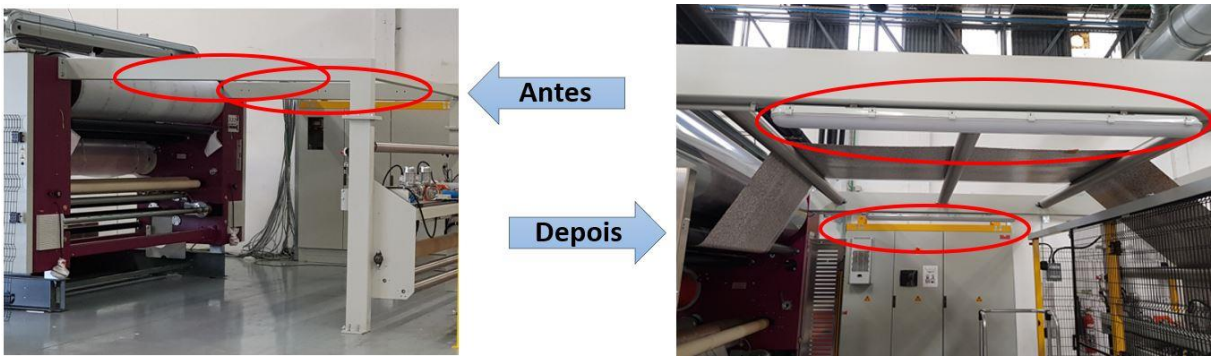


Figura 28 - Situação inicial e final de uma zona com pouca luz

Por fim, constatou-se que uma falha ocorria frequentemente. O colaborador quando efetuava a troca de tubos, media vários até encontrar as dimensões que pretendia. Para suprir esta falha, ao lado dos tubos, foi colocada uma fita vermelha, onde estão identificadas a cor amarela, as medidas que suscitavam mais dúvidas. Assim, o operador coloca os tubos encostados à parede e escolhe o que necessita, rentabilizando algum tempo.

A figura 29 evidencia o que foi supracitado.

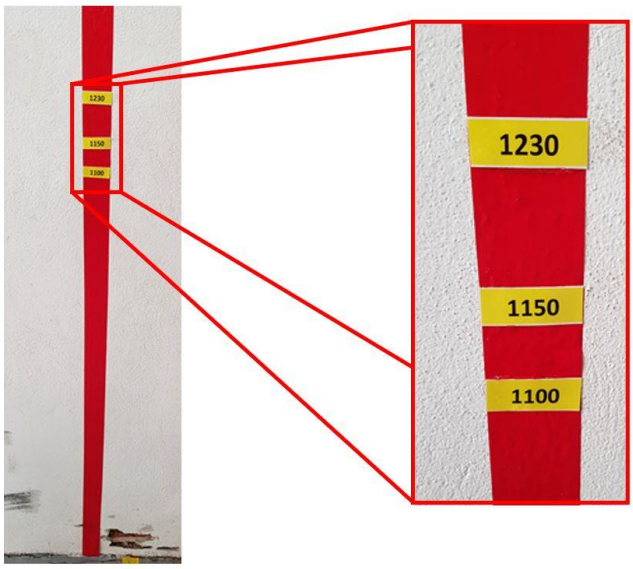


Figura 29 - Identificação dos comprimentos dos tubos

Após implementação das melhorias benéficas para os colaboradores, as atenções centraram-se nos objetivos pretendidos.

4.5 Redução da Gramagem de Cola

Sendo o principal objetivo o aumento do OEE é também bastante importante baixar ao máximo a gramagem de cola. Assim, de forma proporcional, os custos com a matéria-prima são mais baixos. O objetivo proposto foi reduzir a mesma para valores iguais ou inferiores a 20 gramas por metro quadrado (20 g/m^2).

A figura 30 apresenta a evolução da gramagem de cola ao longo dos tempos.

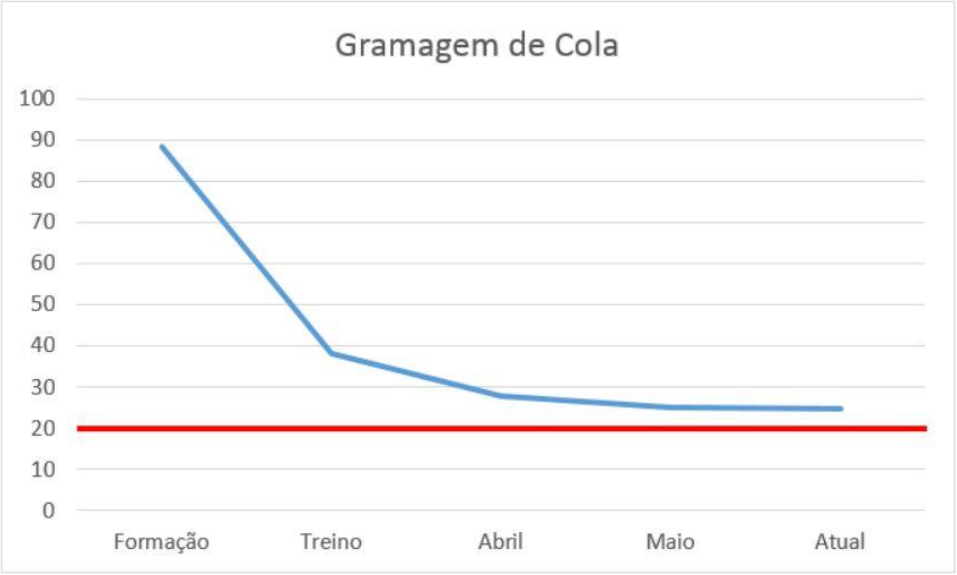


Figura 30 - Gramagem de Cola ao longo dos tempos (azul) e objetivo (vermelho)

Durante as ações de formação, os colaboradores estavam a utilizar gramagens de cola bastante elevadas, isto é, na ordem dos 88,5 g/m^2. Assim que terminaram, começaram a treinar com algum material disponibilizado para esse fim. Os treinos correram bastante bem, na medida em que diminuíram mais de 50% os níveis de cola, ou seja, para 38 g/m^2. Após alguma aprendizagem e apontando sempre para a qualidade do produto, os operadores começaram a diminuir os níveis de cola chegando até os 24,8 g/m^2.

Apesar do objetivo ser de 20 g/m^2, o valor alcançado até ao momento está bastante próximo do mesmo. Com mais alguns meses de produção o objetivo será alcançado, porém seria um esforço demasiado grande completá-lo em três meses.

4.6 Aumento do OEE

Para se aumentar o valor do OEE é necessário ter em conta os três parâmetros que lhe são inerentes: qualidade, velocidade e disponibilidade. Durante todo o tempo de produção, foram tomadas medidas para os três casos, as quais serão enunciadas ao longo deste subcapítulo.

4.6.1 Qualidade

No que diz respeito a assegurar a qualidade registada no OEE, realizou-se um plano de inspeção e ensaio (PIE), no qual constam diversas informações cruciais para a realização de cada produto.

O plano de inspeção e ensaio serve para registar o produto, o substrato, a cola (marca), a gramagem, as temperaturas, as pressões, as velocidades e as distâncias entre os rolos. Na fase de testes, todas as experiências foram registadas no PIE e quando se dava a aprovação do produto (aprovação essa feita pelo departamento da qualidade), este começava a ser fabricado com aqueles parâmetros. Assim, a qualidade estava sempre assegurada.

Apesar da qualidade estar assegurada, a velocidade era baixa e a gramagem da cola era bastante elevada. Com o início das produções para encomendas, era necessário aumentar a velocidade (para aumentar a produção) e reduzir a gramagem de cola por metro quadrado (para reduzir custos). A alteração dos parâmetros poderia levar à rejeição do produto, por parte do departamento da qualidade. Assim, foi acordado com os colaboradores, que quando se inicia a produção, devem de ser retiradas amostras do produto colado no princípio, meio e fim. Esta avaliação constante permite o acompanhamento total da qualidade do produto colado.

Outro problema constante nos aglomerados de cortiça era a presença de emendas. Estas não podem ser vendidas ao cliente, devido aos requisitos previamente negociados. Aliando este inevitável problema com a necessidade em retirar amostras, foi desenvolvida uma solução para reduzir o desperdício. Assim sendo, sempre que se retirava amostras para verificar a qualidade do produto colado ou medir a gramagem de cola, eram utilizadas zonas com emendas. Esta medida permitiu assegurar a qualidade, bem como aumentar o aproveitamento do produto colado.

4.6.2 Velocidade

A velocidade é um parâmetro bastante importante para a obtenção do OEE pretendido. Sendo o objetivo (cadência teórica) atingir cerca de 10 m/min e a velocidade utilizada pelo formador de 3 m/min, os colaboradores estavam conscientes que seria um processo demorado e desafiante. Como tal, não bastava aumentar a velocidade da máquina e produzir, era necessário assegurar a qualidade do produto final.

A figura 31 apresenta a evolução temporal da velocidade.

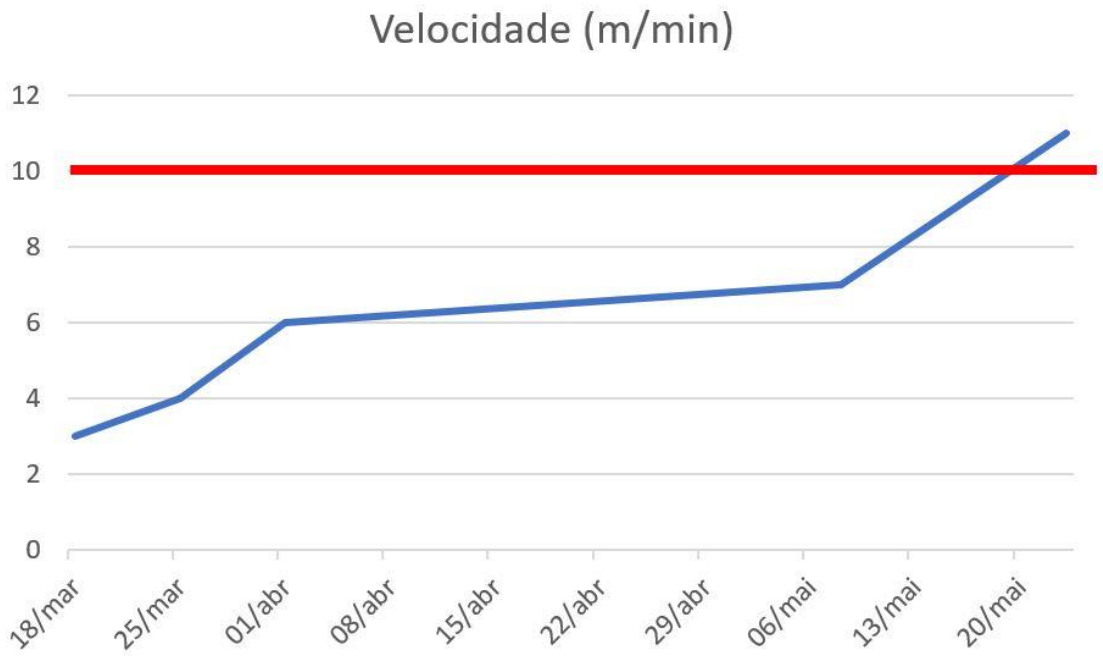


Figura 31 - Evolução temporal da velocidade (azul) e linha objetivo (vermelho)

A velocidade de trabalho nas ações de formação, ou seja, no dia 18 de março, era de 3 m/min. Com algum treino e experiência com os diferentes tipos de material foi possível atingir os 4 m/min. Porém, dado que as velocidades aplicadas eram bastante baixas e o ponto de fusão do substrato também, isso provocava um maior tempo de contacto entre o substrato e os rolos quentes o que, por vezes, proporcionava o seu derretimento.

Tendo em conta o que foi supracitado era então necessário aumentar a velocidade. Assim sendo, no mês de abril, começou a produzir-se uma encomenda bastante importante. Dado que o aglomerado de cortiça, o substrato e a cola foram sempre os mesmos, o colaborador começou a perceber melhor o processo, devido às matérias-primas não variarem. Assim sendo, foi possível atingir a velocidade de 6 m/min.

Com a máquina a produzir durante vários dias a 6 m/min, o colaborador tentou por várias vezes passar a mesma a 7 m/min, porém notava-se falta de qualidade na adesão. Com o objetivo de colmatar essa falha, foi sugerido instalar-se um multiplicador de pressão. Assim, no início de maio procedeu-se à sua instalação, constatando-se de imediato que, o operador aumentou a velocidade para 7 m/min e notou-se uma diferença bastante significativa na adesão. A qualidade ficou assegurada e a velocidade foi aumentada com sucesso.

Com o multiplicador de pressão a dar maior garantia da qualidade, a matéria-prima a não variar e o colaborador com cada vez mais experiência, no dia 23 de maio foi possível obter a velocidade de 11 m/min. Assim, não só foi alcançado o objetivo da velocidade, como a sua superação.

4.6.3 Disponibilidade

Para o cálculo do OEE é necessário ter em conta que a disponibilidade avalia todas paragens efetuadas, sejam elas programadas ou não. Sendo a máquina nova e sem qualquer tipo de informação prévia no sistema, foram recolhidos todos os tipos de fatores que influenciavam diretamente a disponibilidade.

Posto isto, constatou-se que a máquina estava parada devido a fatores como a troca de matéria-prima (aglomerado de cortiça, substrato, produto colado e bidão de cola), rasgões no aglomerado de cortiça (durante a produção), verificação da qualidade (através de amostras), manutenção autónoma e tempo de arranque da máquina.

Analisando todos os fatores que influenciavam a disponibilidade, desde logo foram tomadas medidas para aumentar o seu valor. É importante realçar que a troca de aglomerado de cortiça e do produto colado está a ser realizada com recurso a empilhador, mas é uma situação provisória, porque futuramente será instalado um diferencial para facilitar esta troca. Assim sendo, estas duas trocas de matéria-prima não foram analisadas, devido ao facto de ser uma situação provisória.

O primeiro fator crítico a ser avaliado foi o tempo de arranque da máquina. Este tempo era bastante elevado, pois demorava cerca de 45 minutos para estar com os rolos quentes à temperatura pretendida. A solução previamente encontrada foi programar a máquina para ter um arranque automático à hora estabelecida, ou seja, se o colaborador começar a trabalhar às 14h, liga previamente a máquina e aquece os rolos às 13:15h, assim quando chegar, a máquina já estará totalmente pronta para produzir. Porém, havia dois inconvenientes. Por um lado, a máquina tinha de ficar ligada 24h por dia, por outro, a manutenção autónoma não podia ser realizada nos rolos quentes (devido a ser diária e a necessitar que os rolos estivessem frios). Assim , surgiu uma nova ideia de melhoria bastante significativa. Sabendo que a máquina nesta fase inicial apenas produz no turno da tarde (das 14h às 22h), realizou-se ações de formação para os colaboradores do turno da manhã, para estes saberem realizar a manutenção autónoma nos rolos quentes, bem como ligar a máquina e prepará-la para trabalhar. Assim sendo, todos os dias por volta das 13h, um operário da equipa da manhã realizava a manutenção autónoma sugerida e preparava a máquina para produzir. Esta entreajuda entre turnos, permitiu poupar energia elétrica, bem como aumentar a disponibilidade.

Sendo a manutenção autónoma bastante importante, esta levava o seu tempo a realizar-se. Com o pessoal do turno da manhã a realizar a manutenção autónoma destinada aos rolos quentes, os operadores do turno da tarde tinham de realizar as outras. Assim, para este tipo de paragem, não foi possível implementar nenhuma medida, sem prejudicar outras áreas.

A verificação da qualidade através de emendas e a troca de substrato foram tarefas que apesar da análise efetuada, os operadores já realizavam da melhor maneira possível conhecida até ao momento. No primeiro caso, quando retiravam a amostra, voltavam logo a produzir e só depois a analisavam. No segundo caso, os operadores tinham sempre substratos ao lado da sua zona de troca, sendo que a única tarefa realizada foi a marcação daquela zona como “Substratos”.

No que concerne aos rasgões no aglomerado de cortiça, apesar de ser produzido no departamento industrial 4, a equipa de laminação nada poderia fazer para modificar isso. Assim sendo, e após reunião com o departamento industrial 4, o aglomerado de cortiça começou a ser produzido de forma mais lenta, embora com uma espessura menor. O resultado obtido foi bastante benéfico, na medida em que superou as espectativas de todos os envolvidos.

Por fim, no que diz respeito à troca de bidões, esta era efetuada duas vezes por semana. Assim sendo, e com vista a melhorar este tempo, foi aplicada a ferramenta SMED. Esta medida, tem como objetivo otimizar o tempo necessário para a troca do bidão.

Posto isto, e tendo em consideração as seis fases necessárias para se aplicar esta ferramenta, primeiramente acompanhou-se o processo de troca do bidão diversas vezes e realizou-se a tabela 1, que contém as atividades do processo, o tempo de cada tarefa, isto é, se se trata de uma atividade de setup interna ou externa e, por fim, a ação a tomar para melhorar os tempos.

Tabela 1 - Mudança do bidão de cola

Nº	Descrição da tarefa	Tempo da tarefa	Tempo acumulado	Tarefas		Oportunidade de melhoria
				Interna	Externa	Ação
1	Parar a máquina	00:03	00:03		X	
2	Ir buscar o porta paletes	00:15	00:18		X	Realizar no início
3	Colocar luvas	00:20	00:38		X	Realizar no início
4	Posicionar o porta paletes junto ao bidão	00:15	00:33		X	
5	Deslocar o bidão para o porta paletes	00:30	01:03		X	Realizar com 2 operadores
6	Deslocar o bidão para junto do fusor	00:20	01:23		X	Realizar de uma só vez
7	Abrir o manípulo (p/ verter parte da cola)	00:25	01:48	X		Realizado erradamente. É necessário selecionar o seletor para a posição de subida para ir retirando o ar.
8	Abrir o manípulo sangrador	00:15	02:03	X		
9	Fechar o manípulo	00:20	02:23	X		
10	Fechar o manípulo sangrador	00:15	02:38	X		
11	Colocar aparadeira para verter a cola	00:15	02:53	X		
12	Abrir o manípulo sangrador	00:05	02:58	X		
13	Abrir o manípulo e deixar sair a cola	00:15	03:13	X		
14	Fechar o manípulo	00:15	03:28	X		
15	Fechar o manípulo sangrador	00:08	03:36	X		
16	Abrir o manípilo e deixar sair a cola	00:20	03:56	X		
17	Fechar o manípulo	00:05	04:01	X		
18	Preparar a mangueira	00:17	04:18	X		Não é necessário realizar
19	Abrir o manípulo e retirá-lo	00:10	04:28	X		
20	Colocar a mangueira no lugar do manípulo	00:20	04:48	X		
21	Rodar o botão verde	00:02	04:50	X		Realizar no início
22	Rodar a válvula	00:02	04:52	X		
23	Esperar que o prato suba	01:00	05:52	X		
24	Pegar em panos	00:25	06:17	X		Realizar no início
25	Deixar escorrer a cola para o bidão	01:05	07:22	X		
26	Pegar em álcool etílico	00:15	07:37	X		Realizar no início
27	Limpar os pratos	01:34	09:11	X		
28	Limpar a parte superior	01:15	10:26	X		Não vai acontecer agora
29	Retirar a aparadeira e colocar a cola no bidão	00:15	10:41	X		
30	Limpar os pratos	02:30	13:11	X		
31	Abrir a porta de segurança	00:19	13:30	X		
32	Ir buscar a parte superior do bidão antigo	00:13	13:43	X		
33	Colocar parte superior por baixo dos pratos	00:08	13:51	X		
34	Retirar o bidão antigo	00:09	14:00	X		
35	Colocar o manípulo a escorrer no bidão antigo	00:11	14:11	X		
36	Colocar o bidão à beira da máquina	00:15	14:26		X	Realizar de uma só vez
37	Ir buscar a fita cola	00:15	14:41		X	Realizar no início
38	Retirar o aro do bidão novo	00:12	14:53		X	A preparação do bidão de cola pode ser efetuada antes de se parar a máquina
39	Retirar parte superior do bidão	00:09	15:02		X	
40	Abrir o saco da cola	00:15	15:17		X	
41	Colocar o saco à volta do bidão	00:38	15:55		X	
42	Colocar fita cola (4 voltas) + remendos	01:00	16:55		X	
43	Colocar bidão na entrada	00:20	17:15		X	
44	Colocar bidão no fusor	00:20	17:35	X		
45	Remover a parte superior de baixo dos pratos	00:10	17:45	X		
46	Limpar o manípulo	00:18	18:03	X		
47	Retirar a mangueira e pendurá-la	00:23	18:26	X		
48	Colocar o manípulo	00:11	18:37	X		
49	Colocar o seletor para a descida dos pratos	00:06	18:43	X		
50	Descer os pratos	00:25	19:08	X		
51	Fechar a porta de segurança	00:20	19:28	X		
52	Ligar a máquina	00:02	19:30		X	

Com a análise efetuada é possível verificar alguns fatores críticos. Ao longo de todo o processo foi possível verificar que para esta atividade estão a ser utilizados dois operadores. Além disso, a máquina era parada quando a cola acabava e só aí se iniciava o processo de troca do bidão. Outro problema era o facto de vários materiais serem necessários e perante a necessidade, o operador ia buscá-los. Porém, muitos deles estão ao lado de outros necessários, o que significa que são tempos desperdiçados. A preparação do bidão novo era apenas realizada quando se efetuava a troca. Ainda assim, o método que estava a ser seguido pelos operadores, estava errado, na medida em que, a tarefa 21 deve ser a primeira a ser realizada.

Deste modo, foram tomadas algumas medidas. Todas as fases desta análise foram sempre realizadas com o auxílio e opinião dos operadores. Primeiramente, classificaram-se as atividades como internas ou externas. Depois, converteram-se sempre que possível as atividades de setup internas em externas. Nesta fase, por exemplo, passou a preparar-se o bidão novo antes de se parar a máquina. Além disso, todos os materiais necessários para se proceder à troca do bidão foram recolhidos logo no início do processo.

Não havendo quaisquer ajustes a fazer, e de modo a uniformizar a atividade de troca do bidão de cola, foi realizado e colocado na linha um método operativo. Além deste método, a instrução de trabalho da troca de bidão foi realizada com base nesta análise SMED.

Na quinta fase do processo, ou seja, no que diz respeito à alteração do equipamento a nível estrutural, a mesma não será realizada, porque o equipamento está dentro da garantia. Porém, está em estudo a instalação de um apoio com o objetivo de facilitar a introdução do bidão de cola no fusor.

Apesar de este método ser o melhor encontrado até ao momento, foi criada uma folha de registo na linha de laminação, para os operadores preencherem sempre que encontrem uma oportunidade de melhoria.

Com efeito, o tempo antes da análise SMED era de 19 minutos e 50 segundos e atualmente é de 15 minutos e 47 segundos, sendo que, desse tempo, 11 minutos e 48 segundos são dispensados a produzir. No anexo C encontra-se o modo operativo para a mudança do bidão, que está presente na linha. Este modo operativo foi realizado com base no pior tempo recolhido em várias trocas de bidão realizadas.

É ainda importante realçar que, relativamente à utilização de dois operadores, esta manteve-se. De modo a assegurar a qualidade do produto, um operador verifica se a produção está a correr conforme planeado e o outro inicia o processo de troca. Quando a máquina para, ambos os operadores realizam a trocam do bidão de cola, sendo que a limpeza é uma tarefa bastante importante no processo.

Com estas medidas implementadas, tal como a velocidade e a qualidade, a disponibilidade subiu. Seguidamente será analisado o valor obtido do OEE.

4.6.4 OEE

Tendo em conta o que foi referido anteriormente, vários processos foram otimizados. Porém, algumas implementações ainda não estão executadas (por exemplo, os diferenciais que deveriam estar implementados na linha e que obrigam a um tempo de espera indefinido pelo empilhador). Assim sendo, o OEE não foi retirado, por ainda não estarem implementadas todas as estruturas necessárias para a operação correta da máquina.

4.7 Melhorias para Aprovação

Todas as medidas implementadas referidas anteriormente, não tiveram qualquer custo excessivo para a organização. Porém, existem três medidas onde é necessário algum investimento. As mesmas já foram sugeridas, aprovadas e já existem orçamentos para elas.

Assim sendo, a empresa X encontra-se em negociação com os fornecedores para implementar essas medidas.

A primeira medida prende-se com a problemática dos rasgos do aglomerado de cortiça. Este, pode conter algumas partículas duras ou estar laminado (em algumas regiões) com espessuras inferiores às especificadas. Por vezes, estes defeitos provocam o rasgo do material quando este se encontra na parte superior da calandra. Quando os colaboradores se deparam com esta situação são obrigados a transpor o sensor e a subir para o topo da máquina, sem qualquer proteção, este procedimento pode provocar um risco de queda. Para suprir esta lacuna, será construído um acesso de segurança à zona superior da calandra.

Uma outra problemática, que necessita de fundos para a sua resolução, é o excesso ou insuficiência de cola ejetada pelo fusor nos rolos. O mesmo acontece por falta de atenção do colaborador. Uma vez que a máquina é bastante extensa e o operador tem de se certificar que tudo está em conformidade, por vezes esquece-se de desligar os ejetores ou de abastecer os rolos com cola. Isto origina desperdício de cola (porque transborda pelos rolos) ou a não colagem entre o aglomerado de cortiça e o substrato. Deste modo, foi sugerida a compra de um sensor de cola automático. Este ejetará cola e para-la-á, quando necessário.

Como referido no parágrafo anterior, a máquina de laminação é bastante extensa. Além disso, a mesma é para ser trabalhada apenas por um operador. Como tal, foi sugerida a instalação de três câmaras de filmar (em sítios estratégicos) e de um monitor. Assim, é possível controlar a totalidade da máquina, sem sair da zona do painel de controlo.

Apesar de as três sugestões de melhoria envolverem custos para a organização, a instalação destes equipamentos provocará maior rendimento na linha de produção.

5 Conclusões e Perspetivas de Trabalho Futuro

Ao longo deste último capítulo serão apresentadas as conclusões sobre o trabalho realizado ao longo de quatro meses, em regime empresarial. Além disso, também será relatado as perspetivas de trabalho futuro.

5.1 Conclusões

O projeto inicialmente proposto teve como objetivos a implementação na linha de laminação de manutenção autónoma, Kaizen diário nível 2 e 3. Além disso, foi proposto o acompanhamento total de todo o processo produtivo inicial, bem como a sugestão de propostas de melhorias para otimizá-lo. Porém, os grandes objetivos são: obter uma gramagem de cola inferior a 20 g/m^2, uma velocidade igual ou superior a 10 m/min e um OEE superior a 80%.

A implementação da manutenção autónoma foi a primeira medida a ser realizada. Com a máquina ainda a realizar testes, os operadores dedicaram-se ao desafio proposto e a implementação foi bem sucedida, na medida em que os colaboradores obtiveram maiores conhecimentos sobre o equipamento, desenvolveram uma maior cooperação com o departamento de manutenção e, claro, aumentaram o tempo de vida útil da máquina.

A implementação do Kaizen diário nível 2 no espaço envolvente da linha de laminação tornou o ambiente mais limpo e organizado. Com o layout final ainda por implementar, conseguiu-se organizar facilmente este espaço, o que contribuiu para um melhor rendimento dos colaboradores.

No que diz respeito ao Kaizen diário nível 3, este permitiu normalizar os processos utilizados na nova linha de laminação. Através dos documentos realizados, os operadores que frequentavam a linha pela primeira vez, conseguiram compreender o processo produtivo envolvido.

O facto de haver um acompanhamento total na fase inicial de implementação desta nova máquina, permitiu normalizar os parâmetros da máquina, o que é bastante benéfico para os operadores que nunca trabalharam com a máquina. Além disso, as melhorias implementadas para otimizar as condições de trabalho na área foi do agrado de todos os operadores.

A implementação da metodologia SMED na troca do bidão de cola permitiu ganhos significativos para a organização. Porém, este processo deve ser atualizado sempre que existam processos mais rentáveis que os atualmente praticados.

Quanto aos objetivos principais, a gramagem de cola não foi alcançada devido à margem de tempo ser bastante curta. Porém, com mais meses de treino, os operadores têm tudo para alcançar esse objetivo. A velocidade foi um parâmetro que começou a ser aumentada muito lentamente e atualmente já atinge valores na ordem dos 11 m/min. Esta, tem ainda uma margem de progressão associada. O OEE não foi retirado, por ainda não estar totalmente implementado o layout final.

No final do projeto pode concluir-se que os objetivos foram quase todos atingidos, sendo que com um pouco mais de tempo, seriam todos.

5.2 Perspetivas de Trabalho Futuro

Com o intuito de reduzir o tempo dedicado às mudanças de referência, a ferramenta SMED é bastante importante. Esta, deve ser utilizada quando o layout final for implementado na linha. Assim, com todas as máquinas juntas no mesmo local, certamente haveria muitos processos com a necessidade de serem otimizados.

Após a implementação do layout final, tal como acontece com a ferramenta SMED, o Kaizen diário nível 2 e 3 e a manutenção autónoma deveriam ser implementados em todas as máquinas da unidade industrial.

As melhorias sugeridas que ainda estão em estudo, deveriam ser implementadas. Os benefícios seriam imensos e os colaboradores sairiam a ganhar com a sua introdução. Apesar do investimento inicial relacionado, ganhar-se-ia em matéria-prima, tempo e na redução de desperdícios.

Referências

Coimbra, E. A. (2013). *Kaizen in logistics and supply chains*.

Delmonte, J. (1949). *The Technology of Adhesives*. Nova Iorque: Reinhold publishing corporation.

DIN. (2016). *DIN EN 923: Adhesives - Terms and definitions*. Beuth Verlag.

Munteanu, V. e Ştefănigă, A. (2018). Lean Manufacturing in SMEs in Romania. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, Vol. 238, pp. 492–500, último acesso: maio 2019, https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2018.04.028

Pepper, M. P. J. e Spedding, T. A. (2010). The evolution of lean Six Sigma. In *International Journal of Quality and Reliability Management* (Vol. 27). último acesso: maio 2019, https://doi.org/10.1108/02656711011014276

Pinto, J. P. (2013). *Manutenção Lean*. Lidel.

Pizzi, A., e Mittal, K. L. (2003). *Handbook of Adhesive Technology*. Nova Iorque: Marcel Dekker.

Silva, L., Ochsner, A., e Adams, R. (2011). *Handbook of Adhesion Technology*. Alemanha: Springer.

Womack, J., e Jones, D. T. (1996). *Lean Thinking: Banish Waste and Create Wealth in Your Corporation*. London: Simon and Schuster.

Womack, J., Jones, D. T., e Roos, D. (1990). *The Machine that Changed the World*. Nova Iorque: Rawson Associates.

ANEXO A: Rota Manutenção Autónoma

Nº	Equipamento	Tipo de intervenção	Órgão	Ferramentas	Instrução	Frequência	Quando Fazer?
1	Laminação		Alimentador	Bomba de massa	Lubrificação das chumaceiras	MENSAL	Início Turno
2			Motor/ventilador	Mangueira de ar comprimido	Limpeza do ventilador com ar comprimido	SEMANAL	Fim Turno
3			Filtro	Mangueira de ar comprimido	Limpeza do filtro com ar comprimido	SEMANAL	Fim Turno
4			Rolos da Calandra	Bomba de massa	Lubrificação das chumaceiras	SEMANAL	Início Turno
5			Rolos Quentes	Bomba de massa	Lubrificação dos rolos	POR TURNO	Início Turno
6			Filtro	Mangueira de ar comprimido	Limpeza do filtro com ar comprimido	SEMANAL	Fim Turno
7			Rebobinador - Motor sem fim	Bomba de massa/ Spray	Lubrificação do motor sem fim	SEMANAL	Início Turno
8			Mesa de Corte/Emenda	Mangueira de ar comprimido	Limpeza da mesa de corte com ar comprimido	POR TURNO	Fim Turno
9			Discos de Corte	Silicone Seco	Lubrificação de calhas com silicone seco	SEMANAL	Início Turno
10			Chumaceiras	Bomba de massa	Lubrificação das chumaceiras	SEMANAL	Início Turno
11			Chumaceiras do Enrolador	Bomba de massa	Lubrificação das chumaceiras do enrolador	SEMANAL	Início Turno
12			Rebobinador Final	Silicone Seco	Lubrificação de calhas com silicone seco	SEMANAL	Início Turno
13			FRIMEC	-	Verificação do nível de lubrificante quando os rolos quentes atingirem a sua temperatura	SEMANAL	Início Turno
14			Calandra	Mangueira de ar comprimido	Limpeza do anel deslizante da resistência e verificar se as escovas estão soltas	MENSAL	Início Turno

Figura 1 do Anexo A - Rota manutenção autónoma

TAREFA	Equipamento	SEMANA 1					SEMANA 2				
		Segunda	Terça	Quarta	Quinta	Sexta	Segunda	Terça	Quarta	Quinta	Sexta
1	Máquina CNC										
2											
3											
4											
5											
6											
7											
8											
9											
10											

TAREFA	Equipamento	SEMANA 3					SEMANA 4				
		Segunda	Terça	Quarta	Quinta	Sexta	Segunda	Terça	Quarta	Quinta	Sexta
1	Máquina CNC										
2											
3											
4											
5											
6											
7											
8											
9											
10											

* Em caso de **"Não Conformidade"** fazer Pedido de Intervenção (PI) no Flux Manager

REGISTO DE NÃO CONFORMIDADES	Pedidos no FluxManager

Figura 32 do Anexo A - Folha de registos da rota de manutenção autónoma

ANEXO B: Instruções de Trabalho

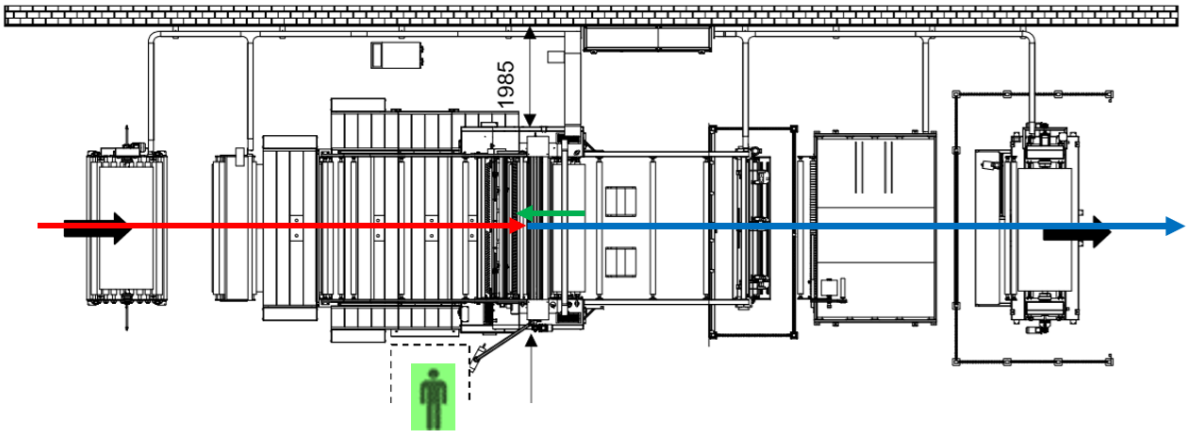


Figura 1 do Anexo B - Instrução de trabalho de processo: fluxo do material em fluxo de fabrico



Figura 1 – Alimentador



Figura 2 – Mesa de Corte



Figura 3 – Calandra: Vista frontal



Figura 4 – Calandra: Vista traseira



Figura 5 – Discos de corte



Figura 6 – Badana e Escova



Figura 7 – Rebobinador Final

Figura 2 do Anexo B - Instrução de trabalho de processo: equipamentos associados ao modo operatório

Número	Tarefa
1	**Ligar Equipamento**
1.1	Ligar o Quadro elétrico (Figura 10)
1.1.1	No local A, rodar o botão vermelho para ON
1.1.2	Esperar 1 minuto e ligar o disjuntor
1.1.3	Deslocar até ao local B e ligar o DIsjuntor
1.2	Ligar o Painel de Controlo – (Figura 11)
1.2.1	No local C carregar no botão “Acionamento”
1.2.2	No Painel de Controlo selecionar “Temp”
1.2.3	Ativar o Doseador e o Aplicador de cola
1.2.4	Regressar ao Menu principal e selecionar o “Modo Abastecimento”
1.3	Ligar o Fusor (Figura 12)
1.3.1	No local D, rodar o botão vermelho para ON
1.3.2	Ativar as Resistências

Figura 3 do Anexo B - Instrução de trabalho de processo: procedimento para ligar o equipamento

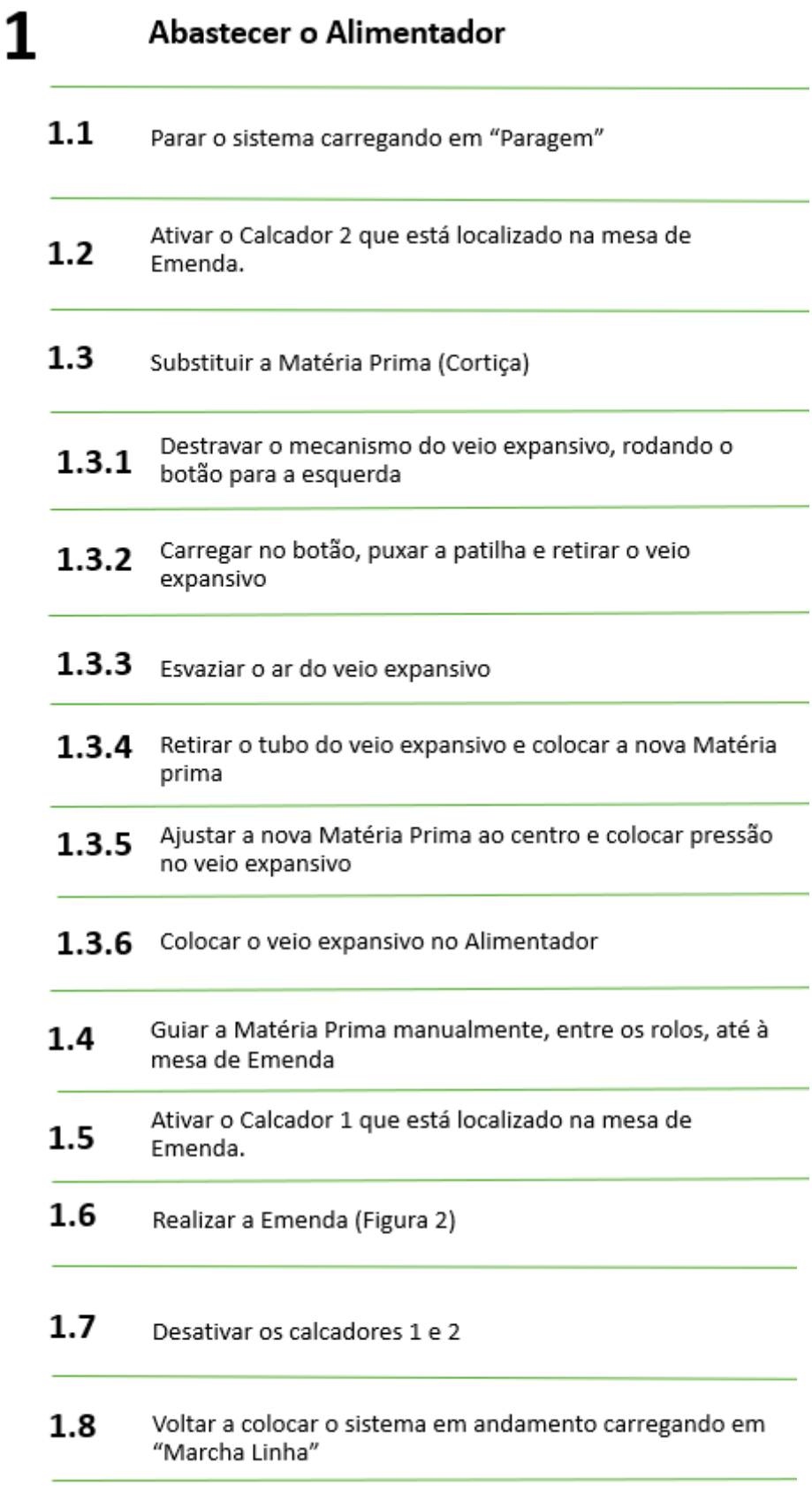


Figura 4 do Anexo B - Instrução de trabalho de setup: procedimento para abastecer o alimentador

1 Consola Geral

1.1	Abastecer / Não abastecer os materiais na máquina	*Pressionar **A***
1.2	Aumentar / Diminuir a velocidade da máquina	*Pressionar **B***
1.3	Reset ao conta metros e ao tempo	*Pressionar **C***
1.4	Subir / Descer o rolo de teflon	*Pressionar **D***
1.5	Abertura / Fecho da Calandra	*Pressionar **E***
1.6	Abertura / Fecho do Doseador de cola	*Pressionar **F***
1.7	Levantar/ Baixar os limitadores de cola	*Pressionar **G***
1.8	Saída / Entrada do rolo com o substrato	*Pressionar **H***
1.9	Acesso aos Discos de Corte, Escova e Rebobinador FInal	*Pressionar **I***
1.10	Selecionar os Discos de Corte (EQ, CE, DT) e ativá-los	*Pressionar **J***
1.11	Abrir / Fechar o Calcador de Discos	*Pressionar **K***
1.12	Ativar / Desativar a Escova	*Pressionar **L***
1.13	Ajustar a largura do tubo do Rebobinador Final	*Pressionar **M***
1.14	Aceder ao Sistema	*Pressionar **N***



Fig. 2

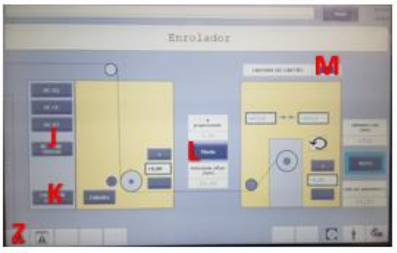


Fig. 3

Figura 5 do Anexo B - Instrução de trabalho operativa: consola geral

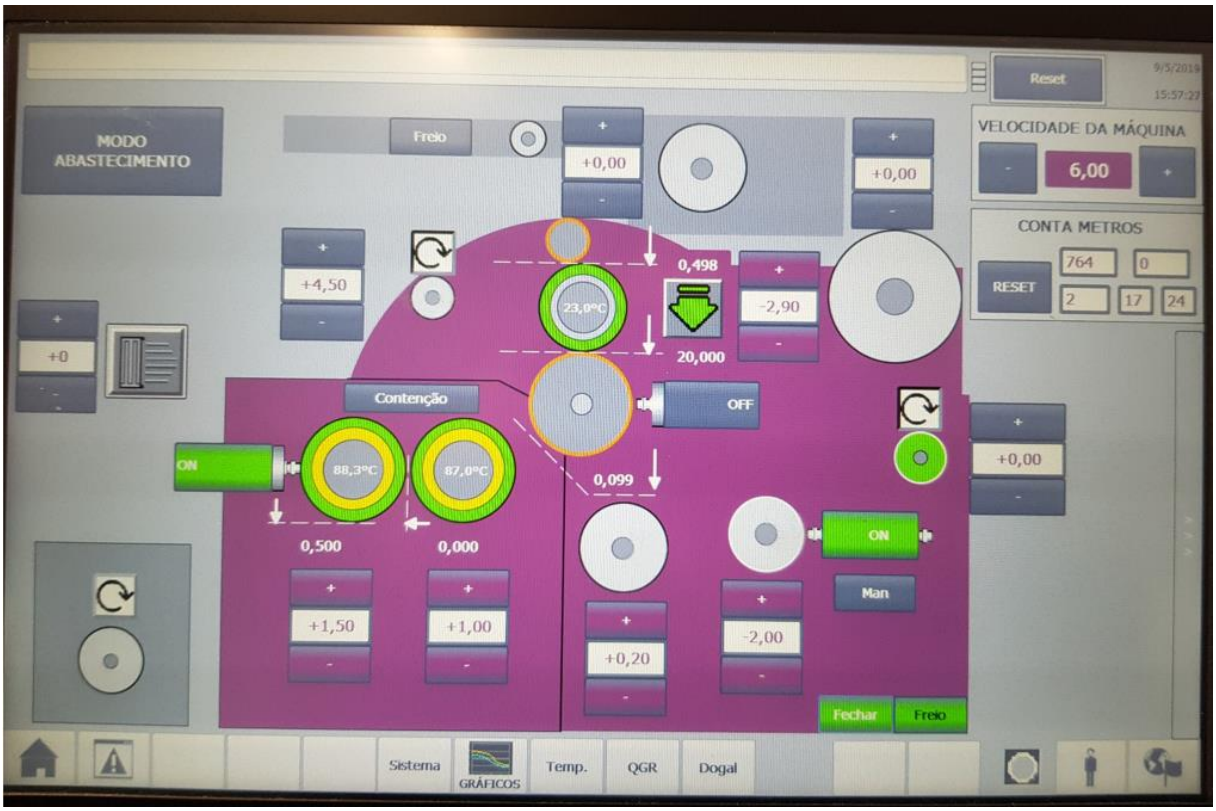


Figura 6 do Anexo B - Instrução de trabalho de produto: parâmetros a utilizar

ANEXO C: Modo Operativo para a Mudança do Bidão

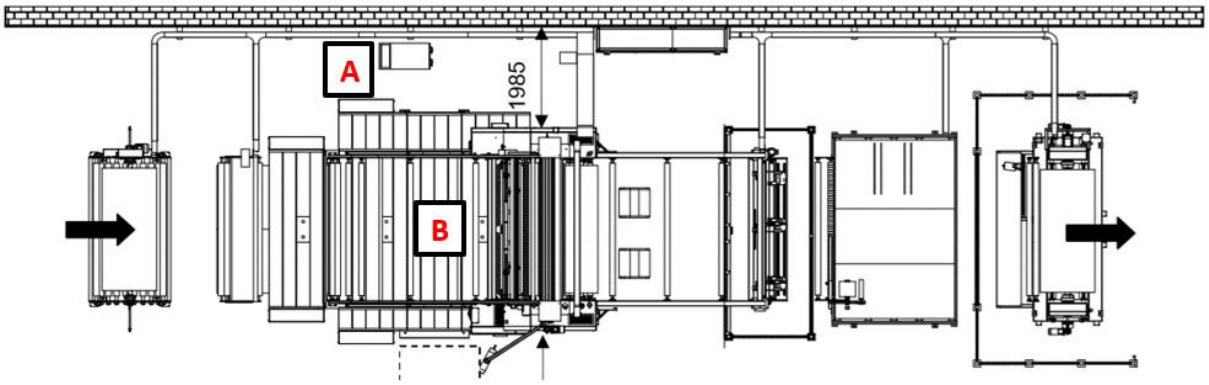


Figura 1 do Anexo C - Disposição dos colaboradores na máquina de laminação

Tabela 1 do Anexo C - Modo operativo da mudança de bidão de cola

Nº	*Tarefa*	Operador
1	Rodar o botão verde	A
	Controlar a produção em curso	B
2	Ir buscar fita de plástico	A
3	Ir buscar luvas	A
4	Ir buscar vaselina	A
5	Ir buscar panos	A
6	Ir buscar álcool étilico	A
7	Ir buscar o porta paletes e posicioná-lo	A
8	Ir buscar o bidão de cola para o porta paletes	A
9	Deslocar o bidão para junto do fusor	A
10	Colocar luvas	A
11	Retirar o aro do bidão novo	A
12	Retirar parte superior do bidão	A
13	Abrir o saco da cola	A
14	Colocar o saco à volta do bidão	A
15	Colocar fita cola (4 voltas) + remendos	A
16	Abrir o manípulo	A
17	Colocar a mangueira	A
18	Rodar a válvula	A
19	Esperar que o prato suba	A
20	Deixar escorrer a cola para o bidão antigo e ir eliminando as partes sólidas no pr	A
21	Limpar os pratos e o manípulo	A
22	Abrir a porta de segurança	A
23	Retirar a aparadeira e coloca-la no bidão	A
24	Parar a máquina	B
25	Colocar a parte superior do bidão antigo, por baixo dos pratos	B
26	Retirar o bidão antigo	A
27	Colocar o manípulo a escorrer no bidão antigo	A
28	Colocar o novo bidão no fusor	A
29	Remover a parte superior de baixo dos pratos	B
30	Retirar a mangueira e pendurá-la	A
31	Colocar o manípulo	A
32	Abrir o manípulo sangrador	A
33	Colocar a aparadeira	A
34	Colocar o seletor para a descida dos pratos	A
35	Descer os pratos	A
36	Fechar a porta de segurança	A
37	Ligar a máquina	B