Lean Manufacturing numa Linha Automatizada de Colagem

Tiago Miguel do Monte Ramos

Dissertação de Mestrado

Orientador na FEUP: Prof. Paulo Luís Cardoso Osswald

U.PORTO
FEUP FACULDADE DE ENGENHARIA
UNIVERSIDADE DO PORTO

Mestrado Integrado em Engenharia Industrial e Gestão

2016-01-28

À minha família, namorada e amigos

"Knowledge is something you buy with the money.

Wisdom is something you acquire by doing it."

Taiichi Ohno

Resumo

Num mundo cada vez mais competitivo, a eliminação dos desperdícios é fulcral para a sobrevivência das empresas, surgindo assim, a necessidade de adotar um pensamento *Lean*. É nesse contexto que se enquadra o presente projeto "*Lean Manufacturing* numa Linha Automatizada de Colagem" desenvolvido numa empresa produtora de revestimentos em cortiça.

Através de um acompanhamento diário na linha de produção, este projeto tem como objetivo potenciar o indicador *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) através da eliminação dos desperdícios existentes no processo de colagem de um pavimento em cortiça. Nesse sentido, algumas das ferramentas *Lean* disponíveis foram aplicadas de acordo com as especificidades da empresa, tendo em vista a eliminação das ineficiências detetadas.

A ferramenta 5S's permitiu reorganizar o espaço em volta da linha de produção, traduzindo-se em resultados imediatos na diminuição de movimentações de operários e fluxo de materiais, assim como o aumento do espaço disponível. Interligando a gestão visual com auditorias 5S's foi possível consolidar os ganhos obtidos e incutir um ciclo de melhoria contínua.

Usualmente utilizada para reduzir tempos de *setup* em trocas de ferramenta, a metodologia *Single Minute Exchange of Die* (SMED) foi utilizada num contexto menos habitual. Apesar de seguir todas as etapas pressupostas pelo método, neste caso foi aplicada à mudança de bidão de uma das matérias primas. Os resultados foram positivos e proporcionaram um documento normalizado desta atividade o que permitiu mitigar a variabilidade devido às diferenças de método entre os turnos.

Visto que a colagem através de adesivos *hot melt* é uma prática recente na organização, existiu a necessidade de explorar esta tecnologia, para uma melhor compreensão acerca da forma como esta afeta o processo produtivo. Os equipamentos para manobrar este tipo de adesivo requerem uma manutenção especialmente cuidada, pelo que a implementação da Manutenção Autónoma, um dos pilares da Manutenção Produtiva Total (MPT), foi crucial para restabelecer as condições básicas dos equipamentos e evitar paragens não programadas por deterioração camuflada dos componentes.

Ao longo de todo o projeto, o esforço de integrar os operários no pensamento *Lean* e estimular a relação entre homem e máquina, promoveu a colaboração dos operários na identificação e implementação das melhorias alcançadas.

Lean Manufacturing in an Automated Glue Line

Abstract

As the world becomes more competitive as every day passes by, the ending of waste is essential to the survival of every company. Therefore, the need to adopt the Lean thought was born. Is within this concept that the presented project is introduced "Lean Manufacturing in an Automated Glue Line" by being developed in a cork producing company.

Through the daily production line monitoring, this project has the goal to potentiate the Overall Equipment Effectiveness (OEE) indicator of the ending on the existing waste in the process of gluing on a cork pavement. Therefore, some of the available Lean tools where applied according to the specificities of the company, aiming to the removal of the detected inefficiencies.

The 5S tool allowed the reorganization of the production line area, enable to accomplish the immediate results in the reduction of the workers motion and materials flow, as well as the increase of the available work space. Relating visual management with 5S' audit was possible to reinforce the gains and instill a cycle of continues improvement.

Usually used to reduce setup times when exchanging tools, this Single Minute Exchange of Die (SMED) methodology was used in a less usual way. Even though it followed every presupposed stages of the method, in this event it was applied to the change of drum of one of the raw materials. The results were positive and provided a normal document to this activity. This event allowed the mitigation of the variance occurred in the differences in method used from shift to shift.

Since the gluing process through hot melt's adhesives is a recent practice in the firm, it came to a point of needing to explore this new technology in order to improve the comprehension surrounding the effects in the productive process. The equipment to use this kind of adhesives requires a special care. Therefor the implementation of the Autonomous Maintenance, one of the pillars of the Total Productive Maintenance (TPM), was crucial to establish the basic conditions of the equipment and avoid non programmed breaks by the non-detected deterioration of the components.

Over the entire project, the effort to integrate the workers in the Lean through and stimulate the relation between Man and machine, promoted the collaboration of the workers in the identification and implementation of the achieved improvements.

Agradecimentos

Ao Eng. Paulo Ferreira, pela integração na empresa, disponibilidade e conhecimentos transmitidos.

Ao Eng. Paulo Osswald, pela orientação prestada neste projeto e conhecimentos divulgados.

Ao Eng. António Sérgio pelo acompanhamento diário e esclarecimento de todas as dúvidas.

Ao Eng. Luís Espinhosa e a toda a equipa da Colagem 11.

Índice de Conteúdos

1 Introdução 1
1.1 Amorim Revestimentos, SA 1
1.2 Departamento de Eficiência Industrial 2
1.3 Metodologia 3
1.4 Estrutura da dissertação 4
2 Enquadramento Teórico 5
2.1 Lean Manufacturing 5
2.2 Manutenção Produtiva Total 7
2.2.1 Manutenção Autónoma 8
2.2.2 Prática dos 5S's 9
2.3 Overall Equipment Effectiveness 10
2.4 Single Minute Exchange of Die 11
2.5 Tecnologia Hot Melt 12
3 Apresentação do Problema 15
3.1 Hydrocork e Processo Produtivo Global 15
3.2 Linha de Colagem 17
3.3 Apresentação global dos problemas críticos 21
4 Melhorias Implementadas 23
4.1 Prática dos 5S's 23
4.1.1 Layout 24
4.1.2 Outras Intervenções 28
4.1.3 Resultados Obtidos 30
4.2 Manutenção Autónoma 30
4.3 Perda de Rendimento 36
4.3.1 SMED Aplicado à Troca Manual de Bidões 37
4.3.2 Troca Manual de Palete à Saída da Linha Produtiva 40
4.3.3 Resultados Obtidos 41
5 Conclusões e perspetivas de trabalho futuro 42
Referências 43
ANEXO A:Estrutura Organizativa da Amorim Revestimentos, SA 44
ANEXO B:*Corktech* e Gama de Produtos Wicanders 45
ANEXO C:Mapa da Amorim Revestimentos Oleiros 46
ANEXO D:Excerto Ciclo PDCA Utilizado 47
ANEXO E:Auditoria 5S's 48
ANEXO F:Excerto do Registo das ações a executar 52
ANEXO G:Balanceamento Final por Semana 53
ANEXO H: Instruções de Trabalho para Manutenção Autónoma 54
ANEXO I: Percurso da Linha do Quadro H: 35 – 37 – 41 - 32 58
ANEXO J:Instrução de Trabalho para a Mudança de Bidão baseada no SMED 63

Siglas

AF1 - Acabamentos Finais 1

AF3 - Acabamentos Finais 3

AR - Amorim Revestimentos

FIFO – *First In First Out*

HMPUR - *Hot melt* à Base de Poliuretano Reativo

LVT - *Luxury Vinyl Tile*

MA- Manutenção Autónoma

MPT - Manutenção Produtiva Total

OEE - *Overall equipment effectiveness*

PDCA - Ciclo de melhoria continua: *Plan, Do, Check, Act*

SMED - *Single-Minute Exchange of Die*

Índice de Ilustrações

Ilustração 1 - Etapas da Metodologia Utilizada 3

Ilustração 2 - Papel das normas e do ciclo PDCA na evolução da qualidade (Fonte: Johannes Vietze, 2013) 7

Ilustração 3- Pilares do MPT 8

Ilustração 4 – Sete etapas para implementar a MA numa organização (Fonte: adaptada de 4Lean) 8

Ilustração 5 – Modo comas 6 Grandes Perdas afetam as Componentes do OEE 10

Ilustração 6 - Etapas da Metodologia SMED 11

Ilustração 7 - Esquema representativo da principal diferença entre os *Hot Melt's* convencionais e os HMPUR 14

Ilustração 8 – Constituição do Hydrocork (Fonte: Revista Invest, 2015) 15

Ilustração 9 - Fluxograma do Processo Produtivo Global do Hydrocork 16

Ilustração 10 – Linha Colagem 11 (Fonte: Amorim Revestimentos) 17

Ilustração 11 – Sistema de rolos da máquina aplicadora (Fonte: Manual de Instruções Barberán EN-PUR-2-800) 18

Ilustração 12 – Alimentação de aglomerado 18

Ilustração 13 – Estação de Alimentação 18

Ilustração 14 – Alimentador e Mesa Elevatória do *Bottom Layer* 19

Ilustração 15 – Manipulador A aguardando o aglomerado 19

Ilustração 16 – À esquerda a Calandra e Virador à direita 19

Ilustração 17 – Cabine da máquina aplicadora 20

Ilustração 18 – Manipulador B a sobrepor *top layer* no conjunto aglomerado/*bottom layer* ... 20

Ilustração 19 – Calandra e transportador de tela à saída 20

Ilustração 20 – OEE Inicial 21

Ilustração 21 – *Layout* Inicial da Colagem 11 24

Ilustração 22 – Desmoronamento dos restos de referências na Colagem 11 25

Ilustração 23 – *Layout* Final da Colagem11 25

Ilustração 24 – Situação Inicial aglomerado 26

Ilustração 25 - Local do aglomerado após FIFO 26

Ilustração 26 – *Stock* de restos de *top layer* na colagem 11 27

Ilustração 27 – Linha Colagem após Limpeza 27

Ilustração 28 – Marcações de piso e altura para euro paletes 28

Ilustração 29- Painel dos 5S's na Colagem 11 28

Ilustração 30 – Organização da Gaveta de Ferramentas 29

Ilustração 31 – Aproximação da ferramenta do local onde é necessária 29

Ilustração 32 – Organização da Estante 29
Ilustração 33 – Codificação de Rolos por etiquetas 30
Ilustração 34 - Etiqueta da Máquina Aplicadora de Cola N2 31
Ilustração 35 – Exemplo de um cartão de ação temporário 32
Ilustração 36 – Cartão de controlo D – 13, frente à esquerda e verso à direita 33
Ilustração 37 – Quadro para a Gestão dos Cartões de Controlo Semanal 33
Ilustração 38 – Detalhe do cartão de controlo 34
Ilustração 39 – Verso do Cartão de Ação nº 18 34
Ilustração 40 – Análise das causas do baixo rendimento da Colagem 11 36
Ilustração 41 – Chefe de equipa a fechar o respiro 39
Ilustração 42 – *Kit* para a troca de bidão 39
Ilustração 43 – Equipamento proposto para a movimentação de bidões 39
Ilustração 44 – *Brainstorming* para identificar problemas de uma possível alteração da quantidade de placas por palete 40
Ilustração 45 - Símbolo Corktech (Amorim Revestimentos, S.A.) 45

Índice de Tabelas

Tabela 1 – *Muda* tipo II identificado por Ohno com adição da subutilização das pessoas 6
Tabela 2 – Estágios da Metodologia 5S's 9
Tabela 3 – Parâmetros de Operação Adesivos *Hot Melt* 13
Tabela 4 – Componente Disponibilidade do OEE no início do projeto 21
Tabela 5 – Ferramentas Utilizadas 23
Tabela 6 – Simbologia utilizada nos cartões 32
Tabela 7 - Código de cores dos cartões de controlo 34
Tabela 8a – Documento realizado durante a reunião com os dois turnos baseado na filmagem ao Turno A 37

1 Introdução

O presente trabalho foi desenvolvido na Amorim Revestimentos, SA – São Paio de Oleiros, visando incrementar a eficiência dos processos operacionais inerentes a uma linha de colagem por *hot melt.*

As propriedades genuínas da cortiça, tornam-a o material ideal para pavimentos. Cada célula funciona como um isolante térmico em miniatura, proporciona isolamento acústico e ainda, propriedades amortecedoras acima da média.

Uma grande inovação na indústria dos revestimentos em cortiça foi a criação de aglomerados de cortiça, permitindo adicionar às suas qualidades, a resistência à água.

No entanto, a união de múltiplas camadas impermeáveis não foi possível, por não ocorrer a evaporação da água existente na composição dos adesivos já utilizados pela empresa. Ao iniciar-se o desenvolvimento do primeiro piso resistente à água, surgiu no negócio da empresa a necessidade de explorar os adesivos *hot melt.*

1.1 Amorim Revestimentos, SA

A Amorim Revestimentos (AR) é a empresa líder na produção e distribuição de revestimentos de solos e paredes em cortiça. A sua origem remonta a 1978, com a criação da Ipocork, uma unidade fabril destinada à produção de *parquet* com incorporação de cortiça. A AR surge em Janeiro de 1996, pela fusão das empresas Inacor, S.A. e Ipocork, S.A.

Atualmente é composta por duas unidades de produção, localizadas em S. Paio de Oleiros e Lourosa (Santa Maria da Feira, Portugal), contando com cerca de 500 colaboradores integrados numa estrutura organizativa que pode ser visualizada no Anexo A.

Integrada na maior fabricante de produtos em cortiça, Corticeira Amorim, a AR representa 20% do volume de negócios do grupo, sendo as vendas totais em 2014 de 116 milhões de euros (Grupo Amorim, 2014). A sua produção é dedicada às encomendas dos seus pontos de venda e clientes externos, que se evidenciam principalmente no mercado Europeu, Norte Americano e Russo. O posicionamento estratégico da AR advém de uma tecnologia de fabrico exclusiva e uma rede de distribuição multinacional que lhe permite conhecer e satisfazer, por antecipação, as necessidades dos clientes. O destaque da empresa na indústria dos revestimentos deve-se ao elemento diferenciador que lhe permite criar e aumentar a vantagem competitiva – *Corktech*.

1.2 Departamento de Eficiência Industrial

O Departamento de Eficiência Industrial surgiu na empresa devido à determinação em controlar e reduzir os custos operacionais. Tornando-se parte integrante da área de Operações o âmbito da actividade desenvolvida por este departamento é transversal a todos os outros e abrange três áreas de atuação distintas:

- Atividades associadas à área Industrial, dentro da qual se desenvolveu este projeto associado à Eficiência Produtiva;
- Otimização de Processos;
- *Procurement* de Matérias Primas.

A primeira área tem como foco analisar os processos e os fluxos produtivos, bem como assegurar a fiabilidade dos respetivos indicadores. Procura pilotar ações de melhoria baseadas num pensamento *lean* pela aplicação de ferramentas como SMED, 5S's e Manutenção Produtiva Total. Propõe ainda alterações de processos e/ou fluxos produtivos com o objetivo de reduzir custos, sendo sustentadas numa cultura de melhoria contínua através da eliminação de desperdícios do processo produtivo.

A otimização de processos pretende desenvolver projetos de investimento para industrialização em novos processos, acompanhando as evoluções tecnológicas do setor e incorporando diferentes tecnologias, que transmitam valor acrescido aos produtos e/ou processos produtivos. Pretende assegurar a industrialização de meios industriais e o cumprimento de prazos, garantindo que os equipamentos atingem as performances pré-estabelecidas.

Por fim, a última área de atuação visa participar nos projetos de desenvolvimento de novas soluções técnicas que impliquem a alteração ou incorporação de novas matérias primas, assegurando a ligação entre o desenvolvimento de novos produtos e os fornecedores das matérias primas.

1.3 Metodologia

A abordagem ao problema consistiu num exercício de melhoria contínua, focado nas perdas mais significativas e na redução, ou eliminação, quando possível, das mesmas. O objetivo do projeto passa por melhorar o indicador *overall equipment effectiveness* (OEE) através da consolidação dos ganhos obtidos. As etapas da metodologia utilizada no decorrer deste trabalho podem ser acompanhadas através da Ilustração 1.

Ilustração 1 - Etapas da Metodologia Utilizada

Numa fase inicial, é essencial um bom trabalho de campo para compreender todo o processo produtivo e as suas condicionantes. Paralelamente, deve ser verificada a existência de registos de produção ou, na inexistência dos mesmos, deverá ser criado um processo de registo e ter-se-á que sensibilizar os operadores da linha para a importância de compilar esses dados. Uma posterior análise dos registos de produção permite calcular o OEE, que irá caracterizar a situação inicial e permitir identificar e estimar oportunidades de melhoria pelo destaque das principais perdas do processo.

Cada perda identificada é então analisada individualmente, com base nas observações efetuadas na linha, reuniões com os operadores e com o suporte das técnicas analíticas, como os Diagramas *Ishikawa*, permitindo detetar as causas que originam tais perdas.

Os objetivos devem ser definidos e as propostas de melhoria devem ser avaliadas pelas vantagens e efeitos negativos e então planeadas segundo uma escala de benefício – tempo de implementação num plano de ação do tipo PDCA.

Depois de implementadas as melhorias, estas encontram-se em fase de teste podendo ser reformuladas caso não se verifiquem os resultados expectáveis. As melhorias devem ser implementadas segundo o plano de ação e as instruções de trabalho facultadas aos operadores.

Os ganhos obtidos são consolidados através da normalização dos procedimentos de trabalho e são também elaboradas auditorias para assegurar a continuidade das medidas aplicadas.

1.4 Estrutura da dissertação

No seguimento deste capítulo introdutório, no Capítulo 2 é feita uma revisão das matérias relevantes para o desenvolvimento do trabalho, com base em fontes bibliográficas.

No Capítulo 3, descreve-se a linha de colagem alvo deste estudo e a sua influência no seio do processo produtivo. Segue-se uma descrição dos problemas críticos que originaram a necessidade de intervenção.

No Capítulo 4 descreve-se a intervenção segundo a metodologia de melhoria contínua atrás definida. Cada problema é abordado individualmente, sendo apresentadas as condições da situação inicial, definidos os objectivos, descrita a melhoria implementada e os resultados obtidos.

Por fim, no Capítulo 5 apresentam-se as conclusões retiradas do trabalho realizado e sugerem-se oportunidades de melhoria futuras.

2 Enquadramento Teórico

Nesta secção será feita uma revisão, com base em fontes bibliográficas, dos princípios fundamentais do pensamento *Lean* e, seguidamente, serão abordados alguns dos conceitos e ferramentas que transpõem para a prática esta filosofia. Finalmente será feita uma referência às boas práticas de utilização do tipo de adesivo utilizado no processo produtivo.

2.1 Lean Manufacturing

A mentalidade *Lean Manufacturing* surgiu na indústria automóvel japonesa por intermédio da Toyota, como solução à crise provocada pela Segunda Guerra Mundial. Este sistema procura envolver toda a organização numa procura de identificação e redução contínua das atividades que em nada acrescentam valor para o cliente. Esta nova perspetiva coloca de lado a produção em massa, impraticável nas condições, quer financeiras da empresa, quer de procura do mercado japonês, até aí muito limitadas. Nessas condições parar a produção não era um problema, mas sim a solução para evitar problemas, responder às necessidades do cliente e respeitar os prazos de entrega eram a condição para garantir o mercado.

Womack et al. (1990) baseados no sistema de produção da Toyota, resumem a filosofia *Lean Manufacturing* em 5 princípios:

- ✓ Valor

A filosofia *Lean* tem como propósito servir o consumidor da melhor forma possível atendendo às suas necessidades: "Fornecer ao cliente o produto requerido, atempadamente e com um preço adequado." (Womack e Jones 1996) Este fundamento estratégico prevê a caracterização do que é valor para o consumidor através da construção de uma relação comunicante com o mesmo. Só desta forma será possível atender às necessidades dos clientes pela criação de um produto, ou serviço, que corresponda ao pretendido em termos do custo e que estejam dispostos a comprar.

- ✓ Fluxo de Valor

Os desperdícios existentes nos processos são incompatíveis com o compromisso de satisfazer as necessidades do cliente. Surge o dever de dissecar o fluxo de valor, identificando todas as "atividades especificas requeridas para projetar, encomendar e fornecer um produto especifico, desde a conceção ao lançamento, da encomenda à entrega, isto é, da matéria prima às mãos do cliente final." (Womack e Jones 1996) Aquelas que, na ótica do cliente, forem caracterizadas por não acrescentarem valor, devem ser eliminadas do processo. Estas atividades que não agregam valor são designadas por *muda*.

Muda é a palavra japonesa que caracteriza o desperdício existente numa organização e encontra-se dividido em duas categorias:

- Tipo I – Atividades que não acrescentam valor na ótica do cliente mas são necessárias para o desenvolvimento do processo.
- Tipo II – Atividades que não acrescentam valor na ótica do cliente e não são necessárias para o processo, podendo ser eliminadas.

Ohno (1988) identificou o *muda* do tipo II como o mais prejudicial para as organizações e prioritária uma intervenção no sentido de o eliminar. Liker (2003) introduziu um novo conceito que pode ser observado na Tabela 1.

Tabela 1 – *Muda* tipo II identificado por Ohno com adição da subutilização das pessoas

Muda	**Descrição**
1. Inventário	Níveis de inventário superior ao necessário para satisfazer as necessidades do consumidor ou do processo. Diretamente relacionado com o excesso de produção e existência de defeitos.
2. Transporte	Excesso de transporte ocupa recursos humanos e equipamentos de carga desnecessariamente podendo o produto danificar-se. Deslocações devem ser minimizadas pois em nada acrescentam valor para o cliente.
3. Movimento	Qualquer deslocação dos operadores que não acrescente valor ao produto/serviço. Movimentos não ergonómicos também são tidos em consideração.
4. Espera	Ocorre normalmente por falta de materiais, informação, ou pessoas para a produção. Avarias de equipamentos também originam espera dos operadores.
5. Excesso de Processamento	Técnicas inadequadas, tolerâncias desadequadas e utilização de equipamentos difíceis de operar, não são exigidas pelo cliente e ainda consomem tempo e dinheiro.
6. Excesso de Produção	Para evitar mudanças de ferramenta algumas empresas produzem mais do que o cliente necessita. Esta prática aumenta o inventário, mobiliza mais recursos e não acrescenta valor para o cliente final.
7. Defeitos	Produtos fora das especificações do cliente obrigam a produzir mais do que é encomendado, originam retrabalho e podem significar a perda do cliente caso o prazo de entrega seja ultrapassado.
8. Subutilização da criatividade das pessoas	Liker (2003) sugere o aproveitamento das competências dos colaboradores para além das suas funções e acredita que "apenas pela capitalização da criatividade dos colaboradores é que será possível eliminar os outros 7 desperdícios e melhorar continuamente".

- ✓ Fluxo Continuo

Os sistemas tradicionais *batch-and-queue*[1] caracterizam-se pela criação de grandes inventários e *lead times* elevados que contrariam a filosofia *Lean*. Em alternativa a estes

[1] Uma abordagem de produção em massa para operações em que grandes lotes de unidades são processados e encaminhados para o próximo processo, independentemente de serem necessários, onde terão de aguardar numa fila de espera.

sistemas, os processos devem ser alterados e reorganizados para criar um fluxo através das operações que acrescentam valor ao produto/serviço da maneira mais eficiente possível.

- ✓ Produção Puxada

Como o nome deste princípio sugere, o cliente será responsável por desencadear o processo produtivo na organização. Será apenas produzido o necessário quando requerido, invertendo assim, os mecanismos usuais em que a organização "empurra" o produto para o cliente. Este princípio, também conhecido como *Just-in-Time*, reduz os custos de armazenagem da organização e estimula relações saudáveis entre os fornecedores e os clientes que resultam em vantagens competitivas para ambos.

- ✓ Melhoria Continua

"Eliminar completamente o *muda* para que todas as atividades ao longo do fluxo de valor criem valor." (Womack e Jones 1996)

Weigel (2000) interpretou a frase de Womack e Jones, que caracteriza o quinto princípio, como "um processo sem fim onde a eliminação total do *muda* não pode ser considerado um objetivo mas sim um estado desejável." O ciclo *Plan-Do-Check-Act* (PDCA),visível na Ilustração 2, é uma ferramenta organizacional bastante utilizada para promover a melhoria contínua. Sempre que uma melhoria é alcançada, devem ser criadas normas para consolidar os ganhos obtidos e preservar a sua continuidade na organização.

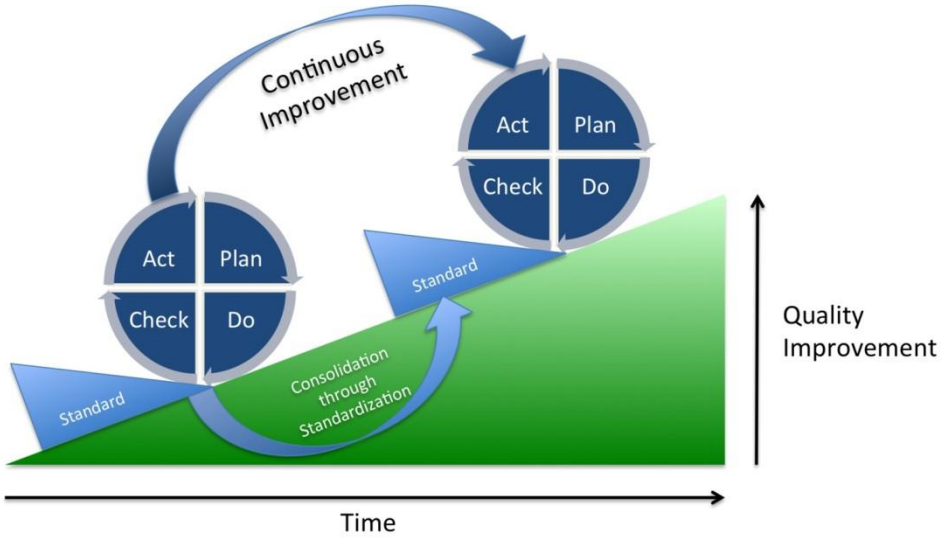


Ilustração 2 - Papel das normas e do ciclo PDCA na evolução da qualidade (Fonte: Johannes Vietze, 2013)

A aplicação destes 5 princípios na indústria permite fazer mais com menos, distanciando a organização da concorrência e favorecendo uma melhor resposta ao cliente. Este esforço sem fim, para eliminar o *muda*, tem ao seu dispor um conjunto alargado de ferramentas.

2.2 Manutenção Produtiva Total

A Manutenção Produtiva Total (MPT) é uma ferramenta *Lean* também desenvolvida no Japão, com o objetivo de alcançar uma produção com zero avarias e zero defeitos, através da cooperação de todas as áreas da organização.

Segundo o Japan Institute of Plant Maintenance (1997) a implementação desta metodologia é fundamentada nos 8 pilares representados na Ilustração 3.

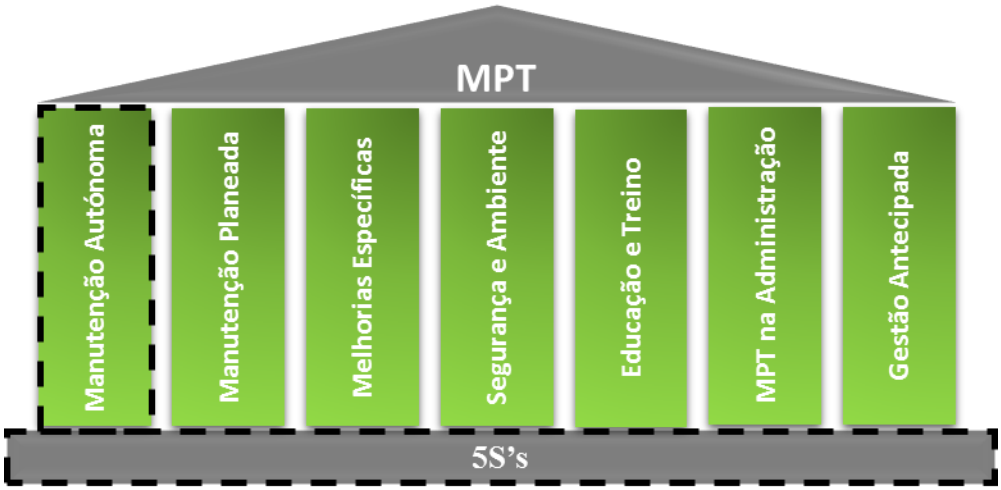


Ilustração 3- Pilares do MPT

Por integrar um plano a longo prazo, a MPT torna-se difícil de implementar na totalidade pelo que, neste projeto, só será abordado o pilar da Manutenção Autónoma (MA) e a ferramenta de base 5S's, por serem essenciais para iniciar um sistema desta complexidade.

2.2.1 Manutenção Autónoma

Quando uma organização começa a implementar um sistema MPT, normalmente, recorre inicialmente a um plano de MA, aliado à prática dos 5S's. A MA é um pilar especialmente importante por recorrer aos conhecimentos e habilidades das pessoas que se encontram mais familiarizadas com os equipamentos. A estimulação dessas capacidades permite uma relação saudável entre Homem e Máquina que, num ambiente apropriado, confere a este valioso recurso, total domínio sobre o seu espaço de trabalho evitando a mobilização da manutenção ou da prestação de serviços por parte dos fornecedores dos equipamentos (Gotoh e Tajiri 1999).

A implementação de um plano de MA, segundo o Japan Institute of Plant Maintenance (1997), pode ser conduzida através das sete etapas apresentadas na Ilustração 4.

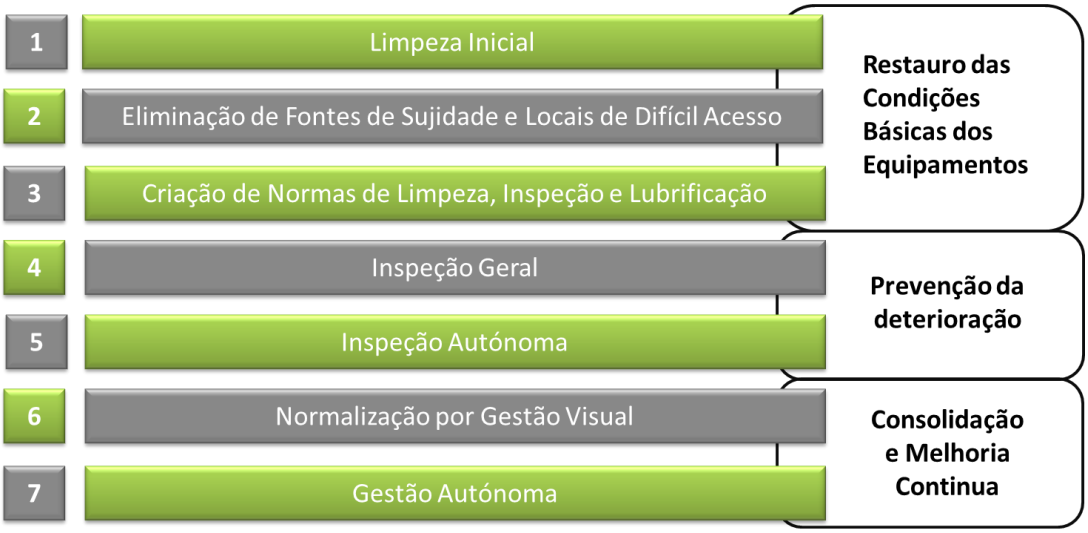


Ilustração 4 – Sete etapas para implementar a MA numa organização (Fonte: adaptada de 4Lean)

As 3 primeiras etapas permitem restaurar as condições básicas dos equipamentos. Nesse sentido, as máquinas devem ser minuciosamente limpas, as fontes de sujidade identificadas e eliminadas, assim como, criadas condições para aceder com facilidade a todos os locais relevantes para a manutenção. A preservação das condições dos equipamentos deve ser alcançada com recurso a documentos normalizados que agendem as diferentes tarefas de limpeza, pontos a inspecionar e a lubrificar. Algumas atividades especializadas terão de ser, inicialmente, alocadas aos técnicos da manutenção, e não aos operários até que estes adquiram conhecimentos suficientes para poder desempenhar tais tarefas.

Numa segunda fase, constituída pelas etapas 4 e 5, é expectável a verificação de resultados. Os operários são reconhecidos por todo o trabalho desenvolvido e motivados pelos resultados alcançados. Uma nova forma de pensar levará as equipas nas linhas produtivas a assumir os equipamentos como seus e a definir os seus próprios objetivos para prevenir a deterioração.

A terceira fase, com as etapas 6 e 7, consolida os progressos alcançados anteriormente. Os objetivos dos operários estão alinhados com os objetivos da organização e as condições dos equipamentos são refletidas na qualidade dos produtos. Os resultados devem ser constantemente comparados com a situação desejável, num processo de melhoria contínua conduzido pelos operários.

Um erro comum das organizações é ultrapassar etapas. A correta implementação permite melhorar a disponibilidade dos equipamentos através do restauro das suas condição básicas e contribui para a formação dos operários, pelo que, não devem existir atalhos quando colocada em prática.

2.2.2 Prática dos 5S's

Organizar o espaço de trabalho, onde cada coisa tem o seu lugar, resume o propósito dos 5S's. Esta metodologia integra o pensamento *lean* na redução do *muda* no local de trabalho, tendo sido concebida no seio da cultura industrial Japonesa.

A abordagem composta por cinco estágios, todos começados pela letra "S", sugere que os operadores sejam responsáveis pela organização do seu espaço de trabalho, de uma forma ergonómica e limpa, eficiente e sustentada numa disciplina de melhoria contínua capaz de aumentar a qualidade do processo produtivo. Os cinco estágios enumerados por Osada (1991) encontram-se descritos na Tabela 2.

Tabela 2 – Estágios da Metodologia 5S's

Estágio	**Descrição**
***S**eiri* (Separar)	Analisar todos o materiais existentes no local de trabalho. Manter o material essencial para a execução das tarefas e remover o desnecessário.
***S**eiton* (Organizar)	Cada material deve ter um lugar próprio e devidamente identificado.
***S**eiso* (Limpar)	Limpar, polir e arrumar. Ajuda a manter tudo no local apropriado e torna visível potenciais anomalias nos equipamentos.
Seiketsu (Normalizar)	Atingido um consenso nos 3 estágios anteriores, entre os colaboradores que utilizam o espaço de trabalho, devem ser normalizados procedimentos, como por exemplo, a limpeza para que qualquer novo interveniente se enquadre facilmente. A gestão visual é uma boa prática de normalização através de marcações no piso e paredes com recurso a etiquetas.

Shitsuke (Disciplinar)	Consolidar os ganhos obtidos e evoluir para novos ganhos. Auditorias ao local de trabalho permitem controlar a continuidade dos procedimentos estabelecidos e angariar sugestões de melhoria por parte dos colaboradores.

"A place for everything, everything in its place."

Benjamin Franklin

2.3 Overall Equipment Effectiveness

A monotorização do indicador *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) é uma prática comum em projetos *Lean*, visto que permite quantificar os resultados das melhorias implementadas, pela medição da eficácia dos processos produtivos. O OEE estabelece uma comparação entre qualquer processo produtivo com o ideal , isto é, à máxima cadência, sem a existência de paragens ou falta de qualidade. No início de uma abordagem *Lean*, uma análise aprofundada dos componentes que constituem o indicador (Disponibilidade, Rendimento e Qualidade) também é relevante para identificar as principais causas que se traduzem em perdas no processo produtivo. Seiichi Nakajima (1988) categorizou tais perdas em 6 grupos que podem ser observados na Ilustração 5.

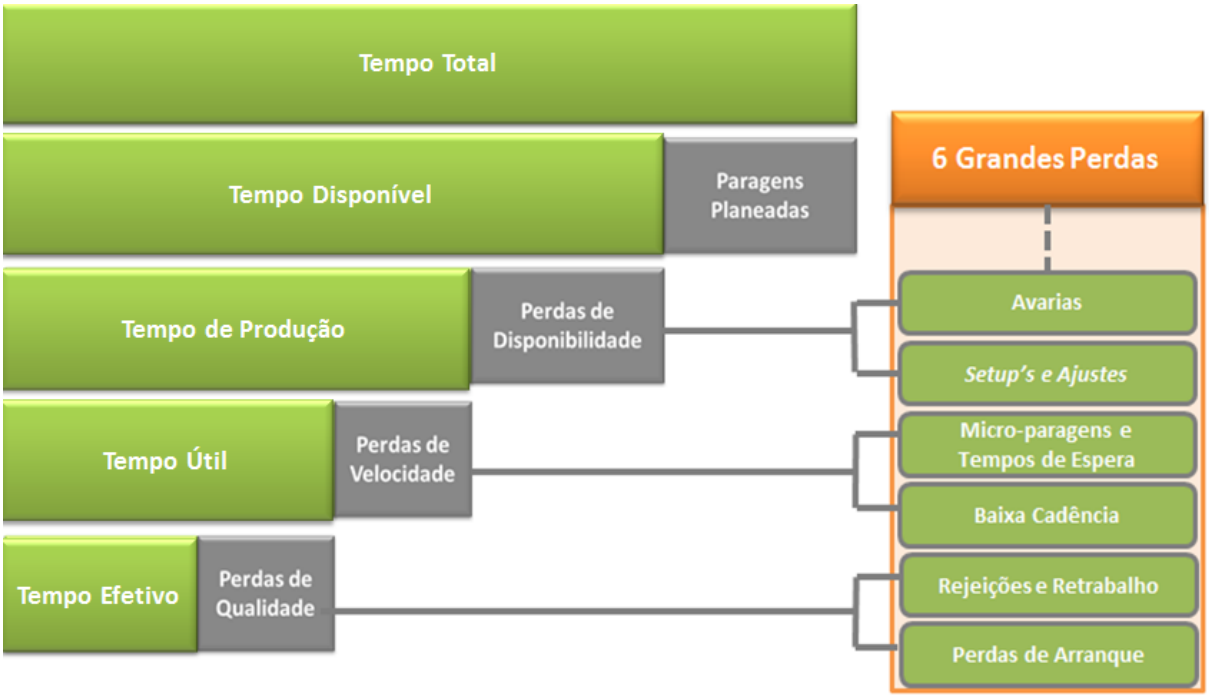


Ilustração 5 – Modo comas 6 Grandes Perdas afetam as Componentes do OEE

A disponibilidade (equação 2.1) representa a percentagem de tempo planeado que a operação está disponível para produzir. Esta componente sobre variações devido a paragens por avaria, *setup* ou ajustes.

$$Disponibilidade = \frac{Tempo\ Disponível - Tempo\ Perdas\ de\ Disponibilidade}{Tempo\ Disponível} \tag{2.1}$$

O rendimento (equação 2.2) avalia a perda de velocidade no processo produtivo. Ocorre quando o equipamento não opera à máxima capacidade devido a micro paragens.

$$Rendimento = \frac{Tempo\ de\ Produção - Tempo\ Perdas\ de\ Velocidade}{Tempo\ de\ Produção} \tag{2.2}$$

A componente qualidade (equação 2.3) reflete as perdas de tempo na produção de peças não conformes. Usualmente é afetada pela rejeição de unidades defeituosas e consequente retrabalho, se realizado na mesma máquina.

$$Qualidade = \frac{Tempo\ Útil - Tempo\ Perdas\ de\ Qualidade}{Tempo\ Útil} \tag{2.3}$$

O cálculo do OEE baseia-se no produto dos seus 3 componentes como é evidenciado na equação 2.4

$$OEE = Disponibilidade\ \times Velocidade\ \times Qualidade \tag{2.4}$$

2.4 Single Minute Exchange of Die

Single Minute Exchange of Die (SMED), que em português deve ser entendido como mudança de ferramenta em menos de 10 minutos, é uma ferramenta *lean* desenvolvida pelo engenheiro industrial japonês, Shigeo Shingo.

A ferramenta tem com objetivo aumentar a flexibilidade de uma empresa perante flutuações do mercado pela redução do *lead time*. Ao mesmo tempo, elimina o desperdício no processo de mudança de ferramenta e permite diminuir o tamanho dos lotes. (Moreira e Pais 2011)

O tempo de mudança de ferramenta compreende o tempo decorrido entre a última unidade boa de um lote e a primeira unidade boa do lote que se segue na ordem de produção. Apesar do nome da ferramenta sugerir mudanças em menos de 10 minutos, nem sempre é possível alcançar este intervalo de tempo objetivo. Porém, qualquer redução no tempo de paragem do equipamento é uma solução interessante e pode ser levada a cabo caso os custos da sua aplicação sejam viabilizados pelos benefícios alcançados.

A Ilustração 6 representa a evolução do tempo de mudança de ferramenta segundo a metodologia originalmente proposta por Shingo (1985).

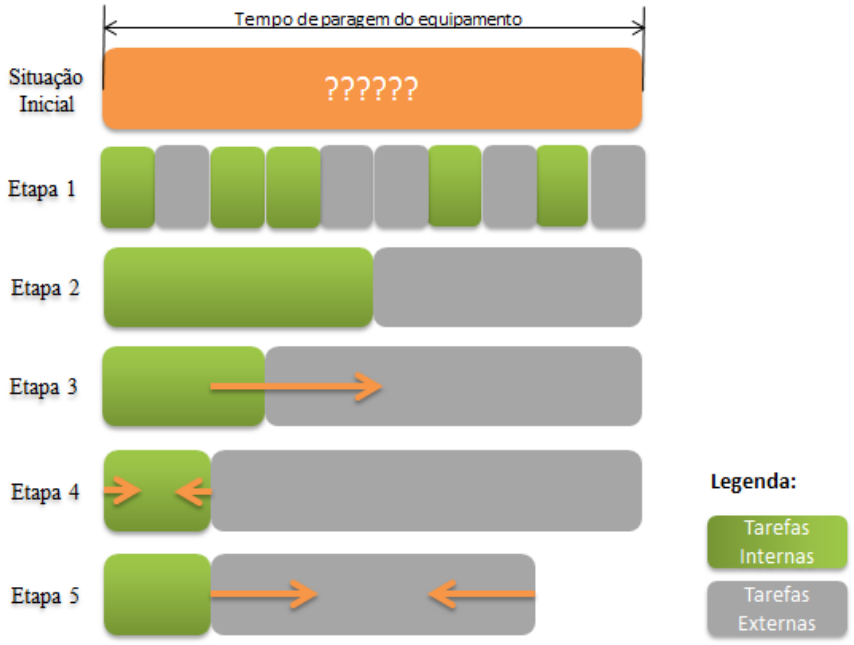


Ilustração 6 - Etapas da Metodologia SMED

Numa fase preliminar, será necessário explorar o desconhecido. As tarefas que constituem o *setup* devem ser detalhadas assim como os seus tempos registados usando técnicas como a cronometragem ou a filmagem do processo. Contudo, o envolvimento dos operadores é essencial pois, conhecem melhor que ninguém a realidade do processo e podem fornecer sugestões de melhoria relevantes para as fases que se seguem.

Segundo Shingo (1985) existem 2 tipos de operações no *setup* cuja distinção foi relevante no desenvolvimento do SMED. O trabalho interno, que só pode ser realizado com o equipamento parado; e o trabalho externo, que pode ser realizado com a máquina em funcionamento. Na etapa 1 pretende-se categorizar as tarefas que são consideradas trabalho interno e as tarefas que são trabalho externo para que na etapa 2 sejam agrupados os trabalhos internos.

Na etapa 3 pretende-se converter trabalho interno em trabalho externo. Acontece que muitas atividades preparatórias poderem ser realizadas fora do período de paragem do equipamento e erradamente estão a ser efectuadas durante esse período. Esta fase surge para corrigir possíveis erros efetuados na etapa anterior e é considerada crucial na metodologia SMED por alguns autores : "O princípio fundamental de melhoria de *setup* é transformar uma operação de *setup* interno em uma de *setup* externo."(Costa et al. 2004).

No método surgido por Shingo (1985), as etapas 4 e 5, remetem para melhorias gerais tanto a nível de trabalho interno como trabalho externo. Para uma melhor compreensão, são distinguidas as melhorias de trabalho interno como eliminar ajustes, simplificar fixações ou até a realização de tarefas em simultâneo por vários operários (trabalho paralelo) na etapa 4 e as melhorias do trabalho externo na etapa 5, que incluem a organização do espaço de trabalho com as ferramentas adequadas junto dos locais onde são necessárias.

Todos os ganhos obtidos devem ser consolidados num documento com a sequência das tarefas otimizadas e os respetivos tempos previstos. O envolvimento da equipa que manobra o equipamento ao longo da metodologia é fundamental para que as melhorias alcançadas evoluam da teoria para uma situação prática.

2.5 Tecnologia Hot Melt

Numa indústria cada vez mais competitiva e complexa, surgem produtos compósitos cuja junção obriga a utilizar materiais e tecnologias específicas, para os quais a engenharia do produto tem de encontrar soluções eficazes sem que se reflita num aumento dos custos de produção. Nesse sentido, surge o *hot melt* como uma solução eficaz e de baixo custo na indústria dos adesivos.

Segundo Schneberger (1983), o *hot melt* é um adesivo termoplástico à base de polímeros, sólido à temperatura ambiente. Quando aquecido até ao ponto de fusão, liquidifica, cobrindo facilmente as superfícies a ligar. Enquanto que os adesivos compostos à base de solventes necessitam de libertar água e/ou solventes para unir duas superfícies, o *hot melt* necessita apenas de perder calor, solidificando, para desenvolver coesão e unir os substratos. Contudo este passo é reversível, isto é, com a aplicação de calor a cola pode ser refundida.

Desde a manipulação da base molecular até à introdução de aditivos para potenciar propriedades relevantes para a adesão, a oferta neste mercado é ampla. A opção do produto pelo utilizador deve ser efectuada com base nos resultados obtidos pelo fabricante na colagem das superfícies a unir, assim como no conjunto de parâmetros de operação que são definidos pelo ambiente produtivo (TKH 2015). Tais parâmetros são descritos na Tabela 3.

.

Tabela 3 – Parâmetros de Operação Adesivos *Hot Melt*

Estágio	**Descrição**
Temperatura Operacional	Intervalo de temperatura recomendado pelo fornecedor para operar. Afeta diretamente a viscosidade do adesivo.
Viscosidade	Resistência que um fluido oferece ao escoamento. Influencia a propagação do adesivo sobre a superfície, sendo que, quanto maior a temperatura, maior a viscosidade e consequentemente melhor a propagação do adesivo.
Tempo de Abertura	Intervalo de tempo iniciado após a aplicação do adesivo que assegura a união das superfícies. Parâmetro relevante em processos de aplicação automatizados, uma vez que, se a unidade produtiva não se encontrar sincronizada com o tempo de abertura, a adesão poderá ser comprometida.
Adesão a Quente	Sabendo que os adesivos *hot melt* apenas finalizam a união de duas superfícies após solidificação, este parâmetro determina o poder de adesão a altas temperaturas mesmo antes de acontecer a solidificação.
Tempo de Estabilização	Período de tempo necessário para reduzir a tensão interna de modo a criar estabilidade mecânica. Decorrido este período, o conjunto pode ser sujeito a operações de maquinação.

Poliuretano Reativo

Caracterizados por aderirem a uma ampla gama de materiais, reduzirem custos de produção e possuírem um poder de adesão superior, os adesivos *hot melt* à base de poliuretano reativo (HMPUR), mostram-se alternativas fiáveis aos restantes hot melt's.

O HMPUR combina as melhores características dos restantes adesivos da tecnologia *hot melt*, no entanto, é o seu sistema reativo que o diferencia. A primeira união também é mecânica sendo alcançada através de perda de calor como num *hot melt* convencional. Num segundo estágio, este adesivo reage com a humidade existente no ar e/ou superfície durante o período de estabilização, reforçando a união mecânica criada no primeiro estágio que se pode observar na Ilustração 7. Esta reação química confere uma maior amplitude de resistência térmica, onde altas temperaturas não refundem o adesivo, logo, não danificam a união. Existe uma maior resistência química, por não reagir com água e vários químicos que rapidamente desgastam uniões na maioria dos adesivos, e ainda aumenta a variedade de materiais que podem ser unidos por esta tecnologia (Waites 1997).

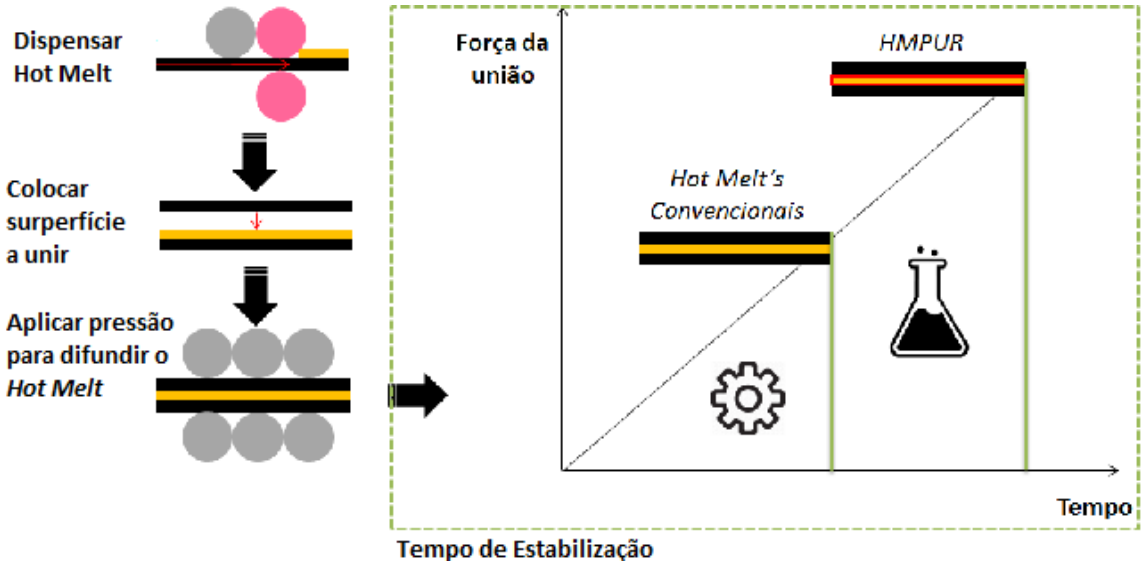


Ilustração 7 - Esquema representativo da principal diferença entre os *Hot Melt's* convencionais e os HMPUR

Sendo o HydroCork um produto impermeável e constituído por materiais compósitos de difícil união, a empresa sentiu necessidade de explorar os HMPUR e adquirir os equipamentos necessários para manipular este adesivo.

3 Apresentação do Problema

Nesta secção será detalhado todo o processo produtivo que envolve a linha de colagem 11 e onde esta se enquadra no âmbito da produção do Hydrocork.

3.1 Hydrocork e Processo Produtivo Global

O Hydrocork é uma solução flutuante que se destaca no mercado dos pavimentos pelo baixo perfil alcançado, sem descuido do isolamento característico da cortiça. Com apenas 6mm de espessura adequa-se a renovações, não aumentando significativamente o nível da superfície a aplicar e reduzindo o efeito de transmissão das irregularidades do piso existente. Outra inovação consiste na resistência à água, que possibilita usufruir de pisos com as características da cortiça nas zonas de maior humidade. Inserido na gama Vinylcomfort (ANEXO B), partilha dos benefícios da tecnologia *Corktech* presente nos restantes pavimentos.

Através da Ilustração 8 é possível compreender o sistema multicamada do Hydrocork. Para efeitos de produção, o conjunto camada de desgaste protectora [1], decorativo visual de alta resolução [2] e camada de vinil [3], é constituído como um único componente que se denomina de *top layer*. Este componente, também designado por *Luxury Vinyl Tile*[2] (LVT), varia conforme as preferências do cliente, que pode seleccionar entre uma gama alargada de referências com visuais distintos. O compósito de aglomerado de cortiça [4], que diferencia e acrescenta elevado valor ao produto, é vulgarmente denominado de aglomerado. A camada de vinil texturado [5] concede ao produto estabilidade estrutural sendo conhecido como *bottom layer*.

Ilustração 8 – Constituição do Hydrocork (Fonte: Revista Invest, 2015)

No mercado actual, torna-se vital responder as exigências dos clientes o mais rápido possível sem prejudicar a qualidade do produto e cumprindo os prazos estabelecidos. Neste sentido, na AR o departamento de Logística é responsável pelo planeamento da produção, como também pelo aprovisionamento das matérias primas necessárias.

[2] *Luxury Vinyl Tile* é um termo que caracteriza um vinil que imita realisticamente materiais naturais

Os três componentes que integram a construção multicamada do Hydrocork advêm de fornecedores externos. Se por um lado o aglomerado é fornecido por uma empresa que se encontra a uma curta distância, por outro lado os fornecedores de *top* e *bottom layer* possuem as suas unidades produtivas no continente asiático, aumentado o tempo de transporte e levando à criação de *stocks* de segurança. Estes 3 componentes são fornecidos sob a forma de placas com dimensões de 1240 mm de comprimento por 630 mm de largura. Os fornecedores do adesivo HMPUR encontram-se relativamente perto e entregam o adesivo acondicionado em bidões de 200 kg.

Sempre que um cliente coloca uma encomenda, esta é codificada com uma ordem de fabrico e consequentemente integrada num plano semanal de produção, de acordo com os prazos estabelecidos com o cliente, e segue para as várias linhas produtivas à atenção dos chefes de equipa. Na linha de colagem do Hydrocork, este plano produtivo é acompanhado de um conjunto de folhas que servirão para identificar cada palete produzida com a ordem de fabrico, data de produção e número de paletes a produzir para cada ordem de fabrico.

Os chefes de turno têm a seu cargo garantir que as matérias primas necessárias para satisfazer o plano semanal, seguem dos armazéns para a linha de colagem. Neste local dá-se o processo de união de todos os componentes por intermédio de um adesivo HMPUR. De seguida o material deve estabilizar por um período de 3 dias para que as tensões internas diminuam e a aderência seja suficiente para ser submetida a corte. Na secção do corte, após controlo da qualidade da colagem, as placas são cortadas na dimensão final e é perfilado o sistema de encaixe. O produto encontra-se então preparado para ser embalado e posteriormente expedido para o cliente.

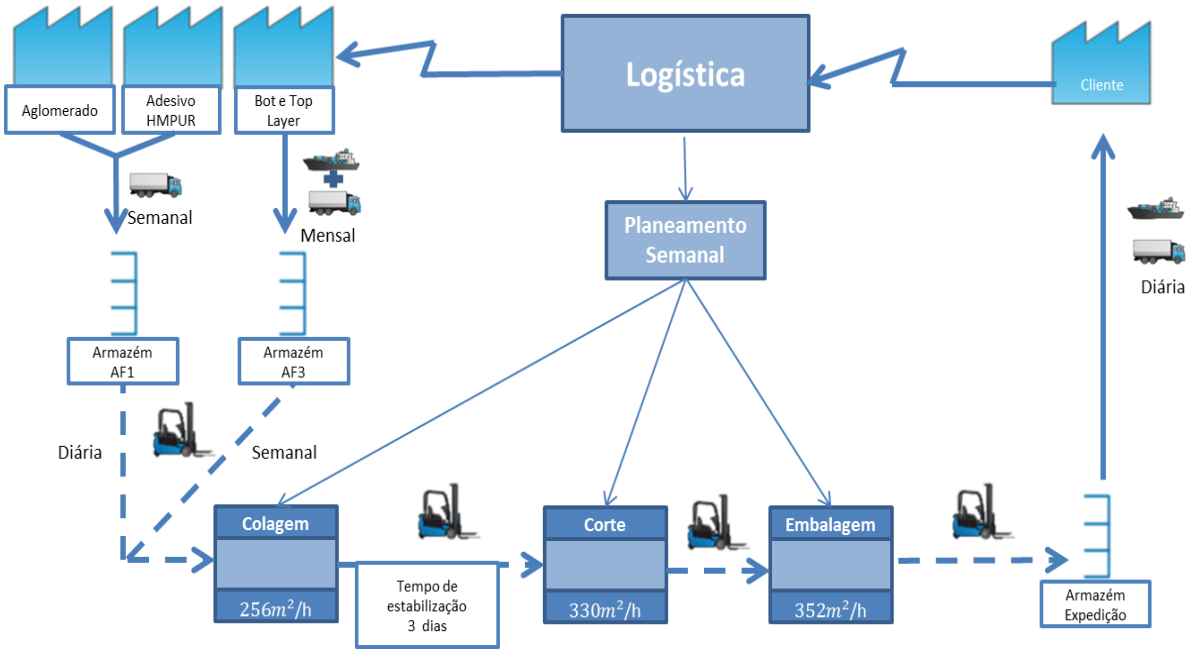


Ilustração 9 - Fluxograma do Processo Produtivo Global do Hydrocork

Como é possível observar na Ilustração 9, o processo de colagem das várias camadas constitui um entrave ao processo produtivo global processando apenas $256m^2$/h, enquanto o corte e embalagem possuem capacidades superiores. Esta circunstância justifica a prioridade deste projeto incidir sobre a operação de colagem invés das outras duas operações a jusante.

3.2 Linha de Colagem

A linha internamente conhecida como colagem 11 foi construída em 2015, situa-se nos Acabamentos Finais 1 (AF1), e dedica-se exclusivamente à colagem das camadas que formam o Hydrocork. Sendo o mesmo produto, onde a variável é a camada de decoração, os *setup's* neste processo consistem na troca da referência do *top layer*, que em nada difere de um reabastecimento para continuar a produção da mesma referência. O número de trocas de referência diminui com o aumento da quantidade encomendada por cada cliente. Pequenos pedidos podem originar várias trocas, contudo, existe um esforço interno para agregar ordens de fabrico com a mesma referência facilitando as movimentações de *top layer* do armazém de LVT , situado em Acabamentos Finais 3 (AF3), para AF1 (Anexo C).

A colagem 11 foi projetada para operar a 3 turnos compostos por equipas de 3 elementos, cujas funções são:

- Chefe de Equipa: Gerir a equipa, acompanhar o processo produtivo, resolver pequenas avarias/encravamentos e trocar bidões de adesivo.
- Operador 1: Abastecer através do empilhador o aglomerado [1], *bottom layer* [3] e o *top layer* [7], nos locais assinalados na Ilustração 10; retirar o produto semiacabado do ponto [9] e armazenar para que possa estabilizar.
- Operador 2: Virar o *top layer* com a face para o mesmo lado. Esta função advém de este componente ser fornecido com as placas em posição alternadas, com a face decorativa de uma contra a face decorativa da placa que se segue, para que não sejam danificadas durante o transporte. Todas as placas de *top layer* têm de ter o decorativo voltado para cima antes de serem introduzidas no processo produtivo.

No decorrer deste projeto a linha funcionou a 2 turnos de forma a ajustar a produção à procura. Surgiu também a necessidade de introduzir um túnel de aquecimento para assegurar a adesão do *top layer*, que requer uma temperatura superior a 15 °C. Por este motivo, nas estações frias, é destacado mais um operário para esta tarefa.

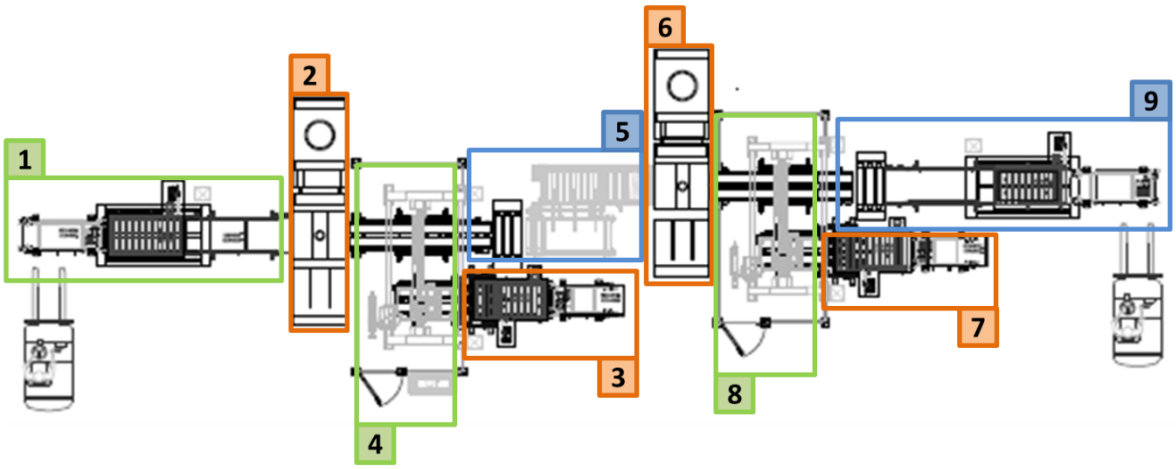


Ilustração 10 – Linha Colagem 11 (Fonte: Amorim Revestimentos)

No texto que se segue, será apresentado o fluxo de operações da linha de colagem, que pode ser acompanhado através da Ilustração 10.

[1] Alimentação de aglomerado

A palete de aglomerado abastecida pelo empilhador, no transportador de entrada, segue para uma mesa elevatória, permitindo que o transportador de entrada possa ser novamente abastecido para diminuir o tempo de paragem por troca de palete. Dependendo do consumo de placas a altura da palete é ajustada pela mesa elevatória com o auxilio de uma fotocélula, que coloca a primeira placa da palete ao alcance do alimentador automático. Este dispositivo de captação por vácuo possui dois cilindros pneumáticos com ventosas que permitem agarrar a placa e elevá-la ao nível do transportador de tela. Um moto-redutor transmite deslocamento horizontal ao conjunto dos cilindros que aproximam a placa do transportador de tela. Duas rodas calcadoras pressionaram a extremidade da placa contra a tela, forçando o seu deslocamento com destino à máquina aplicadora de cola. Este percurso incorpora um sistema constituído por um sensor mecânico e outro por fotocélula, cuja função é interromper a alimentação da linha em caso de sobreposição de placas, o que é detetado pelo controlo da espessura dos materiais que circulam na tela.

Ilustração 12 – Alimentação de aglomerado

[2] Aplicação do adesivo HMPUR

A aplicação de *hot melt* recorre a um sistema de rolos, visível na Ilustração 11. O rolo aplicador (1) auxiliado por um rolo de contrapressão (2), ambos de silicone e com dimensões idênticas, distribui uniformemente o adesivo sobre a placa. O terceiro rolo, doseador (3), doseia a quantidade de adesivo a aplicar e transfere temperatura ao rolo aplicador através de um sistema de aquecimento interno. Entre o rolo aplicador e o rolo doseador cria-se um filme de adesivo que varia consoante o afastamento dos rolos, determinando a quantidade de cola a aplicar.

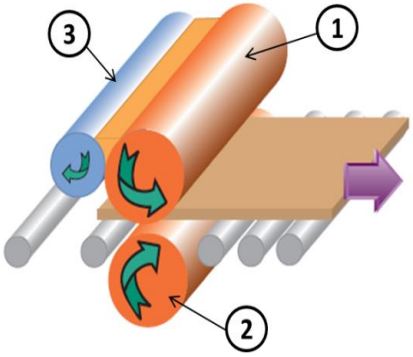


Ilustração 11 – Sistema de rolos da máquina aplicadora (Fonte: Manual de Instruções Barberán EN-PUR-2-800)

O adesivo HMPUR necessita de ser fundido num ambiente com a menor quantidade de ar possível. Nas grandes variações de temperatura existe uma maior interação entre o adesivo e a humidade presente no ar, o que poderá levar à sua cura antecipada. Para contornar esta situação o equipamento presente na Ilustração 13, desce um prato que envolve o interior de todo o bidão e obriga o escoamento do ar através de uma válvula.

Quando o prato se aproxima do adesivo a quantidade de ar existente é mínima, podendo ser iniciada a fundição do adesivo. O prato tem um sistema de aquecimento incorporado que vai fundindo continuamente o adesivo.

Ilustração 13 – Estação de Alimentação

A alimentação do adesivo HMPUR para a máquina aplicadora é efectuada por mangueiras aquecidas e o adesivo é injectado, entre os rolos, por pistolas. Este fluxo é assegurado por uma

bomba existente na estação de alimentação da máquina de aplicação.

[3] Alimentação do *bottom layer*

O *bottom layer* é alimentado por um método idêntico ao apresentado em [1] utilizando os mesmos tipos de equipamentos e dispostos da mesma forma como se pode observar na Ilustração 14.

Ilustração 14 – Alimentador e Mesa Elevatória do *Bottom Layer*

[4] União do *bottom layer* ao aglomerado

A cabine da máquina aplicadora não é totalmente estanque, no entanto, o sistema de aquecimento do rolo doseador mantém a temperatura regulada, o que minimiza as perdas de temperatura dentro da cabine. Como já foi referido anteriormente, se a temperatura do adesivo for constante, são minimizadas as reacções com a humidade e não é iniciado o processo de cura. Por este motivo, o tempo de abertura do adesivo, só inicia a partir do momento em que a placa abandona a máquina aplicadora, que é quando ocorre uma grande variação de temperatura.

O tempo de abertura do adesivo utilizado é reduzido, pelo que o aglomerado deve entrar rapidamente em contacto com o *bottom layer* para que a união se complete nas melhores condições. Voltando ao processo produtivo, quando aplicado o adesivo em [2], a placa segue ao ar livre para a zona de recessão do *bottom layer* onde é centrada por dois batentes laterais.

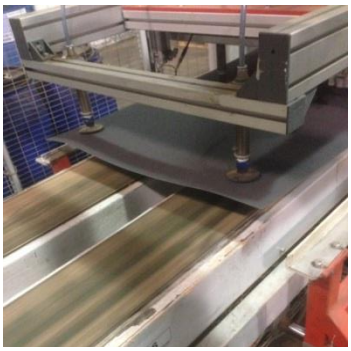


Ilustração 15 – Manipulador A aguardando o aglomerado

A movimentação do *bottom layer* é efectuada por um manipulador com eixos de deslocação vertical e horizontal, complementado com um sistema de captação por vácuo mediado por 20 ventosas, que recolhe a placa de *bottom layer*, previamente centrada após ter sido abastecida em [3], e a sobrepõe sobre a placa de aglomerado. O sincronismo desta operação deve ser garantido de modo a que o *bottom layer* aguarde o aglomerado com o adesivo, Ilustração 15, e não a situação inversa.

[5] Aplicação de pressão

Posteriormente, uma calandra, com três rolos superiores e três rolos inferiores, aplica pressão constante sobre o conjunto *bottom layer* e aglomerado de forma a que o adesivo se espalhe uniformemente. Após esta fase, o conjunto é introduzido num virador, com capacidade para 5 unidades, que o inverterá para receber adesivo no lado oposto. A unidade que se encontra mais próxima do transportador de rolos, cai sobre o mesmo, e é conduzida até à segunda máquina aplicadora de adesivo.

Ilustração 16 – À esquerda a Calandra e Virador à direita

[6] Aplicação do adesivo HMPUR

Na segunda máquina aplicadora a operação prossegue da mesma forma que a descrita em [2]. É importante referir que para controlo de qualidade é efetuada uma medição da gramagem do adesivo de hora a hora e após mudança de um dos bidões de adesivo em ambas as máquinas. Este procedimento serve para verificar se a gramagem se encontra dentro das especificações definidas pelo fornecedor do adesivo que

garantem a união das camadas. Caso tal não se verifique, o rolo aplicador e o rolo doseador devem ser afastados, se assinalar valores acima do limite superior, e aproximados, se os valores da gramagem forem inferiores ao limite inferior estipulado.

Ilustração 17 – Cabine da máquina aplicadora

[7] Alimentação do *top layer*

O *top layer* é introduzido no processo produtivo de forma idêntica à apresentada em [1] e [3]. Para alterar a referência do produto é apenas necessário abastecer uma palete no transportador de entrada com a nova referência a produzir.

[8] União do *top layer* ao conjunto *bottom layer*/aglomerado

O manipulador B movimenta as placas de *top layer* até ao conjunto aglomerado/*bottom layer* como pode ser observado na Ilustração 18. O funcionamento desta operação encontra-se descrito em [4] mudando apenas o material que é movimentado. Tanto o manipulador A como o manipulador B, por questões de segurança, encontram-se circundados por uma vedação. O acesso ao seu interior é expressamente proibido com a linha produtiva em funcionamento e por este motivo, quando as portas de segurança são abertas, todo o funcionamento da linha é interrompido.

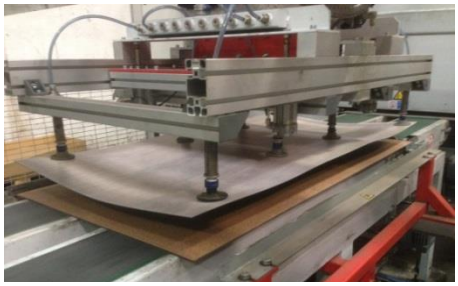


Ilustração 18 – Manipulador B a sobrepor *top layer* no conjunto aglomerado/*bottom*

[9] Aplicação de pressão e acondicionamento em palete

O produto segue para um segundo processo de prensagem, espalhando uniformemente o adesivo aplicado para unir o *top layer* ao conjunto, e é então encaminhado para uma mesa elevatória com acomodação de placas e contagem. Este ultimo mecanismo bloqueia o manipulador B (funcionando apenas o manipulador A, que terminará a alimentação da linha quando a capacidade do virador estiver completa) assim que a palete de produto acabado atingir oitenta placas. Esta segue para o transportador de saída e uma palete vazia com um tampo deve ser inserida manualmente na mesa para que a produção continue.

Ilustração 19 – Calandra e transportador de tela à saída

3.3 Apresentação global dos problemas críticos

Iniciar um projeto de melhoria numa linha produtiva requer um grande conhecimento da sua situação inicial. Nesse sentido, a análise da informação contida na base de dados da organização revelou-se crucial por permitir o cálculo do OEE. Este indicador mede o grau de eficácia da linha produtiva, pelo que, se pode observar na Ilustração 20, no arranque deste projeto situava-se nos 51,50%.

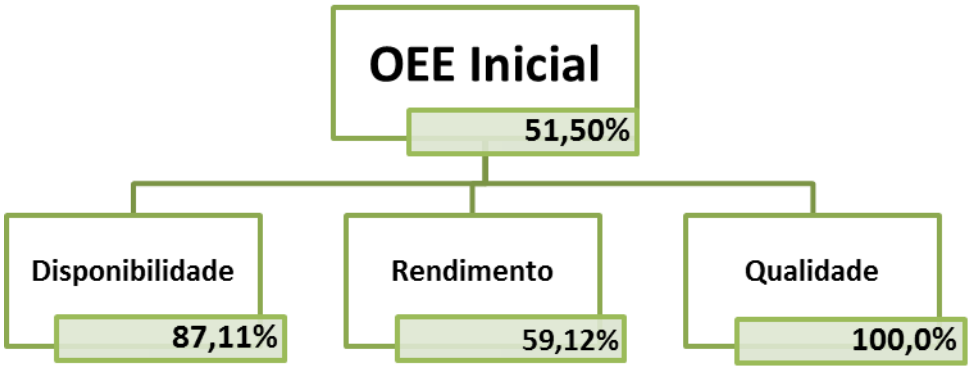


Ilustração 20 – OEE Inicial

As principais perdas do processo produtivo foram caracterizadas pela decomposição do OEE nas suas três componentes: Disponibilidade, Rendimento e Qualidade.

Disponibilidade

Na AR, a componente disponibilidade avalia todas as paragens, quer não programadas, quer planeadas. Ao introduzir as paragens planeadas, a empresa pretende apurar quanto tempo estas se estendem além do programado. Todas as paragens encontram-se tipificadas na Tabela 4.

A "Manutenção Preventiva" (MPT) representa uma paragem semanal para limpeza. Como não existia um plano de Manutenção Autónoma, a produção parava durante um turno e, muitas das vezes, as tarefas básicas de limpeza não eram finalizadas.

A ocorrência de "Ensaios" (ENS) é característica da entrada em função da linha de colagem, onde o processo ainda não se encontrava estabilizado.

Na categoria "Diversos" (DIV) são alocadas todas as paragens superiores a 5 minutos que não se enquadrem em nenhuma das outras categorias existentes. Questionados os chefes de equipa da linha de colagem 11 constatou-se que a principal paragem alocada nesta categoria se devia à indisponibilidade do empilhador para reabastecer a linha produtiva, obrigando a interrupção da produção em curso. No sentido de colmatar esta perda de disponibilidade, o projeto abordará a melhoria de movimentações de cargas e operadores pela melhoria do *layout* envolvente e do fluxo de materiais.

Tabela 4 – Componente Disponibilidade do OEE no início do projeto

Descrição	Total Geral
Produção	**87,11%**
Encolar bases de cortiça	87,11%
Paragens	**12,89**
MPT - Manutenção Preventiva	6,02%
ENS - Ensaios	2,30%
DIV - Diversos	3,11%
AVR - Avaria	1,32%
SET - Setup	0,09%
SFR - Substituição Ferramentas	0,05%
Total Geral	100 %

A linha de colagem 11 iniciou atividades recentemente pelo que as paragens por "Avaria" (AVR) ainda não refletem uma proporção considerável (1,32%) mas devem ser colmatadas antes que a degradação dos componentes seja um problema.

Paragens por "*Setup"* (SET), contabilizam o tempo despendido na troca de referência, isto é, a trocar o *top layer* utilizado.

Com o passar do tempo o silicone que envolve o rolo aplicador vai-se desgastando, sendo necessário remover o rolo enquanto pode ser reconstituído, para não implicar a substituição total que acarreta custos elevados. As paragens por "Substituição de Ferramentas" (SFR), na colagem, contabilizam o tempo total que a substituição dos rolos aplicadores obrigou a paragem da produção.

Rendimento

A cadência teórica da colagem 11 está estabelecida em 9 placas por minuto. Como se pode observar na Ilustração 20, o rendimento desta linha produtiva é de 59,12%, um valor que não alcança o objetivo definido pela empresa de 74%, isto é, 6,67 placas por minuto. Pela observação do valor desta componente é evidente o problema de baixo rendimento, no entanto, é necessário um estudo mais aprofundado para identificar as causas da sua ocorrência.

Qualidade

As perdas por adesão não conforme só são detetadas a jusante da colagem e contabilizadas diretamente no OEE da linha de corte. Por este motivo, o valor obtido na componente qualidade caracteriza uma produção com zero defeitos que num projeto futuro deveria ser recalculado de modo a alocar as perdas aqui originadas à linha de colagem. De qualquer forma a observação diária da unidade produtiva permitiu constatar que este tipo de perda não é recorrente pelo que foi descartada qualquer intervenção neste sentido.

4 Melhorias Implementadas

Este trabalho foi realizado maioritariamente na linha de produção, junto das equipas que nela laboram. A comunicação com os operadores e o apoio que lhes foi prestado em todas as suas tarefas diárias, permitiu adquirir uma perspetiva sobre a unidade produtiva que, de outra forma não seria possível e que muitas vezes é desprezada, sendo propostas melhorias sem conhecer verdadeiramente o processo atual. Além de fortalecer a relação com os operadores, que é essencial em projetos deste âmbito, um conhecimento mais aprofundado sobre a operação e as suas limitações através de uma filosofia "vá e veja pelos seus olhos" permitiu uma intervenção adequada nos problemas identificados.

As ferramentas utilizadas para melhorar o OEE, foram sustentadas num ciclo PDCA presente no Anexo D, e encontram-se resumidas na Tabela 5, consoante a componente do indicador em que incidem.

Tabela 5 – Ferramentas Utilizadas

Componente do OEE	Local	Metodologia
Ambas	Layout Envolvente	5S's e Gestão Visual
Rendimento	Unidade de Alimentação de Adesivo	SMED
	Mesa Elevatória N4	N.A
Disponibilidade	Todos os Equipamentos	Manutenção Autónoma

4.1 Prática dos 5S's

Os 5 estágios da ferramenta 5S's foram aplicados na Colagem 11, pela capacidade de corrigir os principais problemas de desorganização da linha. Rentabilizar o espaço envolvente e as movimentações, tanto de pessoas como de materiais, foi prioritário no início deste projeto.

4.1.1 Layout

Entre os problemas identificados através da análise do OEE, destaca-se a disposição do *layout* em volta da colagem 11 (Ilustração 21). Os materiais não possuíam um local definido e as quantidades sobrepostas eram elevadas, representando uma situação de perigo. Devido às dimensões da linha, muito material era depositado em locais de difícil acesso. As matérias-primas necessárias à produção eram repostas antes que a anterior fosse totalmente consumida e eram visíveis materiais desnecessários à atividade produtiva ao longo da linha, originando desorganização nas movimentações de operadores e no transporte de materiais através do empilhador. Todos estes fatores estão relacionados com micro paragens da linha produtiva.

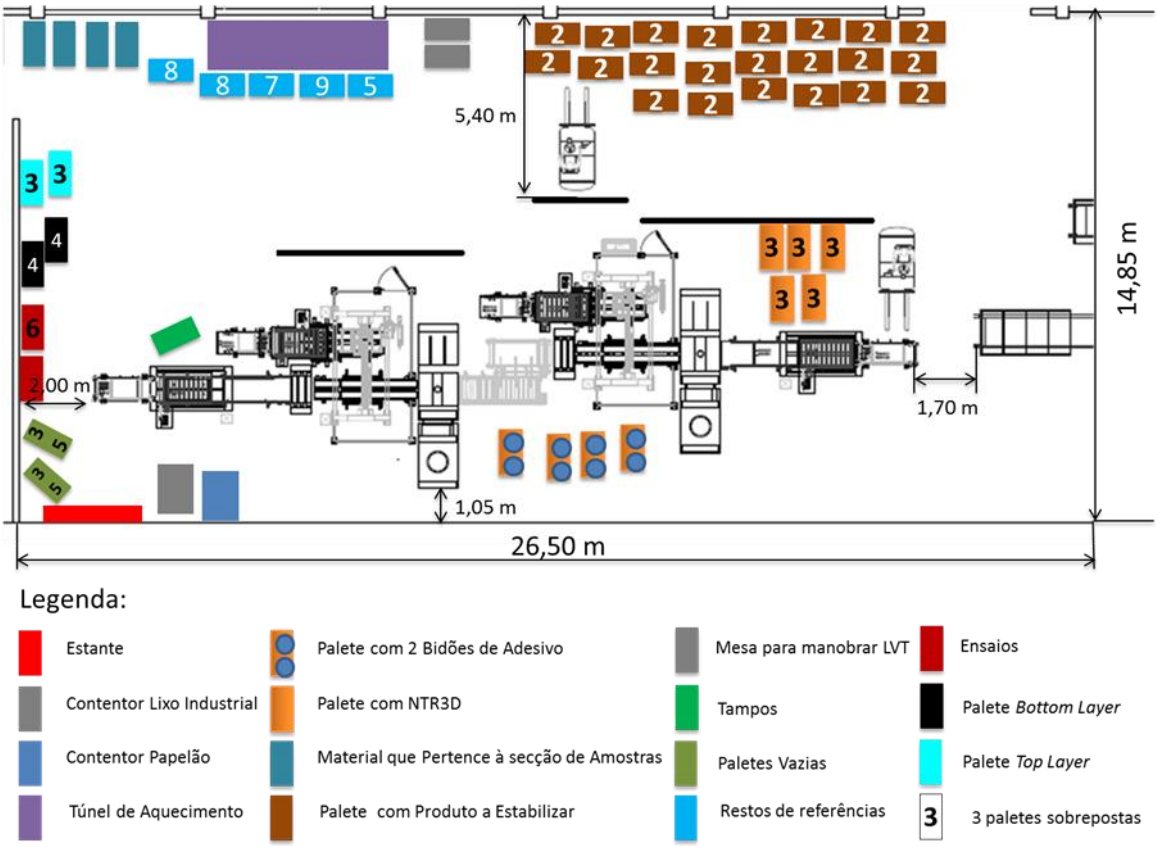


Ilustração 21 – *Layout* Inicial da Colagem 11

Para intervir ao nível do *layout* foi necessário analisar previamente a disposição inicial da linha e posteriormente simular, à escala de 1 para 200, novas soluções sujeitas a aprovação por parte do responsável por AF1. Dado o parecer positivo a uma das soluções propostas, interveio-se na linha produtiva utilizando as 3 primeiras etapas da ferramenta 5S's: Separar, Organizar e Limpar.

Separar

Em primeiro lugar foram removidos todos os materiais desnecessários à atividade produtiva, identificados por observações no local e durante as simulações realizadas anteriormente.

Ilustração 22 – Desmoronamento dos restos de referências na Colagem 11

Entre esses materiais constavam paletes pertencentes à secção de Amostras e os restos de *top layer* que se avultavam na linha de colagem 11, visível na Ilustração 22. Após dialogo com o responsável da secção de Amostras foi possível libertar o espaço onde se encontravam as paletes. Os restos de *top layer* foram deslocados para o armazém de AF1 e serão abordados, numa análise posterior, nos fluxos de materiais.

Existiu ainda um esforço no sentido de remover as paletes com produto que se encontram a estabilizar na linha de produção, porém, a inexistência de um armazém para colocar este material impossibilitou uma intervenção a este nível.

Organizar

Neste ponto foram definidos os locais para cada material, acompanhando a solução aprovada, que pode ser observada na Ilustração 23.

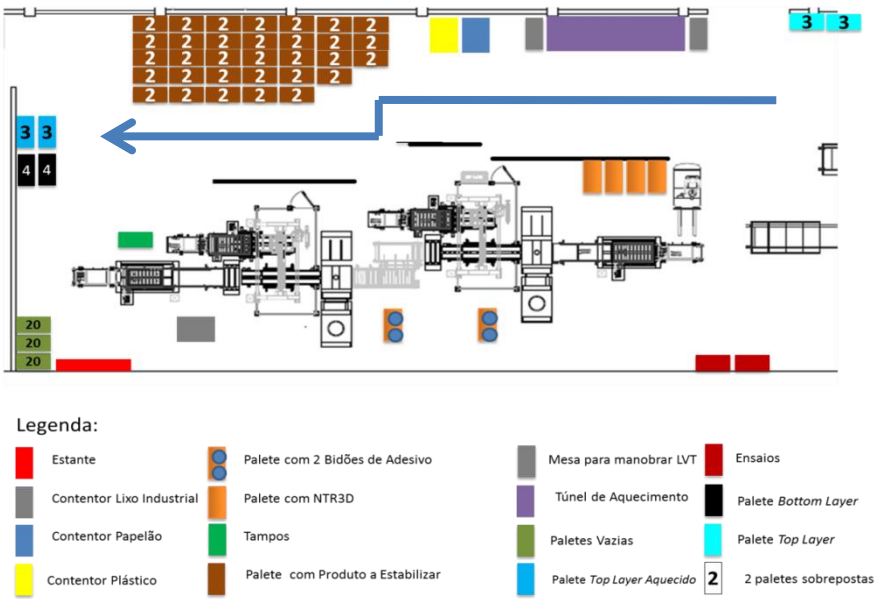


Ilustração 23 – *Layout* Final da Colagem11

Esta focou-se na diminuição do número de manobras do empilhador, através de um melhor posicionamento dos materiais que necessitam de ser transportados, e ainda, pelo aumento da largura disponível no corredor principal.

Tendo em consideração a introdução do túnel de aquecimento no processo produtivo, que se encontrava anteriormente circundado pelos restos de top layer, este foi deslocado para um local que facilitou o acesso por parte do empilhador e dada a necessidade de desembalar as paletes de top layer antes de serem aquecidas, o contentor de papelão foi reposicionado e introduzido um contentor para o filme das paletes, junto à zona do túnel, visando diminuir as deslocações dos operadores.

Ainda no âmbito da organização do espaço envolvente nesta linha de colagem foram desencadeadas ações para melhorar o fluxo dos consumíveis necessários à produção.

- Aglomerado

No início deste projeto, este consumível era reposto mais do que o necessário, não respeitando as necessidades da linha e de um sistema *pull*. Sendo disposto sem limite de altura, como é visível na Ilustração 24. Além das questões de segurança evidentes, a reposição contínua do aglomerado, não permitia o consumo total desta matéria prima, originando uma última coluna de paletes com material bastante antigo.

Ilustração 24 – Situação Inicial aglomerado

De modo a garantir que as paletes mais antigas eram consumidas primeiro que as mais recentes (FIFO), foi calculado o consumo por hora desta matéria prima, pressupondo que a linha operava na sua cadência máxima.

Visto que, nestas condições, seriam consumidas 2,16 paletes/hora, ficou estabelecida uma capacidade máxima de 4 paletes para esta localização. Sempre que o local ficasse vazio, considerando o *buffer* existente no início da linha e a palete na mesa elevatória, o condutor do empilhador teria 2 horas para fazer a reposição.

Ilustração 25 - Local do aglomerado após FIFO

- *Bottom Layer* e *Top Layer*

Estas matérias primas encontram-se armazenadas em AF3 (Anexo C), dado o seu maior consumo nesta localização, pelo que, a abordagem a esta questão foi diferente da apresentada anteriormente. No caso do *bottom layer*, foi estabelecida uma localização com capacidade para 8 paletes, o suficiente para um turno completo, reposto em duas viagens, uma vez que, transporta 4 paletes de cada vez. Quando vazio, o turno que estiver a operar deve garantir a sua reposição.

Já o *top layer*, que varia conforme a encomenda do cliente, é gerido pelos chefes de turno de acordo com o planeamento semanal. Na situação inicial, todas as referências necessárias numa dada semana eram enviadas para o armazém de AF1, obstruindo, muitas das vezes, a descarga de outras matérias primas. Para contornar esta situação, foi programado apenas o envio das referências necessárias para a produção diária. Esta ação foi acompanhada diariamente, através de reuniões informais com os chefes de turno.

O número de placas utilizadas para completar uma ordem de produção, depende sempre das quantidades encomendas pelo cliente. Sendo o *top layer* fornecido em paletes com 320 placas, nem sempre estas são totalmente consumidas, gerando restos de lote. Inicialmente estes restos de LVT eram acumulados na linha de colagem 11, como já foi referido anteriormente, e não eram novamente utilizados, mesmo que a referência necessária para uma nova ordem de produção estivesse no local. Esta forma de proceder levava à acumulação de grandes quantidades de *stock* sem qualquer utilidade para a produção, como pode ser observado na Ilustração 26.

Ilustração 26 – *Stock* de restos de *top layer* na colagem 11

Para garantir o FIFO deste consumível foi predefinida uma localização no armazém de AF1 e contabilizadas as quantidades de todas as referências num ficheiro Excel. O chefe de turno antes de garantir o *top layer* diário na linha, deve certificar-se da quantidade que existe no armazém de AF1 e alertar o chefe de equipa para o seu consumo prioritário, bem como, basear a quantidade de paletes a enviar de AF3, contabilizando o *stock* de AF1. Após a produção de uma referência, o novo resto deve ser contabilizado na folha de Excel elaborada, antes de ser guardado no armazém de AF1.

- Bidões de HMPUR

No caso dos bidões de adesivo, foi reduzida a capacidade inicial de armazenamento local de 8 bidões para a quantidade necessária num dia de produção, 4 bidões. Quando vazia a localização, o turno que estiver a operar deve garantir a sua reposição.

Limpar

Nesta etapa, efetuou-se uma limpeza a fundo nos equipamentos da linha e na sua área envolvente. No âmbito da Manutenção Autónoma, foi contemplada a continuidade deste procedimento, com tarefas de limpeza semanais. O resultado de uma intervenção a este nível, pode ser observado na Ilustração 27.

Ilustração 27 – Linha Colagem após Limpeza

Normalizar e Disciplinar

Nestas duas etapas pretendeu-se assegurar as melhorias alcançadas anteriormente. Com o recurso à gestão visual, foram delimitadas zonas para cada material, tanto no piso, como em altura, como é visível na Ilustração 28.

Ilustração 28 – Marcações de piso e altura para euro paletes

Aliando etiquetas a este recurso, foi possível garantir boas práticas de trabalho, onde qualquer pessoa externa ao local de trabalho saberia o sítio de cada coisa e a quantidade estabelecida.

Na última etapa, Disciplinar, foram utilizadas as etiquetas como pontos de verificação para guiar as auditorias 5S´s. No anexo E pode-se observar tanto o mapa de auditorias como os vários pontos de verificação.

Encontra-se também no anexo E, a *check list* utilizada durante as auditorias. As auditorias 5S´s são realizadas por uma equipa composta por elementos dos vários departamentos e têm como objetivo percorrer os pontos de verificação, avaliando o grau de organização e limpeza do espaço de trabalho. Conforme a classificação obtida, é atribuído um *smile* representativo do estado da linha, podendo ser observado na Ilustração 29.

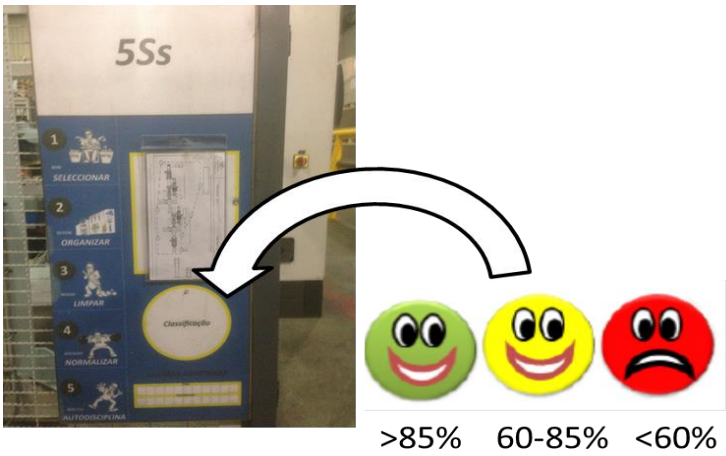


Ilustração 29- Painel dos 5S's na Colagem 11

4.1.2 Outras Intervenções

Ainda na prática dos 5S's, foram desenvolvidas outras ações com o intuito de organizar e facilitar o acesso às ferramentas de trabalho.

A gaveta que continha as ferramentas úteis em caso de avaria não era prática, dificultando a procura dos utensílios necessários para uma rápida intervenção. Esta foi dividida e etiquetada, de forma a que cada ferramenta tivesse um lugar definido, tendo em conta a frequência com que era utilizada, como se pode observar na Ilustração 30.

Ilustração 30 – Organização da Gaveta de Ferramentas

Quanto às ferramentas utilizadas no dia-a-dia, foram aproximadas dos locais onde são necessárias, como é visível na Ilustração 31.

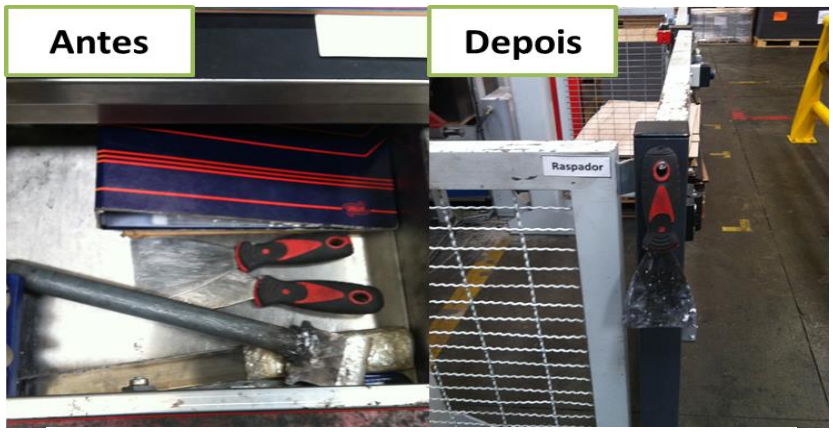


Ilustração 31 – Aproximação da ferramenta do local onde é necessária

A estante com reservas de consumíveis utilizados na colagem 11 foi devidamente organizada e etiquetada. Os rolos aplicadores que se encontravam na prateleira superior só podiam ser deslocados com o empilhador, que tinha dificuldade em aceder ao local onde se encontra a estante. Para eliminar este procedimento, as caixas que continham os rolos aplicadores foram alteradas de modo a poderem incorporar um sistema de patins que permitia não só colocar os rolos por baixo da estante como também deslocá-los sem recurso ao empilhador. Esta alteração pode ser observada na Ilustração 32.

Ilustração 32 – Organização da Estante

Foi também desenvolvido um sistema que permitia codificar todos o rolos da organização, no sentido de facilitar o intercambio dos mesmos entre as várias linhas de produção, se necessário. Na etiqueta presente na Ilustração 33, pode-se encontrar as características do rolo aplicador, tais como material, dimensões e dureza.

Ilustração 33 – Codificação de Rolos por etiquetas

4.1.3 Resultados Obtidos

Não foi realizado um estudo sobre o impacto dos 5S´s no indicador OEE. No entanto, no final desta implementação era possível observar melhorias na linha de produção. Com o corredor principal mais amplo, as manobras efetuadas pelo empilhador diminuíram drasticamente e já se notava tempos de espera por parte do operador do empilhador pela próxima tarefa. Os fluxos de material melhoraram, prevenindo-se a paragem da produção, por falta de matéria prima na linha.

Os operadores envolveram-se nesta atividade começando a desenvolver as suas próprias ações de melhoria e sugerindo outras que não estivessem ao seu alcance.

4.2 Manutenção Autónoma

A linha de colagem 11 iniciou atividades recentemente pelo que as paragens por avaria ainda não refletem uma proporção considerável, tendo 1,32% visível na Tabela 4, mas devem ser colmatadas antes que a degradação dos componentes seja um problema.

Nesse sentido surge o desenvolvimento de um plano de Manutenção Autónoma que visa dotar os operadores de um maior conhecimento sobre os equipamentos melhorando a cooperação com os técnicos da manutenção e libertando-os para outro tipo de intervenções.

A Manutenção Autónoma é um conceito já utilizado em outras linhas de produção da organização com bons resultados obtidos, criando a expectativa que a sua introdução na colagem 11 fosse igualmente bem sucedida. Nesta linha produtiva apenas estava prevista uma paragem semanal, durante um turno, para a limpeza da linha e de alguns equipamentos, que nem sempre se verificava.

Na implementação desta ferramenta o sistema existente foi reformulado, tendo como base um conjunto de etapas que serão enunciadas de seguida.

Levantamento dos Componentes de Cada Equipamento e Codificação

Nesta primeira etapa foram percorridos todos os equipamentos da linha de produção e registados quais os componentes suscetíveis de deterioração, bem como, as fontes de sujidade. Foi também atribuído um código numérico de localização a cada equipamento para facilitar registos de intervenção por parte dos técnicos da manutenção. Os códigos foram impressos sob a forma de etiquetas e colocados em cada equipamento como pode ser observado na Ilustração 34.

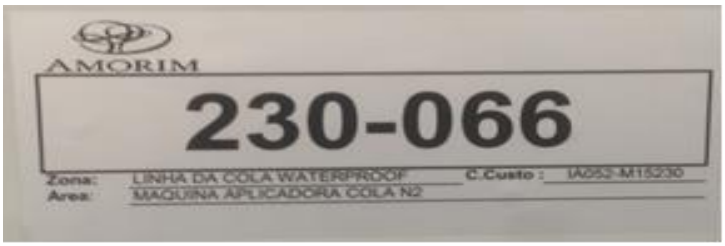


Ilustração 34 - Etiqueta da Máquina Aplicadora de Cola N2

Registo das Ações a Executar

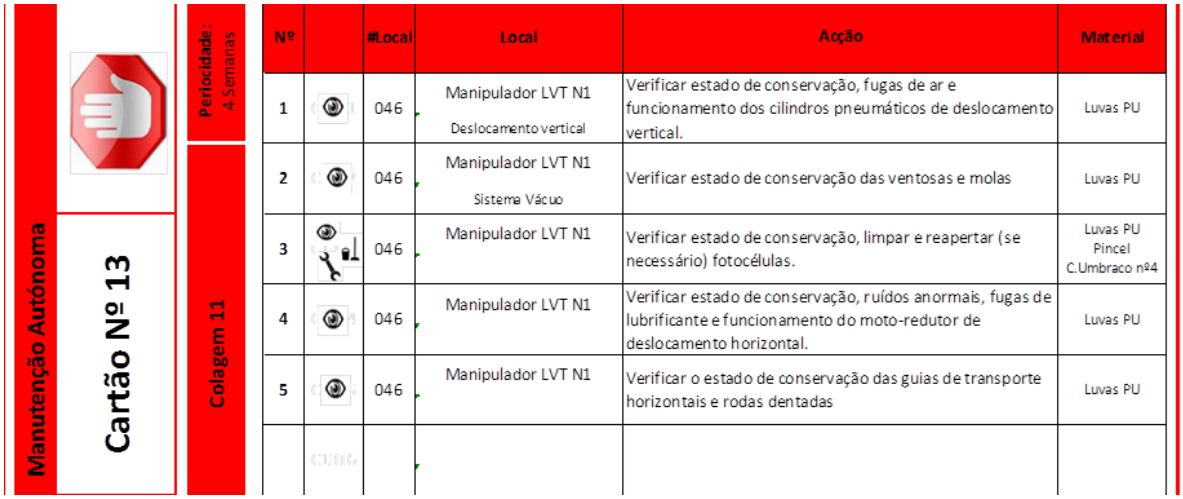
Consoante os componentes suscetíveis de degradação, foi efetuado para cada equipamento, um registo do conjunto de ações a executar, baseada na manutenção existente noutras linhas e nos manuais dos equipamentos (Anexo F). Para cada ação foi definida uma periocidade, estado da linha, se é realizada do lado direito ou esquerdo e ainda o material necessário para executar cada tarefa.

As periocidades variam entre 1, 4 e 8 semanas consoante o tipo de ação. Uma tarefa com periocidade de 1 semana, normalmente, encontra-se associada a ações de limpeza em fontes de muita sujidade. Ações de 4 semanas correspondem usualmente a ações de verificação da detioração dos componentes e ações de 8 semanas correspondem, na maioria dos casos, a intervenções de lubrificação.

O estado da linha indica se a tarefa pode ser realizada com a linha a produzir ou se é necessária a sua interrupção para executar a ação.

Agrupamento de Ações por Zona e Criação de Cartões Temporários

Nesta etapa foram delimitadas várias zonas ao longo da linha de produção. As tarefas pertencentes à mesma zona foram agrupadas em vários cartões de ação, como pode ser observado na Ilustração 35. Foi tido, o cuidado de não ultrapassar 5 tarefas por cartão, exceto quando necessário. A cada cartão foi atribuído um tempo previsto para a realização do conjunto de ações nele contidas.



Manutenção Autónoma

Cartão Nº 13

Periocidade: 4 Semanas

Colagem 11

Nº		#Local	Local	Acção	Material
1		046	Manipulador LVT N1 Deslocamento vertical	Verificar estado de conservação, fugas de ar e funcionamento dos cilindros pneumáticos de deslocamento vertical.	Luvas PU
2		046	Manipulador LVT N1 Sistema Vácuo	Verificar estado de conservação das ventosas e molas	Luvas PU
3		046	Manipulador LVT N1	Verificar estado de conservação, limpar e reapertar (se necessário) fotocélulas.	Luvas PU Pincel C.Umbraco nº4
4		046	Manipulador LVT N1	Verificar estado de conservação, ruídos anormais, fugas de lubrificante e funcionamento do moto-redutor de deslocamento horizontal.	Luvas PU
5		046	Manipulador LVT N1	Verificar o estado de conservação das guias de transporte horizontais e rodas dentadas	Luvas PU

Ilustração 35 – Exemplo de um cartão de ação temporário

Ainda nesta fase, foi atribuída a simbologia para cada cartão, dependendo da ação a desempenhar, que pode ser observada na Tabela 6. Em caso de não conformidade, devem ser alertados os técnicos da manutenção.

Tabela 6 – Simbologia utilizada nos cartões

Símbolo	Ação a Desempenhar
	Ação de Inspeção
	Ação de Limpeza
	Ação de Ajuste, Aperto ou Calibração
	Ação de Lubrificação

Balanceamento Semanal

Com o intuito de não existirem semanas com longos períodos para execução das ações e outras com períodos muito curtos, nesta etapa, foram alocados os cartões de ação a cada semana de forma a equilibrar o tempo despendido nestas ações ao longo das semanas. É de notar que durante esta fase pode existir um rearranjo das ações que constituem cada cartão e, por este motivo, o estatuto temporário referido anteriormente.

Criação e Balanceamento de Percursos

Uma desvantagem do sistema de Manutenção Autónoma já implementado noutras linhas da organização, consistia em não considerar o percurso efetuado pelos operadores na realização das ações em cada semana. Este problema refletia-se quando o operador, durante a execução das ações, tinha de se deslocar duas vezes ao mesmo equipamento quando poderia realizar as tarefas de uma forma sequencial.

O problema em questão foi ultrapassado com a introdução de percursos nos cartões de controlo cuja utilidade será apresentada na secção que se segue.

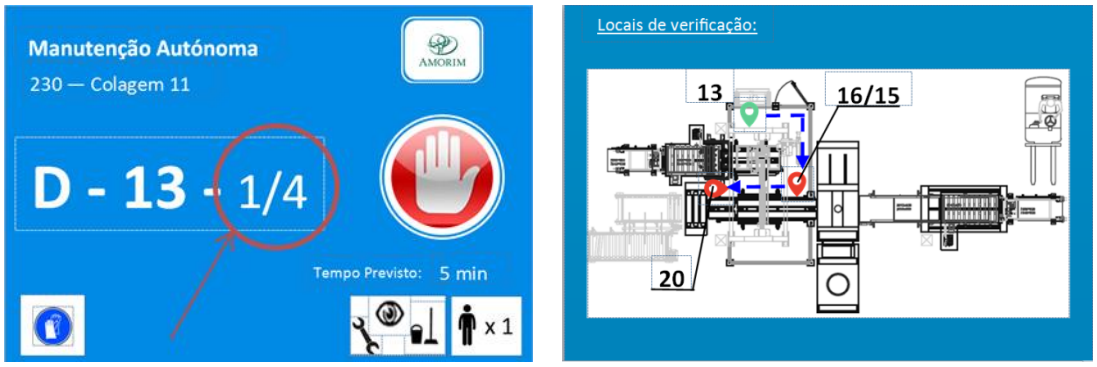


Ilustração 36 – Cartão de controlo D – 13, frente à esquerda e verso à direita

Na parte frontal do cartão de controlo, apresentado na Ilustração 36, foi assinalado que este cartão é o primeiro de uma sequência de 4 cartões e no verso, pode ser verificado o percurso a realizar, que no exemplo dado seria cartões de ação: 13 – 16 – 15 – 20. O marco a verde indica onde se realiza a ação do cartão em questão.

Nesta etapa também foi tido em consideração o equilíbrio dos tempos totais para cada percurso sem descuido do balanceamento semanal realizado anteriormente.

Desenvolvimento do Quadro para Gestão Semanal dos Cartões de Controlo

Findado o balanceamento de percursos e obtendo o balanceamento final por semana, apresentado no Anexo G, foi necessário desenvolver um quadro para gerir os cartões de controlo, visível na Ilustração 37.

Plano de Manutenção Autónoma Semanal—Colagem 11

Semana		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
		17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32
Nº cartão		36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51
7	A	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
9; 29; 30	B	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
17;11;12 24;35;37;32	C	x				x				x				x			
13;16;15;20 33;40;34	D		x				x				x				x		
4; 3; 5 43;44;47	E			x				x				x				x	
14;22;19;38;48 21;25;10;26	G				x				x				x				x
18;11;12 35,37;41;32 36;42	H	x		x		x		x		x		x		x		x	
13;15;20;45 33;34;39 1;28;50	K		x		x		x		x		x		x		x		x
4; 6; 3 43;44;46 2; 27; 49	L	x		x		x		x		x		x		x		x	
14;23;19;38 21;10,26 8;31;51	M		x		x		x		x		x		x		x		x

Ilustração 37 – Quadro para a Gestão dos Cartões de Controlo Semanal

Para compreender o funcionamento do quadro é necessário, antes demais, conhecer a utilidade dos cartões de controlo. Estes cartões assentam num código de cores, emparelhadas duas a duas, como pode ser observado na Tabela 7. Existe ainda uma correspondência à linha do quadro onde se encontra o cartão de controlo e uma correspondência ao cartão de ação a executar, como é visível na Ilustração 38.

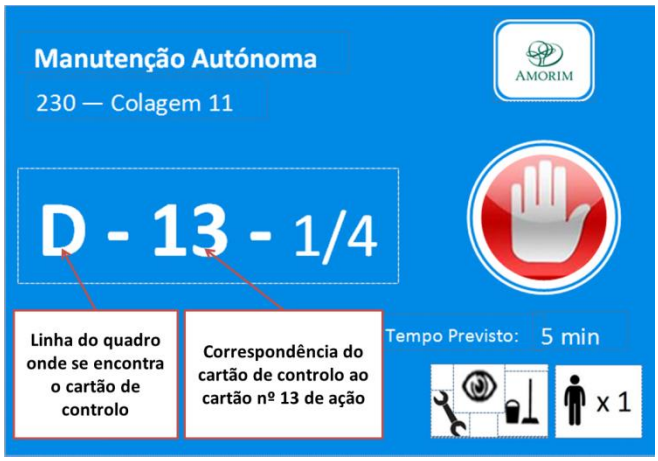


Ilustração 38 – Detalhe do cartão de controlo

Tabela 7 - Código de cores dos cartões de controlo

Cor 1		Cor 2
	=	
	=	
	=	

Tendo como exemplo a Semana 2, linha D do quadro, é expectável encontrar o cartão de controlo, demonstrado anteriormente na Ilustração 38, assim como o resto da sua sequência. A cada cartão azul presente no quadro corresponde um cartão amarelo, com a mesma informação, situado no local onde deve ser realizado o conjunto de tarefas do cartão de ação nº 13. O cartão de controlo azul deve ser trocado pelo operador após a realização das tarefas, ficando o cartão de controlo azul na máquina e o cartão amarelo será colocado no quadro na Semana 10, linha D. Este procedimento permite garantir que o operador se desloca ao local onde se devem realizar as tarefas e aplica-se a todos os cartões de controlo presentes nas várias linhas do quadro, de acordo com a respetiva semana.

Como informação adicional, nos cartões de controlo, existe também uma referência ao estado da linha produtiva, descrevendo se as ações devem ser realizadas com a linha em funcionamento ou parada, número mínimo de pessoas para executar a ação e o tempo previsto para a sua execução, e ainda, através da simbologia, saber o tipo de ações a ser realizadas e material de protecção obrigatório (Ilustração 36).

Introduzir Ilustrações no Verso dos Cartões de Ação

Por fim, no verso dos cartões de ação foram acrescentadas fotografias alusivas a cada ação a desempenhar e sua simbologia, visível na Ilustração 39. Este mecanismo permitirá que o operador contextualize todas as ações a executar de uma forma muito mais eficiente.

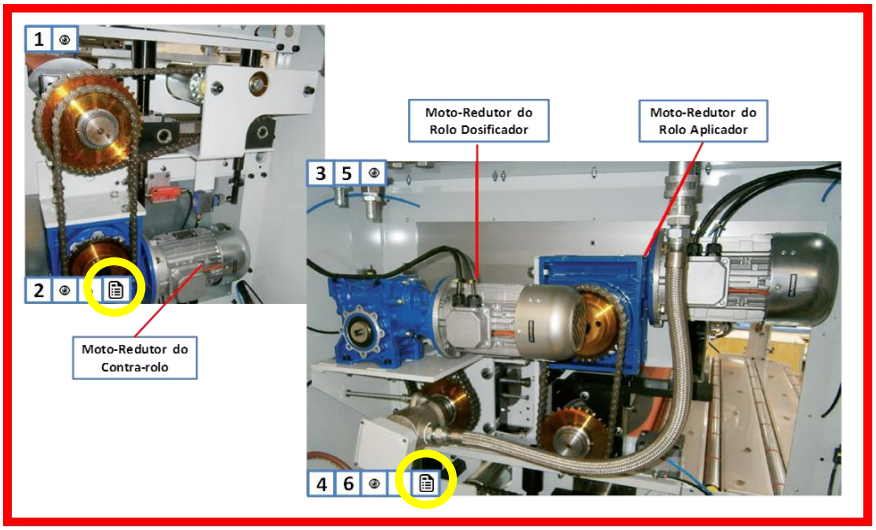


Ilustração 39 – Verso do Cartão de Ação nº 18

O símbolo, destacado a amarelo na Ilustração 39, representa a presença de uma instrução de trabalho. Este mecanismo foi criado para dar apoio na execução de tarefas que a sua complexidade exija, podendo ser introduzido na manutenção autónoma já existente na organização. As instruções de trabalho desenvolvidas, visíveis no Anexo H, foram anexadas no arquivo de procedimentos da linha de colagem e devem ser consultadas caso surja alguma dúvida durante a ação a realizar.

Na prática

A manutenção autónoma é realizada todas as segundas feiras, durante o turno da manhã, e o tempo total para realizar as tarefas será estabelecido após definir os tempos previstos para a limpeza do piso e equipamentos, que não foram contemplados. Na semana em questão, os cartões de todas as linhas devem ser retirados do quadro e repartidos pelo número de operadores existentes sem prejudicar a integridade dos percursos, isto é, o operador que tiver o cartão D – 13 – ¼ deve também possuir os restantes 3 cartões de controlo. Distribuídos os cartões de controlo, cada operador é responsável por angariar os cartões de ação correspondentes e ferramentas necessárias para realizar as ações ao longo dos percursos indicados. Após realizar uma ação, deve trocar o cartão de controlo, que se encontrava no quadro, pelo cartão com a cor correspondente existente na máquina. Por fim, deve dirigir-se ao quadro, colocar os cartões na respetiva semana e iniciar o cartão de ação nº 29 (limpeza da linha e equipamentos).

Resultados Obtidos

O sistema final é constituído por 52 cartões de ação e 142 cartões de controlo, onde um percurso completo pode ser visualizado no Anexo I.

Apesar da conceção do sistema ser complexa, na prática torna-se bastante simples a sua utilização. Elimina a necessidade de ter em mente a periocidade das tarefas a realizar e permite que vários operadores realizarem tarefas em simultâneo com tempos equilibrados. Os percursos efetuados são otimizados de modo a que o operador, uma vez num dado equipamento, efetue todas as ações planeadas para aquela semana, evitando a sua deslocação múltiplas vezes ao local.

O sistema garante ainda que o operador se desloque ao local onde devem ser realizadas as tarefas, pela troca entre os cartões de controlo do quadro com os presentes na máquina. Acresce ainda facilidade em termos de controlo, visto que, em uma rápida análise ao quadro e auditoria a alguns percursos, permite verificar se as tarefas foram realizadas.

Dado que esta ferramenta apenas apresenta resultados a longo prazo, e que o período da sua implementação estendeu-se até ao final do projeto, não foram analisados resultados. No entanto, é expectável uma desaceleração da degradação dos componentes de cada equipamento que constituem a linha de produção. Os bons níveis de disponibilidade devem, na pior das hipóteses, manter-se com este mecanismo de prevenção de avarias.

4.3 Perda de Rendimento

A análise efetuada no início do projeto ao OEE destaca a prioridade de uma intervenção ao nível do rendimento. Posto isto, foram investigadas as causas da perda de rendimento, cujas principais conclusões se encontram resumidas no diagrama de *Ishikawa* presente na Ilustração 40.

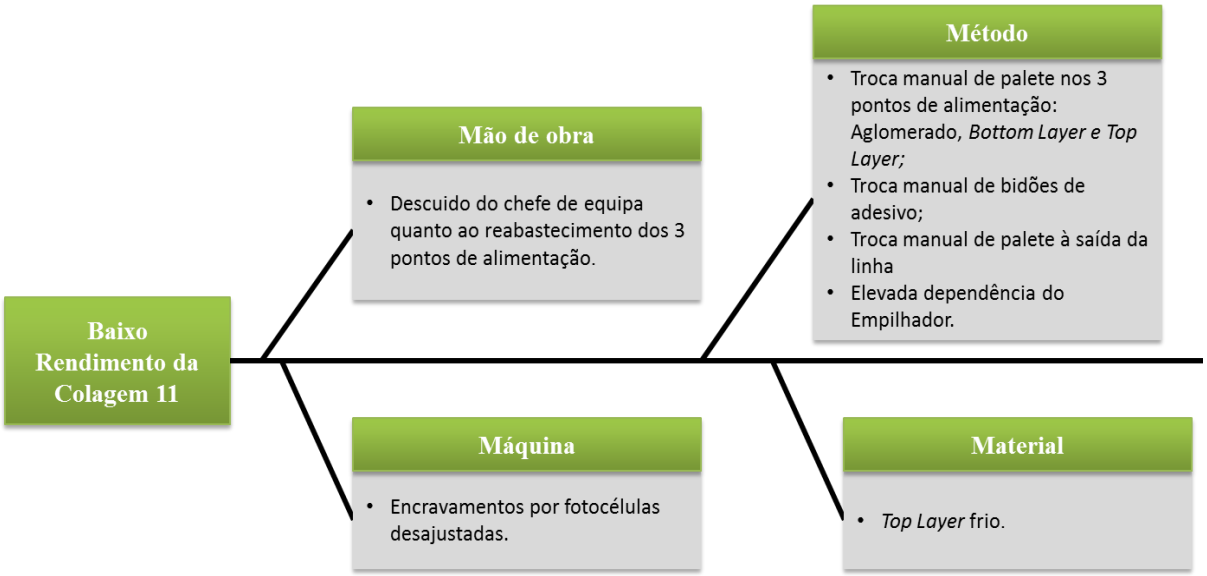


Ilustração 40 – Análise das causas do baixo rendimento da Colagem 11

Esta linha, apesar de automatizada, necessita de ser abastecida manualmente. Os pontos de abastecimento de aglomerado, *bottom layer* e *top layer*, encontravam-se na sua máxima capacidade, pelo que, não foram identificadas oportunidades de melhoria sem recurso a investimento tecnológico, não se enquadrando no âmbito deste projeto. O chefe de equipa, sendo o responsável pelo abastecimento manual destes pontos, deve-se organizar de forma a que a linha não pare, além do tempo necessário para introduzir a matéria prima.

Já a troca de bidões de adesivo, dadas as grandes diferenças de método entre os dois turnos, revelou uma oportunidade, não só de aumentar o rendimento, como de normalizar a tarefa.

Na remoção das paletes completas à saída da linha foi detetado um subaproveitamento da capacidade da mesa elevatória nº 4. O potencial de uma melhoria desta natureza levou a um estudo mais aprofundado sobre a questão.

Tanto o abastecimento da linha de produção, como do túnel de aquecimento, dependem da disponibilidade do empilhador. No sentido de diminuir as paragens por falta de matéria prima, dada a sobrecarga do condutor do empilhador, interveio-se com a utilização da ferramenta 5S's.

Outra causa identificada para o baixo rendimento, foi o encravamento. Devido às vibrações provocas pelo funcionamento da linha de produção, as fotocélulas vão-se desajustando ao longo do tempo, provocando pequenas paragens. Este problema foi contemplado na Manutenção Autónoma, através de inspeções periódicas e ajuste do nível das fotocélulas.

4.3.1 SMED Aplicado à Troca Manual de Bidões

A troca manual de bidões consiste em remover o bidão de adesivo das estações de alimentação às máquinas aplicadoras quando este termina e substituir por um novo. Observações na linha de produção demonstraram que esta troca ocorre 4 vezes por dia e dado que os tempos de paragem não são registados é considerada uma micro paragem que afeta diretamente o rendimento da linha produtiva. Diálogo com os chefes de equipa permitiu constatar divergências entre os procedimentos dos dois turnos. Nesse sentido, apesar de não constituir uma troca de ferramenta, verificou-se uma oportunidade de melhoria pela aplicação da ferramenta SMED, para otimizar o tempo necessário numa troca de bidão e normalizar os procedimentos entre os dois turnos.

Apenas o contexto da ferramenta foi alterado pelo que todas as etapas originalmente definidas por Shingo foram implementadas. Antes de iniciar a implementação foram reunidos os dois turnos para apresentar a ferramenta SMED e os benefícios da sua aplicação.

Etapa 1 e 2

Numa fase preliminar, Etapa 1, foi explorada a situação inicial através de uma filmagem à troca de bidão executada pelo turno A. De seguida, reunindo em sala os dois turnos, foram discutidos os diferentes procedimentos. O método de filmagem revelou um elevado potencial por permitir detalhar as tarefas realizadas e tempos da sua execução. Uma vez reunidos e apelando aos conhecimentos adquiridos na formação sobre a ferramenta SMED, foi questionado aos operadores que tarefas eram classificadas como externas e quais seriam internas, o que não só permitiu segmentar o tipo de tarefa, inerente à Etapa 2, como também registar várias oportunidades de melhoria envolvendo os dois turnos.

Tabela 8a – Documento realizado durante a reunião com os dois turnos baseado na filmagem ao Turno A

Máquina: Colagem 11	Análise de mudança de série				
Operador: André		Observou:Tiago Ramos			Data: 26 / 11 / 2015
Nº	Descrição da Tarefa	Tempo Acumulado Tempo Unitário	Análise		Oportunidade de Melhoria
			Interno	Externo	Acção
1	Parar máquina	00:00:00 **00:00**		x	
2	Pegar em x-acto, fita-cola e vaselina	00:00:22 **00:22**		x	Pode ser reduzido com kit de mudança rápida
3	Deslocar até ao local	00:00:57 **00:35**		x	Pode ser efetuado antes de parar a máquina se deslocar primeiro ao local com os utensilios necessários e um segundo operador interromper a linha
4	Deslocar o bidão da palete para junto da máquina	00:01:41 **00:44**		x	Preparação do Bidão pode ser efetuada antes de parar a máquina!
5	Retirar aro que fixa a tampa do bidão e encostar à parede	00:01:46 **00:05**		x	
6	Retirar tampa do bidão e encostar à parede	00:01:49 **00:03**		x	
7	Extender o saco da cola que se encontra no interior do bidão	00:01:54 **00:05**		x	
8	Pegar no x-acto e abrir o saco da cola	00:02:08 **00:14**		x	
9	Cortar ambas as lateráis do saco da cola e pousar x-acto em cima da máquina Valco Melton	00:02:20 **00:12**		x	
10	Dobrar a bainha do saco sobre o bidão	00:02:37 **00:17**		x	
11	Colocar fita cola em volta (3 voltas)	00:02:51 **00:14**		x	

Tabela 8b – Continuação da Tabela 8

Máquina: Colagem 11	Análise de mudança de série				
Operador: André		Observou:Tiago Ramos			Data: 26 / 11 / 2015
Nº	Descrição da Tarefa	Tempo Acumulado Tempo Unitário	Análise		Oportunidade de Melhoria
			Interno	Externo	Acção
11	Colocar fita cola em volta (3 voltas)	00:02:51 **00:14**		x	Preparação do Bidão pode ser efetuada antes de parar a máquina!
12	Reduzir ar comprimido para 3 bar (tirar pressão ao prato)	00:02:59 **00:08**	x		
13	Rodar manipulo para a posição de subida da máquina e acionar as duas botoneiras em simultâneo para ascender prato	00:03:05 **00:06**	x		
14	Incio de espera para o prato subir / Limpeza do tabuleiro	00:03:48 **00:43**	x		
15	Espera / Deitar resíduo do tabuleiro em local adequado	00:03:54 **00:06**	x		
16	Fim de espera para o prato subir	00:04:02 **00:14**	x		
17	Abrir porta de segurança da máquina	00:04:04 **00:02**	x		
18	Pegar tabuleiro e colocar na máquina	00:04:09 **00:05**	x		
19	Desapertar fixadores do bidão	00:04:11 **00:02**	x		
20	Retirar bidão vazio	00:04:16 **00:05**	x		
21	Vedar saco e afastar o bidão	00:04:23 **00:07**	x		
22	Movimentar bidão novo até à entrada da máquina	00:04:30 **00:07**	x		
23	Pegar em vaselina e colocar em volta do interior do bidão	00:04:50 **00:20**	x		Como o bidão é movimentado manualmente esta tarefa tem de ser classificada com interna por motivos de segurança
24	Colocar bidão na máquina	00:05:04 **00:14**	x		
25	Apertar fixadores do bidão	00:05:09 **00:05**	x		
26	Abrir respiro do prato	00:05:18 **00:09**	x		A soma destes 3 tempos pode ser reduzida se for utilizado o sistema AutoClean da Valco Melton
27	Limpeza do respiro com x-acto	00:05:34 **00:16**	x		
28	Continuar a abrir respiro	00:05:39 **00:05**	x		
29	Remover cola do copo	00:05:43 **00:04**	x		
30	Colocar copo	00:05:45 **00:02**	x		
31	Retirar e pousar tabuleiro	00:05:50 **00:05**	x		
32	Fechar portas de segurança	00:05:53 **00:03**	x		
33	Rodar manipulo para a posição de descida da máquina e acionar as duas botoneiras em simultâneo para descer prato	00:05:56 **00:03**	x		
34	Abrir pressão ao máximo (para descer o prato)	00:06:06 **00:10**	x		
35	Retirar o copo para limpar	00:06:23 **00:17**	x		
36	Colocar novamente o copo na máquina	00:06:26 **00:03**	x		
37	Esperar	00:07:20 **00:54**	x		
38	Fechar o respiro	00:07:30 **00:10**	x		Após esta atividade a máquina pode ser ligada
39	Remover o copo	00:07:33 **00:03**		x	
40	Remover saco de cola para local adequado	00:07:45 **00:12**		x	
41	Fechar bidão	00:08:01 **00:16**		x	
42	Deslocar à consola	00:08:31 **00:30**		x	
43	Ligar as máquinas	00:08:42 **00:11**		x	12 botões -> após 2 minutos os manipuladores de LVT desligam

Na reunião elaborou-se um documento, presente na Tabela 8a e, que engloba a Etapa 1, pelo detalhe das tarefas e tempos para a sua execução, assim como a Etapa 2, pela classificação das tarefas como externas e internas. Foi feita ainda, uma exploração das restantes etapas pelas sugestões de melhoria fornecidas pelos colaboradores dos dois turnos. O tempo utilizado como referência para obtenção de melhorias é de 8 minutos e 42 segundos, que foi o tempo registado pela filmagem da troca do turno A.

Todas as tarefas antes deste estudo eram efetuadas pelos dois turnos durante o tempo de paragem da máquina. Na ótica do turno B, a principal justificação para os melhores tempos alcançados advinha da utilização de dois colaboradores para efetuar as tarefas além da preparação do bidão efetuada durante o período de espera, para o prato ascender. No turno A apenas o chefe de equipa realizava a troca, onde o bidão era preparado antes de colocar o prato a ascender.

Etapa 3

Nesta etapa pretendeu-se converter tarefas internas em tarefas externas. Das melhorias sugeridas pelos operadores, nas etapas anteriores, verificou-se que a preparação dos bidões poderia ser efetuada antes da paragem da linha produtiva. A esta intervenção acresce a paragem da linha, apenas quando o chefe de equipa já estiver junto da estação de alimentação, por um segundo operador. Este mesmo operador será também responsável por reiniciar a produção assim que o chefe de equipa feche o respiro que pode ser observada na Ilustração 41.

Ilustração 41 – Chefe de equipa a fechar o respiro

Etapa 4 e 5

Na Etapa 4 foi identificada uma oportunidade de melhoria para reduzir o tempo despendido a limpar o respiro utilizando o sistema integrado de limpeza da estação de alimentação, o *AutoCleaner*. Através deste sistema seria possível manter as válvulas desobstruídas simplificando a abertura do respiro. A utilização do sistema de limpeza não foi aprovada, por não apresentar ganhos significativos. No entanto a utilização de dois operadores para a movimentação do bidão para o interior da estação de alimentação permitiu reduzir o tempo de excussão desta tarefa e aumentar a segurança dos operadores.

Ilustração 42 – *Kit* para a troca de bidão

Por fim, na Etapa 5, foi eliminado o tempo de preparação das ferramentas necessárias para a troca de bidão pela criação de *kits* em ambas as estações de alimentação que contém: um rolo de fita-cola, um x-ato e uma embalagem de vaselina, visível na Ilustração 42. Foi também estudada uma solução (Ilustração 43) visando reduzir, em simultâneo, tempos externos e internos através da melhoria das movimentações dos bidões. A solução existente não permitia retirar o bidão da palete e coloca-lo no interior da estação de alimentação e por esse motivo os operadores moviam-no manualmente. O equipamento proposto não foi adquirido no decorrer deste projeto, no entanto, perante o acréscimo em ergonomia e segurança dos operadores, a empresa comprometeu-se em agilizar a aquisição deste equipamento.

Ilustração 43 – Equipamento proposto para a movimentação de bidões

Os ganhos obtidos com as melhorias efetuadas foram consolidados numa instrução de trabalho presente no Anexo J. Este documento visa colmatar as diferenças entre os procedimentos dos dois turnos, apresentando uma nova sequência de tarefas e os respetivos tempos previstos para a sua execução. O SMED, aplicado à mudança de bidão permitiu reduzir o tempo de paragem de 8,42 minutos para 4,52 minutos, um ganho potencial de 3,50 minutos por cada troca realizada.

4.3.2 Troca Manual de Palete à Saída da Linha Produtiva

Com cada conjunto de 80 placas produzidas, a produção é interrompida sendo necessário inserir manualmente uma nova palete na mesa elevatória nº 4. Pelo registo das cronometrações efetuadas foi possível estimar que esta tarefa é executada num tempo médio de 38 segundos. Sabendo que o rendimento inicial indica que são produzidas 5,32 placas por minuto, o que se reflete em 64 trocas de palete por dia, o tempo total despendido diariamente nesta tarefa é aproximadamente 40 min.

Durante o levantamento dos vários constituintes presentes nos equipamentos, tendo em vista a elaboração do plano de Manutenção Autónoma, foi levantada uma questão referente à capacidade da mesa elevatória. Nos pontos de alimentação, a quantidade de folhas presentes por palete está limitada à altura entre a mesa e o alimentador, porém, à saída da linha não existia qualquer tipo de limitações. Questionados os operários acerca do motivo pela qual eram produzidas apenas 80 placas por palete, a resposta sugeria sempre acomodação aos métodos utilizados desde o início de funções da linha produtiva.

Posto isto, foi realizado um *brainstorming*, cujos resultados podem ser observados na Ilustração 44, que visa prever possíveis consequências de uma alteração da quantidade de placas por palete.

Ilustração 44 – *Brainstorming* para identificar problemas de uma possível alteração da quantidade de placas por palete

A alteração foi testada com duas paletes constituídas por 100 placas e não se verificaram problemas, seja à saída da palete da linha de colagem, durante o período de estabilização ou até na operação de corte a jusante da colagem 11. Posteriormente foi realizada uma reunião com o responsável pela fábrica Acabamentos Finais 1 e com o planeador da colagem 11 para verificar alguma limitação ao nível do planeamento e apresentar os benefícios desta melhoria.

Após aprovação, a melhoria de rendimento foi implementada na semana seguinte, sem que tenha sido registada qualquer ocorrência de problemas.

4.3.3 Resultados Obtidos

Dado que são efetuadas 4 mudanças de bidão por dia, a aplicação da ferramenta SMED, proporcionou um ganho diário de 15,20 minutos. Este ganho, operando à máxima cadência da máquina, representa mais 137 placas por dia, o que se reflete num aumento de 1,60% do rendimento.

Com o aumento de 80 para 100 placas por palete, reduz-se 13 trocas de palete diariamente, isto é, um ganho de 8,14 minutos. Operando à cadência máxima, seriam produzidas mais 73,26 placas por dia. Este ganho, no total de paletes que poderiam ser produzidas num dia, representa um aumento de 0,85% do rendimento. Acresce ainda a redução em 20% do número de movimentações do empilhador, da quantidade de folhas de identificação a utilizar, do espaço necessário para o material estabilizar e ainda, melhora o rendimento da linha de corte a jusante do processo produtivo.

Em termos globais, estas duas ações resultam num aumento de 2,45% do rendimento diário.

5 Conclusões e perspetivas de trabalho futuro

O projeto desenvolvido na Linha de Colagem nº 11 da Amorim Revestimentos mostrou a eficácia do pensamento *Lean* quando aplicado numa indústria de revestimentos em cortiça.

A implementação da prática dos 5S's no espaço envolvente da linha de colagem contribuiu significativamente para um ambiente mais organizado, limpo e motivador. Os fluxos de materiais melhoraram, pelo que foi possível garantir o FIFO nos consumíveis da linha. No entanto, o transporte de matérias primas até à linha de colagem deveria ser alvo de um estudo mais aprofundado, com recurso a outras ferramentas, que permitissem simplificar o processo de transporte.

A implementação do plano de Manutenção Autónoma foi bem sucedida e espera-se que contribua para dotar os operadores de um maior conhecimento sobre os equipamentos e melhorar a cooperação com os técnicos da manutenção.

Os resultados obtidos nestas duas ferramentas devem ser assegurados e continuamente melhorados. A linha de colagem 11 poderá então, no futuro, caminhar para a implementação dos restantes pilares do MPT.

No que diz respeito à ferramenta SMED, deve ser acompanhada a sequência de tarefas desenvolvida até que alcançado o procedimento definido.

O envolvimento dos operadores nas ações desenvolvidas no seu local de trabalho é a melhor forma de combater a resistência à mudança por se sentirem parte da solução.

No futuro, espera-se que os resultados alcançados neste projeto não sejam um limite e que a busca pela melhoria seja contínua. A um outro nível, deseja-se que o projeto desenvolvido na Linha de Colagem nº11 sirva de base para projetos de melhoria em outras linhas de colagem por *hot melt*.

Referências

Costa, A., Zeilmann, R. e Schio, S. 2004. "Análise de Tempos de preparação em máquinas CNC". *O Mundo da Usinagem* no. 4.

Gotoh, F. e Tajiri, M. 1999. *Autonomous Maintenance in Seven Steps: Implementing TPM on the Shop Floor*. Taylor & Francis.

Grupo Amorim. 2014. "Relatório e Contas", último acesso: 10 de Novembro 2015, http://www.amorim.com/xms/files/Investidores/5_Relatorio_e_Contas/REL_CON_2014_web.pdf

Liker, Jeffrey. 2003. *The Toyota Way: 14 Management Principles from the World's Greatest Manufacturer*. McGraw-Hill Education.

Japan Institute Of Plant Management. 1997. *Autonomous Maintenance for Operators*. Taylor & Francis.

Moreira, António e Gil Pais. 2011. "Single Minute Exchange of Die: A Case Study Implementation". *Journal of technology management & innovation* no. 6:129-146. http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-27242011000100011&nrm=iso.

Nakajima, Seiichi. 1988. *Introduction to TPM: Total Productive Maintenance*. Productivity Press.

Ohno, Taiichi. 1988. *Toyota Production System: Beyond Large-Scale Production*. Taylor & Francis.

Osada, Takashi. 1991. *The 5S's: five keys to a total quality environment*. Asian Productivity Organization.

Revista Invest 2015, "Amorim lança pavimento inovador em cortiça", último acesso: Dezembro, 2015, http://www.revistainvest.pt/pt/Amorim-lanca-pavimento-inovador-em-cortica/A958.

Shingo, Shigeo. 1985. *A Revolution in Manufacturing: The SMED System*. Taylor & Francis.

Shneberger, Gerald. 1983. *Adhesives in Manufacturing*. Taylor & Francis.

TKH. 2015. Hotmelt Adhesives.

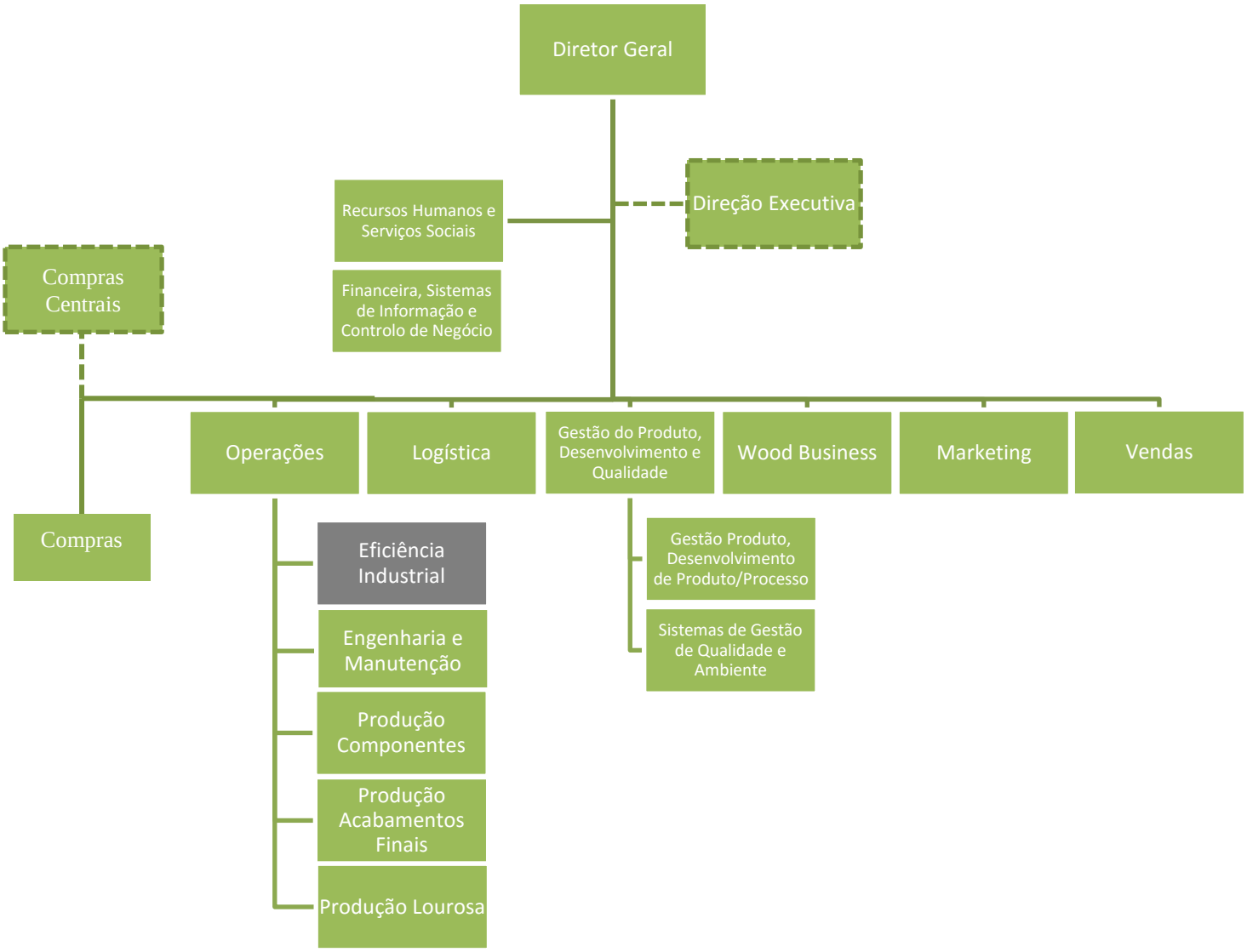
Waites, Paul. 1997. "Moisture-curing reactive polyurethane hot-melt adhesives". *Pigment & resin technology* no. 26 (5):300-303.

Weigel, Annalisa L. 2000. "A Book Review: Lean Thinking by Womack and Jones".

Womack, James , Daniel, Jones , Roos, Daniel e Massachusetts Institute of Technology. 1990. *Machine that Changed the World*. Scribner.

Womack, James e Daniel, Jones. 1996. *Lean thinking: banish waste and create wealth in your corporation*. Simon & Schuster.

ANEXO A:Estrutura Organizativa da Amorim Revestimentos, SA



ANEXO B:*Corktech* e Gama de Produtos Wicanders

"Com o *Corktech*, passa a ser possível enaltecer a diferenciação dos revestimentos Wicanders, proporcionada pela integração da cortiça, que reúnem um conjunto de atributos ímpares e se apresentam no mercado como uma proposta única de venda." (Wicanders, 2014)

Wicanders, a marca *premium* da Amorim Revestimentos, diferencia-se no mercado dos revestimentos pela incorporação de um material cujas características a ciência não consegue superar – a cortiça.

Proveniente da casca do sobreiro, a cortiça é retirada manualmente sem causar qualquer tipo de dano à árvore. Renova-se a cada nove anos, sendo uma solução plausível numa sociedade com preocupações crescentes em matéria ambiental.

O *Corktech* potência as qualidades genuínas da cortiça, que a tornam o material ideal para pavimentos e *dekwall*. Cada célula funciona como um isolante térmico em miniatura, oferecendo isolamento acústico e propriedades amortecedoras acima da média. Alguns testes realizados destacam as seguintes propriedades:

- Silenciosa: Testes efectuados revelam que a incorporação de cortiça num pavimento reduz o som do caminhar de uma pessoa até 53% quando comparado com um laminado tradicional.
- Termicamente eficiente: Comparada com três materiais comuns na indústria dos revestimentos, a cortiça destaca-se pela eficiência com que retém a energia.
- Resistente ao impacto: A elasticidade e compressibilidade da cortiça concedem um poder de absorção do choque acima da média.
- Ergonómica: Caminhar em pavimentos demasiado duros gera reacções que fazem vibrar os músculos e tendões. Com o tempo podem originar dores nos pés, pernas e costas. Pavimentos demasiado suaves causam fadiga e dificultam o andar. Um piso em cortiça situa-se, em termos ergonómicos, entre os pavimentos demasiado suaves e os duros.

A gama Wicanders é constituída por 5 famílias de produtos:

- Corkcomfort: Pavimento flutuante com decorativo em cortiça.
- Artcomfort: Pavimento flutuante com decorativo em cortiça com imagem óptica impressa.
- Woodcomfort: Pavimento flutuante ou colado com decorativo em madeira.
- Vinylcomfort: Pavimento flutuante com decorativo de vinil.
- Dekwall: Revestimento para parede com decorativo em cortiça natural.

Ilustração 45 - Símbolo Corktech
(Amorim Revestimentos, S.A.)

ANEXO C:Mapa da Amorim Revestimentos Oleiros

ANEXO D:Excerto Ciclo PDCA Utilizado

PLANO DE ACÇÃO DE MELHORIA

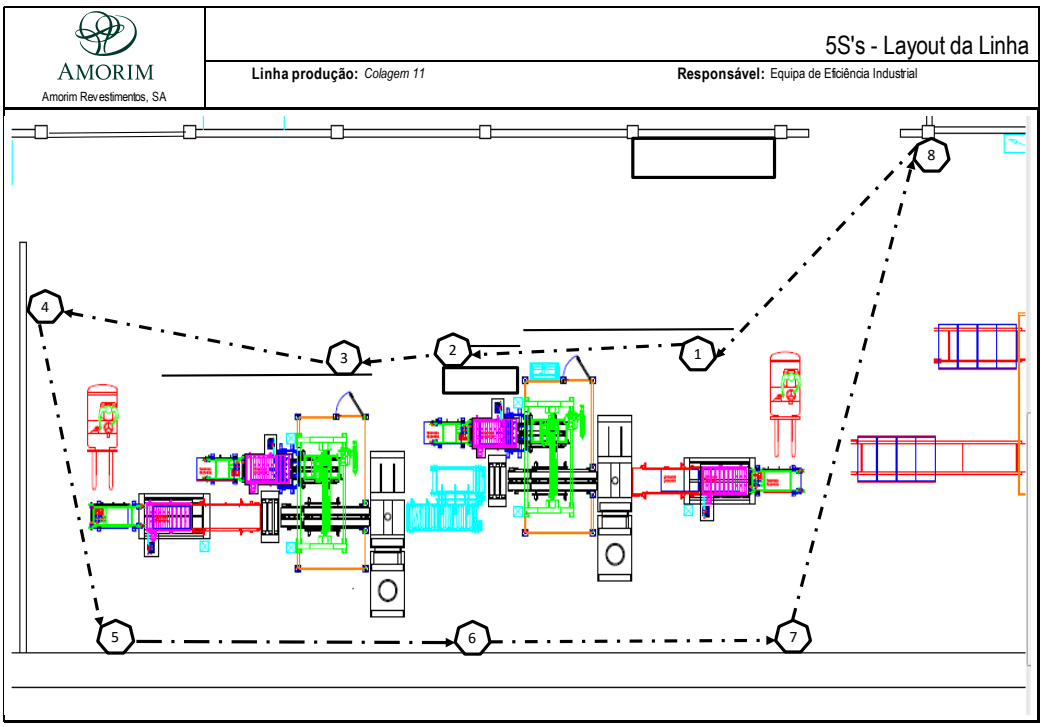
Máquina: Colagem 11
Sector: Acabamentos Finais 1

Folha: 1 de 1
28/10/2015

Nº	Problema	Acção	Responsável	Data prevista	Data realizaç.	Progresso P	Progresso D	Progresso C	Progresso A
	5S's								
1	Linha de produção desorganizada	1.1 Criar suporte para tampas de bidão	TR	04/dez/15	30/nov/15	x	x	x	x
		1.2 Mover cintas de aquecimento	TR	04/dez/15	30/nov/15	x	x	x	x
		1.3 Remover da zona de ensaios material sem utilidade	TR	04/dez/15	01/dez/15	x	x	x	x
		1.4 Colocar tesouras / x-ato em local apropriado	TR	04/dez/15	30/nov/15	x	x	x	x
		1.5 Colocar copos e tabuleiro em local apropriado	TR	04/dez/15	02/dez/15	x	x	x	x
		1.5 Criar e organizar novo local para ferramentas	TR	04/dez/15	04/dez/15	x	x	x	x
		1.6 Organizar dossiês de operação	TR	04/dez/15	02/dez/15	x	x	x	x
		1.7 Colocar espátulas em local apropriado	TR	04/dez/15	30/nov/15	x	x	x	x
		1.8 Colocar material de limpeza em local apropriado	TR	04/dez/15	02/dez/15	x	x	x	x
		1.9 Organizar e etiquetar estante	TR	04/dez/15	02/dez/15	x	x	x	x
2	Difícil acesso a rolos aplicadores suplentes	2.1 Colocar patins na caixa dos rolos aplicadores suplentes	TR	02/nov/15	02/nov/15	x	x	x	x
		2.2 Caixa nova	FF	04/nov/15	04/nov/15	x	x	x	x
3	Rolos aplicadores não identificados	3.1 Codificar rolos aplicadores	TR	30/nov/15	19/nov/15	x	x	x	x
4									
5	Mesa de virar material desapropriada	5.1 Aumento de 10 cm de altura nas 3 barras	TR	31/out/15	03/nov/15	x	x	x	x
6	Raspadores distantes do local onde são necessários	6.1 Mover raspadores para local apropriado	TR	12/nov/15	03/nov/15	x	x	x	x
7	X-Ato ineficiente para cortar fitas verdes	7.1 Encomendar tesouras e colocar em local apropriado	FF	25/nov/15	27/nov/15	x	x	x	x
8	Placas controladas para gramagem em local inadequado	8.1Criar local de stock junto à balança. Deslocar material restante para a estante como reserva.	TR	19/nov/15	19/nov/15	x	x	x	x
9	Obstrução de passagem pelo quadro de controlo de referências	9.1 Armário para colocar referências de comparação visual	TR	30/nov/15	23/nov/15	x	x	x	x
		9.2 Suporte no túnel para fixar placa da referência a ser controlada	TR	30/nov/15	23/nov/15	x	x	x	x
10	Dificuldade para medir gramagem	10.1 Organizar espaço da secretária	TR	04/nov/15	04/nov/15	x	x	x	x
	Gestão de Stock Top Layer								
1	Má gestão do componente Top Layer	1.1 Retirar sobras da linha de produção	TR	19/out/15	19/out/15	x	x	x	x
		1.2 Identificar situação inicial	TR	31/out/15	31/out/15	x	x	x	x

ANEXO E:Auditoria 5S's

Mapa de Auditorias 5S´s

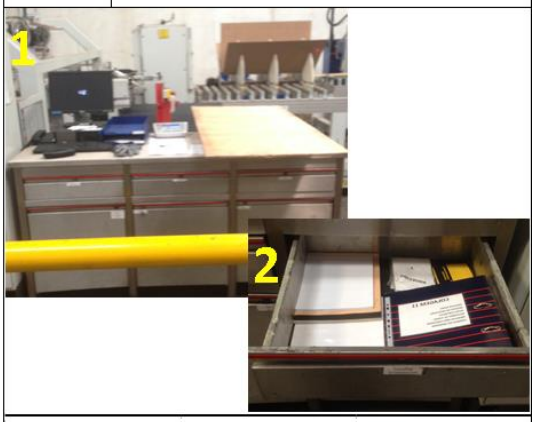


Pontos de Verificação

AMORIM Amorim Revestimentos, S.A.	5S's	Ponto de Verificação Nº1
	Área/ Linha de Produção: Colagem 11	

Descrição	Capacidade	Legenda
NRT3D	4 paletes	N.A

AMORIM Amorim Revestimentos, S.A.	5S's	Ponto de Verificação Nº2
	Área/ Linha de Produção: Colagem 11	



Descrição	Capacidade	Legenda
Organização da Secretária	N.A	1
Organização das Gavetas	N.A	2

AMORIM Amorim Revestimentos, S.A.	5S's	Ponto de Verificação Nº3
	Área/ Linha de Produção: Colagem 11	

Descrição	Capacidade	Legenda
Produto a Estabilizar	64	N.A

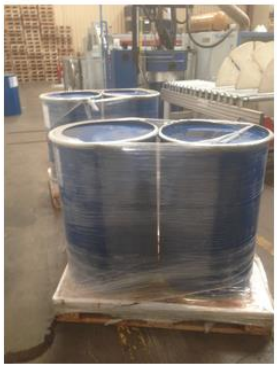
AMORIM Amorim Revestimentos, S.A.	5S's	Ponto de Verificação Nº4
	Área/ Linha de Produção: Colagem 11	

Descrição	Capacidade	Legenda
Bottom Layer	8 paletes	1
Top Layer Aquecido	6 paletes	2

AMORIM Amorim Revestimentos, S.A.	5S's	Ponto de Verificação Nº5
	Área/ Linha de Produção: Colagem 11	

Descrição	Capacidade	Legenda
Organização da Estante como na foto	N.A.	N.A

AMORIM Amorim Revestimentos, S.A.	5S's	Ponto de Verificação Nº6
	Área/ Linha de Produção: Colagem 11	

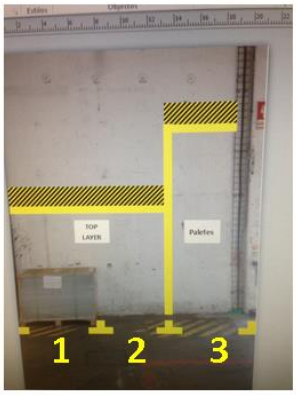


Descrição	Capacidade	Legenda
Bidões de Cola	4	N.A

AMORIM Amorim Revestimentos, S.A.	5S's	Ponto de Verificação Nº7
	Área/ Linha de Produção: Colagem 11	

Descrição	Capacidade	Legenda
Ensaios	Não ultrapassar limitação de altura	1
Ensaios	Não ultrapassar limitação de altura	2
Paletes Euro	Não ultrapassar limitação de altura	3

AMORIM Amorim Revestimentos, S.A.	5S's	Ponto de Verificação Nº8
	Área/ Linha de Produção: Colagem 11	



Descrição	Capacidade	Legenda
Top Layer para Aquecer	2	1
Top Layer para Aquecer	2	2
Paletes Vazias	20	3

AMORIM
Amorim Revestimentos, SA

Chek List Auditorias 5S's

Linha produção: _____ **Equipa auditora:** _____

Auditados: _____ **Data auditoria:** _____ **Turno:** _____

Pontos a verificar	S	N	NA	Observações/Sugestões de Melhoria
O posto de trabalho está limpo?		☐	☐	☐
As áreas de circulação estão desimpedidas?		☐	☐	☐
Os operadores usam os EPI's definidos?		☐	☐	☐
Os operadores têm a farda em bom estado?		☐	☐	☐
Os quadros eléctricos estão fechados e com filtros?		☐	☐	☐
Os equipamentos de combate a incêndios estão no local definido, identificados e desimpedidos?		☐	☐	☐
Acções decorrentes da auditoria anterior foram implementadas?		☐	☐	☐
Os resíduos estão a ser separados corretamente?		☐	☐	☐
Plano de manutenção autónoma está a ser cumprido?		☐	☐	☐

Para as próximas verificações recolher o mapa de Auditoria junto ao ***Quadro 5 S`s*** *.*

Ponto de verificação nº 1 *conforme* óptimo apresentado?		☐	☐	☐
Ponto de verificação nº 2 *conforme* óptimo apresentado?		☐	☐	☐
Ponto de verificação nº 3 *conforme* óptimo apresentado?		☐	☐	☐
Ponto de verificação nº 4 *conforme* óptimo apresentado?		☐	☐	☐
Ponto de verificação nº 5 *conforme* óptimo apresentado?		☐	☐	☐
Ponto de verificação nº 6 *conforme* óptimo apresentado?		☐	☐	☐
Ponto de verificação nº 7 *conforme* óptimo apresentado?		☐	☐	☐
Ponto de verificação nº 8 *conforme* óptimo apresentado?		☐	☐	☐
Ponto de verificação nº 9 *conforme* óptimo apresentado?		☐	☐	☐
Ponto de verificação nº 10 *conforme* óptimo apresentado?		☐	☐	☐
Ponto de verificação nº 11 *conforme* óptimo apresentado?		☐	☐	☐
Ponto de verificação nº 12 *conforme* óptimo apresentado?		☐	☐	☐
Ponto de verificação nº 13 *conforme* óptimo apresentado?		☐	☐	☐
Ponto de verificação nº 14 *conforme* óptimo apresentado?		☐	☐	☐
Ponto de verificação nº 15 *conforme* óptimo apresentado?		☐	☐	☐

S- sim; N- não; NA- não aplicável

TOTAL			

Critério Avaliação		
☹	< 60%	
😐	60 - 85%	
☺	>85%	

Auditados: _____

Auditores: _____

ANEXO F:Excerto do Registo das ações a executar

Cartão	Local	Máquina	Operações/Ações	Periocidade	estado	Zona	E/D	Material
12	018	Maquina Aplicadora Cola N1	Verificar estado de conservação, limpar e reapertar (se necessário) os fins de curso.	4	P	2	D	Luvas PU
12	018	Maquina Aplicadora Cola N1	Verificar/regular paralelismo entre rolos de aplicação e de doseamento.	4	P	2	D	Luvas PU IT00652
12	018	Maquina Aplicadora Cola N1	Verificar/regular posição zero dos indicadores da regulação do rolo de doseamento.	4	P	2	D	Luvas PU IT00652
12	018	Maquina Aplicadora Cola N1	Verificar/regular paralelismo entre rolo de aplicação e contra-rolo.	4	P	2	D	Luvas PU IT00652
12	018	Maquina Aplicadora Cola N1	Verificar/regular as alturas de passagem indicadas no comando e a posição zero dos indicadores da regulação de altura.	4	P	2	D	Luvas PU IT00652
12	018	Maquina Aplicadora Cola N1	Verificar fugas de ar nos tubos, uniões e válvulas. Purgar copo de ar comprimido.	4	P	2	D	Luvas PU IT00651
12	018	Maquina Aplicadora Cola N1	Verificar estado de conservação, fugas de ar e funcionamento dos cilindros pneumáticos para abertura das portas.	4	P	2	D	Luvas PU
12	018	Maquina Aplicadora Cola N1	Verificar estado de conservação, fugas de ar e funcionamento dos cilindros pneumáticos para ajuste das patelas.	4	P	2	D	Luvas PU
18	018	Maquina Aplicadora Cola N1	Verificar estado de conservação das rodas dentadas e rolamentos.	8	P	2	D	Luvas PU
18	018	Maquina Aplicadora Cola N1	Verificar o estado de conservação, esticamento e lubrificar a corrente de transmissão ao contra-rolo e rolos de saida	8	P	2	D	Luvas PU IT00653
18	018	Maquina Aplicadora Cola N1	Verificar estado de conservação das rodas dentadas e rolamentos.	8	P	2	D	Luvas PU
18	018	Maquina Aplicadora Cola N1	Verificar o estado de conservação, esticamento e lubrificar a corrente de transmissão do rolo aplicador	8	P	2	D	Luvas PU IT00653
18	018	Maquina Aplicadora Cola N1	Verificar estado de conservação das rodas dentadas e rolamentos.	8	P	2	D	Luvas PU
18	018	Maquina Aplicadora Cola N1	Verificar o estado de conservação, esticamento e lubrificar a corrente de transmissão do rolo doseador	8	P	2	D	Luvas PU IT00653
28	048	Transportador Tela Dupla N1	Verificar a tensão e o estado de conservação da tela de transporte.	4	A	3	E	Luvas de PU
28	048	Transportador Tela Dupla N1	Verificar estado de conservação, limpar e reapertar (se necessário) fotocélulas.	4	A	3	E	U Pincel C.Umbracc
28	062	Transportador Rolos N2	Verificar estado de conservação, ruídos anormais, fugas de lubrificante e funcionamento do moto-redutor	4	A	3	E	Luvas de PU
28	058	Virador De Placas	Verificar estado de conservação, ruídos anormais, fugas de lubrificante e funcionamento do moto-redutor	4	A	3	E	Luvas de PU
29		Geral	Limpeza geral da linha	1	P		C	Luvas PU Panos
29		Geral	Limpeza do piso	1	P		C	PU Vassoura Apar

ANEXO G:Balanceamento Final por Semana

Semana	Tempo Total [min]
1 | 17 | 36	62
2| 18 | 37	60
3 | 19 | 38	60
4 | 20 | 39	61
5 | 21 | 40	61
6 | 22 | 41	59
7 | 23 | 42	61
8 | 24 | 43	63
9 | 25 | 44	62
10 | 26 | 45	60
11 | 27 | 46	60
12 | 28 | 47	61
13 | 29 | 48	61
14 | 30 | 49	59
15 | 31 | 50	61
16 | 32 | 51	63

ANEXO H: Instruções de Trabalho para Manutenção Autónoma

AMORIM

IT00649

Calibrar Máquina de Rolos de Prensagem

Secção: Acabamentos Finais 1 **Linha:** Colagem 11

Máquina: Máquina de Rolos de Prensagem N1 e N2

Lista de Materiais:

Chave de Umbraco nº 6
Placa de NRT3D com Bottom Layer (para calibrar máquina N1)
Placa de produto acabado sem relevo (para calibrar máquina N2)

1 Abrir os 4 apertos rápidos

2 Elevar tampa de proteção e colocar suporte

3 Desapertar os 8 batentes existentes em 4 pontos

4 Subir mesa através da alavanca no topo da máquina

5 Inserir placa apropriada conforme a máquina em questão

6 Descer mesa através da alavanca até que os rolos pressionem toda a placa

7 Apertar os 8 batentes existentes em 4 pontos

8 Remover a placa

9 Remover suporte, baixar tampa de proteção e fixar apertos

AMORIM

IT00650

Troca de filtro de vácuo

Secção: Acabamentos Finais 1 **Linha:** Colagem 11

Máquina: N.A

Lista de Materiais:

Luvas PU

1	Abrir os apertos rápidos	**2**	Remover Filtro
3	Limpar filtro com ar comprimido e voltar a colocar	**4**	Fechar apertos rápidos

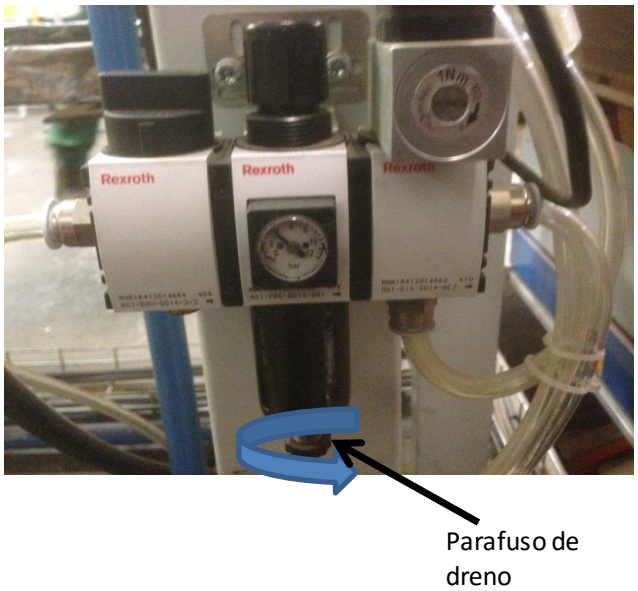
AMORIM

IT00651

Manutenção de Ar Comprimido

Secção: Acabamentos Finais 1 **Linha:** Colagem 11

Máquina: Unidades de Conservação de Ar Comprimido

Filtro de ar comprimido	Lubrificador de Ar Comprimido
	
Para drenar a água deve-se: • Abrir no sentido anti-horário o parafuso de dreno no fundo do copo; • Esperar o escoamento total da água; • Fechar no sentido horário o parafuso de dreno. Em algumas unidades no lugar do parafuso de dreno pode existir no fundo do copo uma válvula que quando pressionada liberta a água.	Controlar o nível de óleo no copo do lubrificador. Se necessário contactar os técnicos da manutenção para completar o óleo até a marcação.

AMORIM

IT00653

Manutenção de Correntes e Correias

Secção: Acabamentos Finais 1 **Linha:** Colagem 11

Máquina: N.A

Lubrificação de Correntes

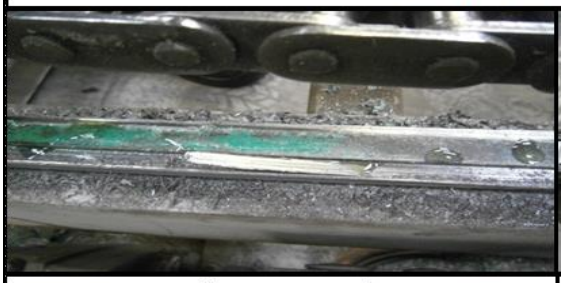
- Efectuar a lubrificação da corrente transportadora com o óleo existente na linha;
- Efectuar a lubrificação da corrente de transmissão com massa lubrificante existente na linha;
- No casi da corrente de transmissão proceder á aplicação da massa lubrificante na sua face interior;
- No caso de a corrente ainda estar visivelmente lubrificada, não executar o procedimento;

Verificação do Esticamento de Correntes

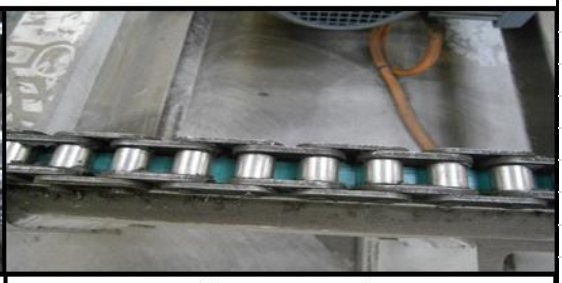
Corrente a Necessitar de Esticamento

Corrente Esticada

Verificação do Estado do Teflon



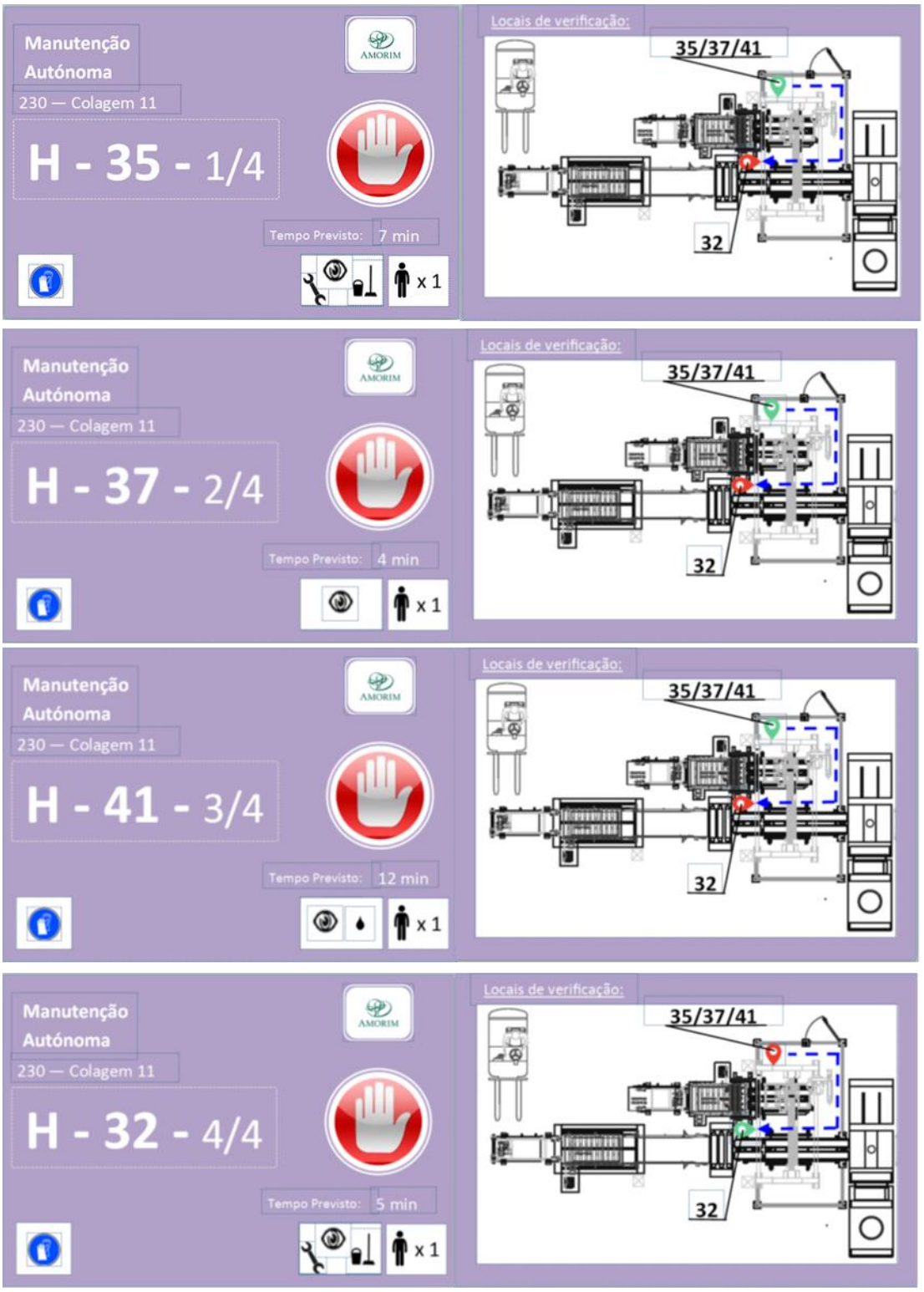
Teflon em Mau Estado



Teflon em Bom Estado

ANEXO I: Percurso da Linha do Quadro H: 35 – 37 – 41 - 32

Cartões de Controlo



Cartões de Ação Correspondentes

Manutenção Autónoma

Cartão Nº 35

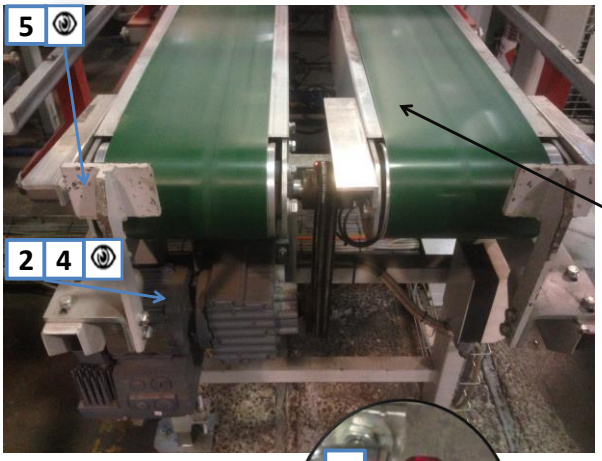
AMORIM

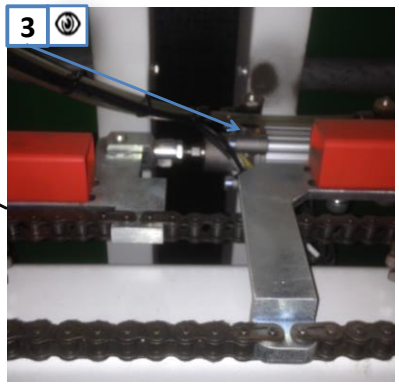
Periodicidade: 4 Semanas

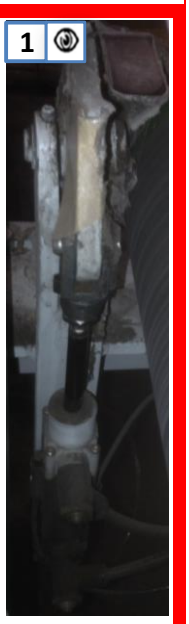
Colagem 11

230

Nº		#Local	Local	Acção	Material
1		074	Transportador Tela Dupla Centrador Placas N2 Sistema Pneumático	Verificar estado de conservação, fugas de ar e funcionamento dos cilindros pneumáticos dos batentes.	Luvas PU
2		074	Transportador Tela Dupla Centrador Placas N2 Sistema Transporte	Verificar estado de conservação, ruídos anormais, fugas de lubrificante e funcionamento do moto-redutor.	Luvas PU
3		090	Transportador Tela Dupla Centrador LVT N2 Sistema Pneumático	Verificar estado de conservação, fugas de ar e funcionamento dos cilindros pneumáticos de centralização.	Luvas PU
4		090	Transportador Tela Dupla Centrador LVT N2 Sistema Transporte	Verificar estado de conservação, ruídos anormais, fugas de lubrificante e funcionamento do moto-redutor.	Luvas PU
5		090	Transportador Tela Dupla Centrador LVT N2	Verificar estado de conservação e folgas dos batentes.	Luvas PU
6		090	Transportador Tela Dupla Centrador LVT N2	Verificar estado de conservação, limpar e reapertar (se necessário) fotocélulas.	Luvas PU Pincel C.Umbraco nº4







Manutenção Autónoma

Cartão Nº 37

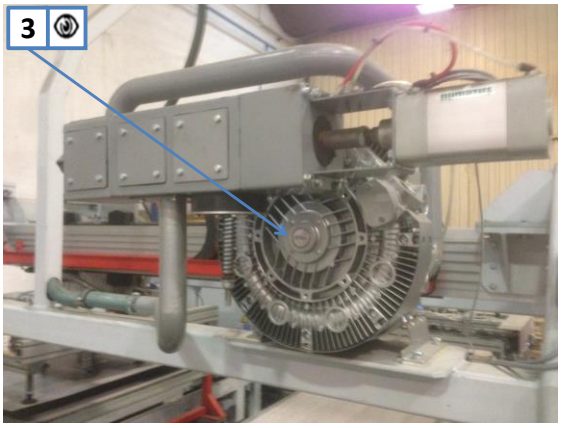
AMORIM

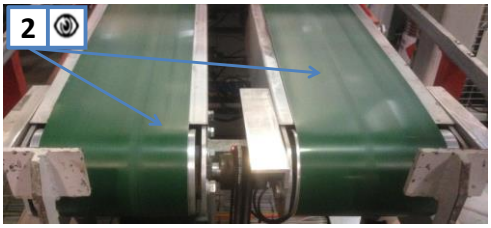
Periocidade: 4 Semanas

Colagem 11

230

Nº		#Local	Local	Acção	Material
1		074	Transportador Tela Dupla Centrador Placas N2 Sistema Pneumático	Verificar fugas de ar nos tubos, uniões e válvulas. Purgar copo de ar comprimido.	Luvas PU IT00651
2		074	Transportador Tela Dupla Centrador Placas N2 Sistema Transporte	Verificar a tensão e o estado de conservação da tela de transporte.	Luvas PU
3		094	Manipulador LVT N2 Sistema Vácuo	Verificar estado de conservação, ruídos anormais e funcionamento da motobomba de vácuo.	Luvas PU





Manutenção Autónoma

Cartão Nº 41

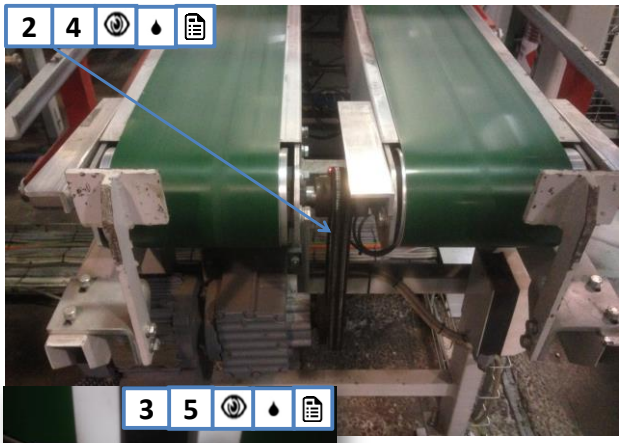
AMORIM

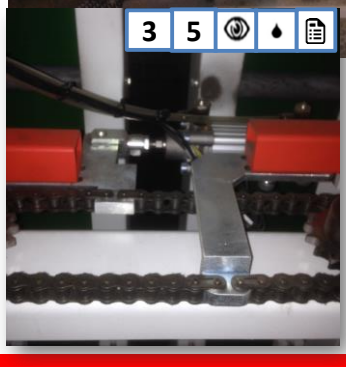
Periocidade: 8 Semanas

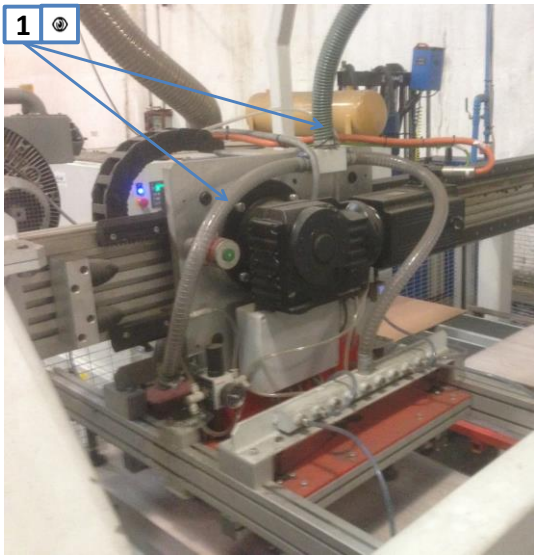
Colagem 11

230

Nº		#Local	Local	Acção	Material
1		094	Manipulador LVT N2 Sistema Vácuo	Verificar fugas e estado de conservação da tubagem de vácuo.	Luvas PU
2		074	Transportador Tela Dupla Centrador Placas N2 Sistema Transporte	Verificar o estado de conservação, esticamento e lubrificar a corrente de transmissão.	Luvas PU IT00653
3		074	Transportador Tela Dupla Centrador Placas N2	Verificar o estado de conservação, esticamento e lubrificar a corrente do centrador de placas	Luvas PU IT00653
4		090	Transportador Tela Dupla Centrador LVT N2 Sistema Transporte	Verificar o estado de conservação, esticamento e lubrificar a corrente de transmissão.	Luvas PU IT00653
5		090	Transportador Tela Dupla Centrador LVT N2	Verificar o estado de conservação, esticamento e lubrificar a corrente do centrador de placas	Luvas PU IT00653







Manutenção Autónoma

Cartão Nº 32

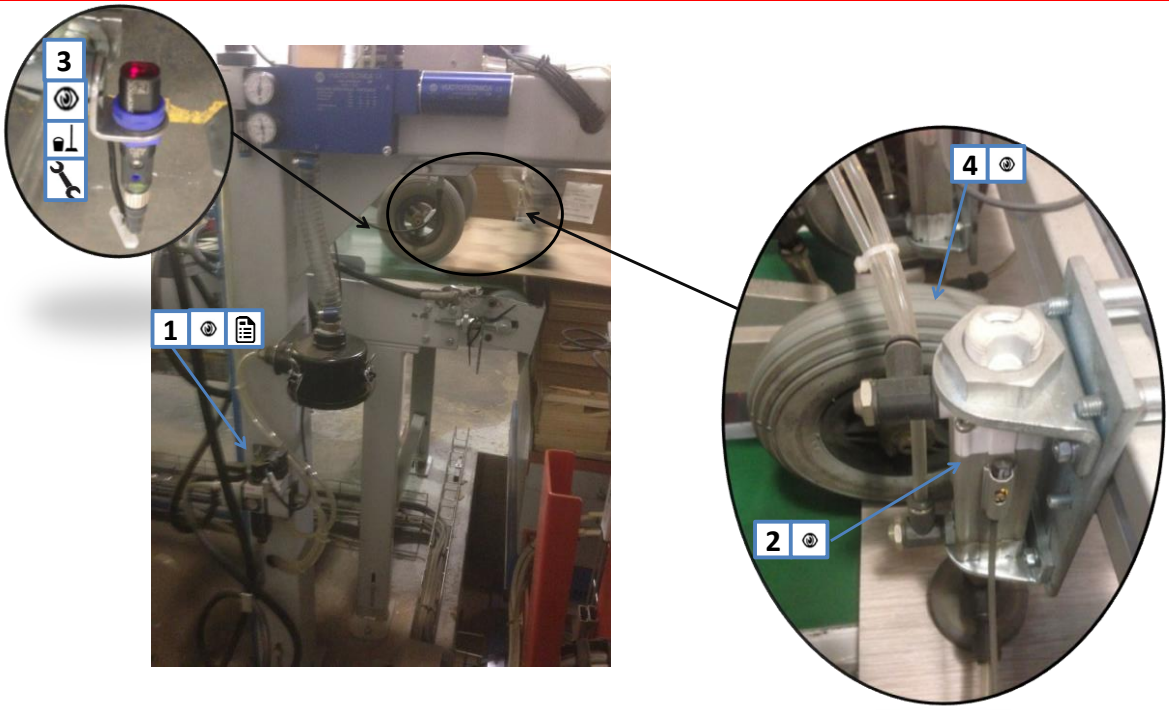
AMORIM

Periocidade: 4 Semanas

Colagem 11

230

Nº		#Local	Local	Acção	Material
1		086	Alimentador Automatico N3 Sistema Pneumático	Verificar fugas de ar nos tubos, uniões e válvulas. Purgar copo de ar comprimido.	Luvas PU IT00651
2		086	Alimentador Automatico N3 Sistema Pneumático	Verificar estado de conservação, fugas de ar e funcionamento dos cilindros pneumáticos.	Luvas PU
3		086	Alimentador Automatico N3	Verificar estado de conservação, limpar e reapertar (se necessário) fotocélulas.	Luvas PU Pincel C.Umbraco nº4
4		086	Alimentador Automatico N3	Verificar estado de conservação dos pneus calcadores. Substituir se necessário.	Luvas PU



ANEXO J:Instrução de Trabalho para a Mudança de Bidão baseada no SMED

AMORIM

Instrução de Trabalho

Mudança de Bidão

Máquina: Unidade de Aquecimento — Linha: Colagem 11

Nº	Descrição da Tarefa	Tempo Previsto
1	Deslocar o bidão da palete para junto da máquina (2 pessoas)	00:30
2	Retirar aro que fixa a tampa do bidão e colocar no suporte	00:04
3	Retirar tampa do bidão e colocar no suporte	00:03
4	Extender o saco da cola que se encontra no interior do bidão	00:05
5	Pegar no x-acto e abrir o saco da cola	00:14
6	Cortar ambas as lateráis do saco da cola e pousar x-acto em cima da máquina Valco Melton	00:12
7	Dobrar a bainha do saco sobre o bidão	00:17
8	Colocar fita cola em volta (3 voltas)	00:14
9	Deslocar até ao local	00:35
10	Parar máquina (operador extra)	00:03
11	Reduzir ar comprimido para 3 bar (tirar pressão ao prato)	00:08
12	Rodar manipulo para a posição de subida da máquina e acionar as duas botoneiras em simultâneo para ascender prato	00:06
13	Incio de espera para o prato subir / Limpeza do tabuleiro	00:43
14	Espera / Deitar resíduo do tabuleiro em local adequado	00:06
15	Fim de espera para o prato subir	00:14
16	Abrir porta de segurança da máquina	00:02
17	Pegar tabuleiro e colocar na máquina	00:05
18	Desapertar fixadores do bidão	00:02
19	Retirar bidão vazio	00:05
20	Vedar saco e afastar o bidão	00:07
21	Movimentar bidão novo até à entrada da máquina (2 pessoas)	00:07
22	Pegar em vaselina e colocar em volta do interior do bidão	00:20
23	Colocar bidão na máquina (2 pessoas)	00:10
24	Apertar fixadores do bidão	00:05
25	Abrir respiro do prato	00:09
26	Limpeza do respiro com x-acto	00:16
27	Continuar a abrir respiro	00:05
28	Remover cola do copo	00:04
29	Colocar copo	00:02
30	Retirar e pousar tabuleiro	00:05
31	Fechar portas de segurança	00:03
32	Rodar manipulo para a posição de descida da máquina e acionar as duas botoneiras em simultâneo para descer prato	00:03
33	Abrir pressão ao máximo (para descer o prato)	00:10
34	Retirar o copo para limpar	00:17
35	Colocar novamente o copo na máquina	00:03
36	Esperar	00:54
37	Fechar o respiro	00:10
38	Ligar as máquinas (operador extra)	00:11
39	Remover o copo	00:03
40	Remover saco de cola para local adequado	00:12
41	Fechar bidão	00:16
	Tempo Tarefas Externas	**02:48**
	Tempo Tarefas Internas	**04:52**
	Tempo Tarefas Total	**07:40**