Implementação de um programa de melhorias numa linha de produção de aglomerados de cortiça

Ana Rita Pereira Moutinho Neto

Dissertação de Mestrado

Orientador na FEUP: Prof. Eduardo Gil da Costa

U.PORTO
FEUP FACULDADE DE ENGENHARIA
UNIVERSIDADE DO PORTO

Mestrado Integrado em Engenharia e Gestão Industrial

2017-07-12

Aos meus pais e irmão.

"O único lugar onde o sucesso vem antes do trabalho é no dicionário."

Albert Einstein

Resumo

No decorrer das últimas décadas tem-se vindo a assistir a um grande crescimento à escala global na Indústria, resultando na acentuação da competitividade entre os vários setores. A necessidade de satisfazer mais e melhor as exigências dos consumidores constitui um dos principais objetivos das organizações da atualidade. O modo como cada organização gere a sua atividade com a orientação para o consumidor é um fator diferenciador no que diz respeito à qualidade dos seus produtos, dos preços praticados e do nível de serviço.

Os mercados de trabalho apresentam-se cada vez mais saturados de opções e alternativas, pelo que é imperativo que as organizações se destaquem, superando os concorrentes com produtos e serviços inovadores. A combinação da aposta na inovação com o aumento da qualidade dos produtos e a redução de custos dirige as organizações para a adoção de uma filosofia de melhoria contínua, sendo essencial para a resposta a mercados em constante mudança.

Tendo por base a cultura de melhoria contínua, a presente dissertação em ambiente empresarial foi realizada numa linha de produção de quadros de cortiça – *memoboards* -, caracterizada por baixa produtividade, relacionada com paragens que não acrescentavam qualquer valor.

A presente dissertação prendeu-se com a identificação dos fatores críticos da linha relativos a tempos improdutivos e a defeitos, seguida do reconhecimento das situações suscetíveis de intervenção. A definição dos fatores críticos viabilizou a apresentação de propostas de melhoria ao nível da produtividade, qualidade dos produtos e condições de trabalho. As propostas relacionaram-se com a integração de metodologias 5S na área de trabalho e com a implementação de um sistema *kanban*, de um bordo de linha e de planos de manutenção autónoma. A conjunção das melhorias implementadas promoveu um impacto bastante positivo no aumento da produtividade e na melhoria do fluxo dos materiais da linha de produção.

O projeto possibilitou o conhecimento em detalhe da linha de produção de *memoboards* e de todo o processo produtivo. Constatou-se que a implementação das melhorias propostas promoveu a redução dos custos de produção e de tempos improdutivos, aumentando a produtividade da linha. Assim, os resultados obtidos com a implementação de melhorias demonstraram a eficácia de metodologias relacionadas com *Kaizen* e *Lean*, intensificando a vantagem competitiva da empresa. No entanto, é importante que os procedimentos e normas relativas às melhorias implementadas sejam continuamente cumpridas, para que o impacto se verifique ainda mais significativo para a empresa.

Implementing a programme of improvements on an agglomerated cork production line

Abstract

During the last decades, there has been a large growth in the global industry, resulting in increased competitiveness among the various sectors. The need to meet more and better consumer demands is one of the main objectives of today's organizations. The way each organization manages its activity along with costumer orientation is a differentiating factor regarding the quality of its products, prices and service level.

Markets are increasingly saturated with options and alternatives, so it is imperative that organizations stand out, outperforming their competitors with innovative products and services. The combination of innovation with product quality and cost reduction drives organizations to adopt a philosophy of continuous improvement, being essential for responding to ever-changing markets.

Based on the culture of continuous improvement, the present dissertation in a business environment was carried out in a production line of cork frames - *memoboards* -, characterized by low productivity and stops that did not add any value.

The present dissertation dealt with the identification of the critical factors of the line related to unproductive times and defects, followed by the recognition of the situations susceptible to intervention. The definition of the critical factors empowered the presentation of proposals for improvement in terms of productivity, product quality and working conditions. The proposals were related to the integration of 5S methodologies in the work area and to the implementation of a kanban system, a line side and autonomous maintenance plans. The combination of the improvements implemented has had a very positive impact on increasing productivity and improving the flow of materials of the production line.

The project enabled the detailed knowledge of the production line of memo boards and the entire production process. It was realized that the implementation of the proposed improvements promoted the reduction of production costs and unproductive times, thus increasing line productivity. Thus, the results obtained with the implementation of the improvements demonstrated the effectiveness of methodologies related to *Kaizen* and *Lean*, intensifying the competitive advantage of the company. However, it is important that the procedures and standards related to the implemented improvements are continuously fulfilled, so that the impact can be even more significant for the company.

Agradecimentos

Em primeiro lugar, gostaria de agradecer à Amorim Cork Composites pela oportunidade de fazer parte integrante do programa *Cork Potential*, pemitindo a realização da dissertação em ambiente empresarial.

Agradeço ao departamento de recursos humanos da ACC, em particular à Nanci Carvalho, por todo o esforço e motivação demonstrados na minha integração na empresa, fundamentais para o sucesso do projeto.

Seguidamente, agradeço ao Engenheiro António Espinhosa por toda a orientação na empresa.

Agradeço ainda a todos os colaboradores com quem tive o prazer de conviver mais tempo, Joaquim Gomes e o Engenheiro Ricardo Gomes, pela amizade e prontidão na resposta a qualquer dúvida que surgisse.

Evidencio ainda o reconhecimento por todo o apoio e tempo disponibilizado por parte dos operadores, para dar resposta às inúmeras questões por mim colocadas e pela ajuda na implementação das melhorias propostas. Em especial, agradeço aos operadores Carlos Rocha, Pedro Ribeiro, José Luís Oliveira, Carlos Costa e Elísio Silva.

Aproveito para destacar os colegas estagiários que me acompanharam durante o decorrer da dissertação em ambiente empresarial: Ana Luísa Viana, André Garcia, Bernardo Santos, Miguel Martins e Ricardo Maia, por todos os períodos de descontração e entreajuda.

Ao orientador da faculdade, Eduardo Gil da Costa, um sincero agradecimento por toda a disponibilidade e por toda a dedicação despendida para o sucesso da dissertação.

Aos meus amigos da faculdade, Hermano, Sara e Nuno, pela amizade e por todas as vivências ao longo de todo o percurso académico.

Não poderia deixar de agradecer aos meus amigos que, das mais variadas formas, demonstraram o seu apoio e a sua amizade sempre que precisei.

Aos meus pais, ao meu irmão e ao Rui, um enorme e humilde agradecimento por todo o apoio na minha educação académica e formação enquanto pessoa, por incutirem valores essenciais e por tornarem este momento possível.

Índice de Conteúdos

1 Introdução 1
1.1 Enquadramento do projeto e motivação 1
1.2 Grupo Amorim 2
1.3 Objetivos do Projeto 4
1.4 Metodologia 4
1.5 Estrutura da dissertação 5
2 Enquadramento Teórico 6
2.1 Lean Manufacturing 6
2.1.1 Muda, Mura e Muri 8
2.1.2 Just-in-time e Pull Flow 10
2.1.3 Melhoria Contínua – Kaizen 11
2.2 Total Flow Management 12
2.2.1 Bordo de Linha 13
2.2.2 Standard Work 14
2.2.3 Gestão Visual 14
2.3 Ferramentas Lean 15
2.3.1 Metodologia 5S 15
2.3.2 Kanban 16
2.4 Total Productive Maintenance 17
2.5 Metodologia DMAIC 18
3 Descrição e Análise do Estado Inicial da Linha de Produção 19
3.1 A Unidade Produtiva 19
3.2 Linha de Produção de Memoboards 20
3.3 Produtos 21
3.3.1 Memoboards de Cortiça Natural 22
3.3.2 Memoboards Não Cortiça 23
3.3.3 Memoboards Combinados 24
3.4 Processo Produtivo da Linha de Memoboards 24
3.4.1 Colagem e Prensagem 25
3.4.2 Corte na Seccionadora 26
3.4.3 Montagem e Embalagem 26
3.4.4 Método Operativo 27
3.4.5 Fluxograma do Processo Produtivo 28
3.5 Análise Crítica 29
3.5.1 Construção da base de dados - Measure 29
3.5.2 Análise dos dados recolhidos - Analyse 29
4 Propostas de Melhoria 31
4.1 Melhorias 5S 31
4.1.1 Marcação da Linha de Produção 31
4.1.2 Organização da Estante de Panfletos 33
4.1.3 Organização do Armazém de Ripas 35
4.1.4 Folha de Controlo do Armazém da Prensa 38
4.2 Bordo de Linha 38
4.3 Kanban 40
4.4 Manutenção Autónoma 44
4.5 Acompanhamento e Controlo das Melhorias Implementadas 45
5 Conclusões 46
5.1 Conclusões Finais 46
5.2 Perspetivas de Trabalho Futuro 47
Referências 48

ANEXO A: Estado de Arte da Cortiça....50
ANEXO B: Áreas de Negócio da ACC....51
ANEXO C: Lista de Produtos da Linha de Memoboards....52
ANEXO D: Planta da Secção CCS....53
ANEXO E: Exemplo de Layout do Armazém das Ripas....54
ANEXO F: Kanbans do loop 2....56
ANEXO G: Planos de Manutenção Autónoma....57
ANEXO H: Folha de Registo de Manutenção Autónoma....60

Siglas

ACC	*Amorim Cork Composites*
APA	Armazém de Produto Acabado
B2B	*Business-to-Business*
B2C	*Business-to-Costumer*
CB	Cortiça com Borracha
CC	Cortiça com Cortiça
CCS	*Cork Costumized Solutions*
CNM	*Cork Natural Materials*
DMAIC	*Define, Measure, Analyse, Improve, Control*
JIT	*Just-in-time*
WIP	*Work in process*
TFM	*Total Flow Management*
TPM	*Total Productive Maintenance*
TPS	*Toyota Production System*
5S	*Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu, Shitsuke*

Índice de Figuras

Figura 1 - Unidades de negócio da Corticeira Amorim. 2
Figura 2 - Fluxo da Cortiça. 3
Figura 3 - Estrutura do Sistema de Produção da Toyota. 7
Figura 4 - Desperdícios Muda, Mura e Muri. 8
Figura 5 - Os sete desperdícios Muda. 9
Figura 6 - Efeito Iceberg. 10
Figura 7 - Guarda-chuva das práticas do Kaizen. 11
Figura 8 - Representação de um bordo de linha. 13
Figura 9 - 1: Definição da localização de materiais e marcação da linha. 14
Figura 10 - Metodologia 5S. 15
Figura 11 - Modo de funcionamento do sistema kanban. 16
Figura 12 - As seis perdas da metodologia TPM. 17
Figura 13 - As 5 fases da metodologia DMAIC. 18
Figura 14 - Organigrama do modelo das operações da ACC. 20
Figura 15 - Layout das secções pertencentes à área de memoboards 21
Figura 16 - Diagrama de Pareto para as dimensões dos memoboards 21
Figura 17 - Análise ABC com base no peso de cada grupo de memoboards em 2016. 22
Figura 18 - 1:Cortiça natural dos dois lados; 2: Mapa Impresso; 3: Mapa-Mundo. 22
Figura 19 - Diagrama de Pareto da produção dos memoboards não cortiça. 23
Figura 20 - Memoboard Magnético e Memoboard em Platex Negro. 23
Figura 21 - Memoboard Combinado de Cortiça e Magnético. 24
Figura 22 - Fluxograma geral do processo produtivo. 24
Figura 23 - Marcas causadas pelas ventosas de sucção do robô. 25
Figura 24 - Layout da linha de montagem dos memoboards. 26
Figura 25 - Fluxograma detalhado do processo produtivo. 28
Figura 26 - Template da base de dados de tempos improdutivos 29
Figura 27 - Proporção dos motivos de defeitos dos memoborads 30
Figura 28 - Proposta de marcação da linha de memoboards 32
Figura 29 - Situação antes e depois da marcação da linha 32
Figura 30 - 1: Tabela de referências de panfletos ordenada; 2: Exemplo de referência. 33
Figura 31 - 1:Situação anterior; 2:Exemplo de quantificação de panfletos 34
Figura 32 - Estrutura do armazém de ripa 36
Figura 33 - 1: Situação anterior; 2: Identificação das paletes por rasgo e dimensão 36
Figura 34 - As três configurações possíveis dos níveis do armazém de ripa 37
Figura 35 - Armazém da prensa e folha de controlo da prensa 38

Figura 36 - 1: Situação anterior; 2: Colocação da caixa no suporte 39
Figura 37 - 1: Situação anterior; 2: Estante de apoio ao bordo de linha..... 40
Figura 38 - Representação geral dos loops de kanban e do fluxo de material 41
Figura 39 - Kanbans para os dois tipos de placas laminadas..... 42
Figura 40 - 1:Quadro da prensa; 2:Kanban da dimensão 2; 3:Kanban da dimensão 3..... 43
Figura 41 - Plano de Manutenção para as agrafadoras..... 44
Figura 42 - Componentes; 1: Tubagens; 2: Manómetro; 4:Interior do órgão; 6:Guias..... 44
Figura 43 - Planta da Secção CCS - Cork Costumized Solutions 53
Figura 44 - Layout da fila 1 do armazém das ripas 54
Figura 45 - Layout da fila 2 do armazém das ripas 54
Figura 46 - Layout da fila 3 do armazém das ripas 55
Figura 47 - Layout da fila 4 do armazém das ripas 55
Figura 48 - Kanbans do loop 2 para as dimensões 3 e 2 56
Figura 49 - Plano de manutenção para a estufa..... 57
Figura 50 - Plano de manutenção da embaladora..... 58
Figura 51 - Plano de manutenção para os tapetes rolantes..... 59
Figura 52 - Folha de registo de manutenção autónoma..... 60

Índice de Tabelas

Tabela 1 - O Modelo Total Flow Management. 12
Tabela 2 - Método operativo da linha de montagem de memoboards. 27
Tabela 3 - Proporção dos Motivos de Tempos Improdutivos 29
Tabela 4 - Estimativa da redução de custos com a organização dos panfletos 34
Tabela 5 - Análise da dimensão de ripa por consumo e quantidades de paletes propostas para o rasgo 7,3 35
Tabela 6 - Cálculo da capacidade das caixas dimensionadas para o bordo de linha 39
Tabela 7 - Consumos de placas das dimensões 1,3 e 2 42
Tabela 8 - Lista de produtos da linha de Memoboards 52

1 Introdução

O projeto descrito no presente documento foi realizado no âmbito da unidade curricular de Dissertação do Mestrado Integrado em Engenharia e Gestão Industrial. No presente capítulo será realizado o enquadramento do tema da dissertação, com posterior apresentação e contextualização da empresa onde se procedeu à realização da mesma. Os objetivos da dissertação e a metodologia seguida durante o desenvolvimento do projeto serão igualmente apresentados. Por fim, será descrita a estrutura da dissertação.

1.1 Enquadramento do projeto e motivação

O presente projeto em ambiente empresarial foi elaborado numa empresa do setor corticeiro, a Amorim Cork Composites. O desafio lançado consiste na implementação de melhorias numa linha de produção de quadros de cortiça – *memoboards* –, pertencente à unidade produtiva CCS – *Cork Costumized Solutions*. Na linha de produção em questão são produzidos produtos na lógica B2C - *Business-to-Costumer*, sendo que a produção é realizada à base de encomendas (*make-to-order*).

No seguimento do projeto pretende-se criar soluções de melhoria de fluxos de materiais, produtos e recursos humanos, com o intuito de equacionar um acréscimo na produtividade da linha de produção e, consequentemente, da própria empresa. A eliminação de desperdícios relativos a tempos improdutivos e a materiais é de extrema importância para atingir os objetivos do projeto, sendo que esta temática será um grande foco durante a realização da dissertação. A organização dos materiais e da linha de produção será igualmente muito relevante para a melhoria da produtividade.

Desta forma, torna-se importante contribuir para o aumento do nível de competitividade da empresa apesar de ser líder do setor corticeiro a nível mundial, uma vez que existem muitas outras empresas que competem nos mesmos mercados e áreas de negócio.

"Como a própria concorrência, a vantagem competitiva é um alvo em constante movimento. Para qualquer empresa em qualquer setor, o segredo está em não ficar preso a uma única noção de sua fonte de vantagem." (Junior)

Assim, é cada vez mais relevante proporcionar aos consumidores finais alternativas e soluções vantajosas, quer no domínio económico, da qualidade ou ambiental, tirando sempre partido das propriedades únicas e tão características da cortiça enquanto matéria-prima.

1.2 Grupo Amorim

A Corticeira Amorim é uma das maiores e mais empreendedoras multinacionais portuguesas, tendo iniciado a sua atividade em 1870. A sua atividade relacionava-se inicialmente com a produção de rolhas para o mercado vinícola. O grupo Amorim está presente nas mais variadas áreas de negócio, tais como o imobiliário, as telecomunicações, o turismo e a cortiça, entre outros. O potencial da cortiça enquanto matéria-prima é aproveitado ao máximo, uma vez que é 100% natural, reciclável e possui um nível de sustentabilidade elevado. Tendo em conta todas as mais-valias da cortiça e a sua versatilidade, o *core business* do grupo relaciona-se com o setor corticeiro. No Anexo A, encontra-se apresentado o estado de arte da cortiça.

A corticeira Amorim é líder do setor corticeiro a nível mundial desde os últimos 146 anos e, atualmente, possui 83 empresas por todo o mundo, constitui relações com cerca de 22.000 clientes e apresenta um volume de negócios anual de 605 milhões de euros. Além disso, a aposta na investigação, no desenvolvimento e na diversificação em setores com elevado potencial de rentabilidade é notória, sendo que o investimento anual ultrapassa os 7 milhões de euros.

Os valores do grupo Amorim consistem na visão empresarial, responsabilidade, diligência, criatividade e inovação, e nasceram com os seus fundadores, passando de geração em geração. Todas as operações do grupo tendem a atingir objetivos delineados, tais como a excelência ao nível dos serviços, produtos e gestão. A aposta numa economia verde, com o equilíbrio entre os domínios ambiental, social e económico, é a prova de que o grupo tem como referência a prática de um desenvolvimento sustentável.

"Nem um só mercado, nem um só cliente, nem uma só divisa, nem um só produto"

(Amorim 2015)

Com a adoção do lema referido acima, a Corticeira Amorim potenciou o seu crescimento, diversificando-se em várias áreas que correspondem a diversas unidades de negócio, apresentadas na Figura 1.



Figura 1 - Unidades de negócio da Corticeira Amorim. Fonte: (Caldeira 2016)

A unidade de Aglomerados Compósitos é uma unidade que está na vanguarda ao nível tecnológico, industrial e de sustentabilidade do grupo e do setor, sendo uma referência mundial na procura de soluções inovadoras para produtos compósitos de cortiça. A presente dissertação foi realizada nesta unidade de negócio do Grupo Amorim.

Amorim Cork Composites

A Amorim Cork Composites, ACC, foi criada em 2008, aquando da fusão da Corticeira Amorim Indústria e a *Amorim Industrial Solutions*, e constitui uma das unidades de negócio do Grupo Amorim. O principal objetivo desta unidade é reaproveitar e valorizar cerca de 70% dos desperdícios da produção do setor corticeiro. Assim, a matéria-prima transformada é essencialmente proveniente da indústria das rolhas. Na Figura 2, é possível observar o fluxo da cortiça desde o seu desenvolvimento até à sua transformação.



Figura 2 - Fluxo da Cortiça. Fonte: (ACC 2017a)

A ACC surgiu com o intuito de acrescentar valor aos desperdícios e, com estes, desenvolver soluções inovadoras nas mais variadas áreas de negócio. A unidade desempenha um papel crucial no grupo, no que toca à procura de novos produtos compósitos que combinem as características mais favoráveis da cortiça com outros tipos de material, como por exemplo a borracha. Atualmente, a ACC possui uma unidade de aglomerados de cortiça com borracha (Unidade CRM – *Cork Rubber Materials*) que fabrica produtos aglomerados compósitos, reutilizando resíduos de pneus e poliuretano, o que permite retardar a escassez da matéria-prima cortiça.

A procura constante pelo desenvolvimento de novas soluções, e o foco na inovação e na sustentabilidade, permitem responder a mercados cada vez mais competitivos e garantir que o consumidor final obtém um produto único. A ACC desenvolve soluções para as indústrias mais exigentes ao nível da qualidade, tais como a indústria aeroespacial, automóvel e energética, que se encontram detalhadas no Anexo B. Para além destas indústrias, a Amorim Cork Composites disponibiliza várias propostas de produtos para a construção, calçado, mobiliário, desporto, pavimentos, entre outros.

A inovação é a força condutora de toda a atividade da ACC que, por essa razão, constitui a unidade mais tecnológica do Grupo Amorim. O compromisso com a sustentabilidade ambiental é notório, adotando como filosofia a proteção e o equilíbrio da natureza. Os produtos certificados pela FSC (*Forest Stewardship Council*) e pela PEFC (*Programme for the Endorsement of Forest Certification Schemes*) conferiram à ACC o distintivo de primeira empresa do setor corticeiro a nível mundial a obter este tipo de certificações.

Com cerca de 400 colaboradores, a ACC tem vindo a crescer, tendo atingido no ano de 2016 um volume de negócios superior a 100 milhões de euros, com um crescimento nas vendas significativo face ao ano anterior. O conceito de melhoria contínua está presente na empresa e por todos os colaboradores, para que o crescimento da organização seja sempre superior ao longo dos anos.

"Reinventing how cork engages the world"

(ACC 2017a)

1.3 Objetivos do Projeto

A proposta apresentada pela empresa relacionou-se com a implementação de um plano de melhorias numa linha de produção da ACC pertencente à unidade de Aglomerados de Cortiça (CC), a linha de *memoboards*. Os objetivos principais da proposta de dissertação em ambiente empresarial foram:

- Melhoria do fluxo de informação e dos índices de desempenho da equipa;
- Análise estruturada de fatores críticos;
- Desenvolvimento de uma cultura de melhoria contínua.

Os objetivos principais descritos foram estabelecidos inicialmente, sendo que durante a dissertação delinearam-se objetivos secundários, tais como:

- Quantificação de tempos improdutivos e de desperdícios na produção da linha;
- Criação e implementação de soluções capazes de minorar as perdas, no que respeita a tempos produtivos e a materiais desperdiçados.

Assim sendo, o resultado pretendido relaciona-se com o aumento de produtividade da linha de *memoboards* e com a melhoria da organização das áreas de abastecimento de material da linha.

1.4 Metodologia

A metodologia adotada para a realização da presente dissertação em ambiente empresarial teve como principal foco a criação de valor e a obtenção de resultados benéficos para a organização, tendo sido seguida a metodologia DMAIC[1] - *Define, Measure, Analyse, Improve, Control*, constituída pelos seguintes passos:

Define – Após a escolha e o conhecimento da linha de produção alvo de análise durante a dissertação, foi possível definir as etapas do projeto e os seus prazos de execução. As etapas do projeto correspondem ao conhecimento do processo produtivo da linha, à identificação dos fatores críticos e dos possíveis pontos de atuação, com posterior recolha e análise de dados. Posteriormente, foi realizado um diagnóstico dos problemas encontrados, sendo que se traçaram propostas de melhoria para minorar os problemas existentes. Após a implementação, as melhorias foram confirmadas e validadas.

[1] No capítulo 2 será realizado o enquadramento teórico desta metodologia

Measure – A fase *Measure* tem como propósito a criação de uma base de dados relativos a observações realizadas ao processo produtivo, tais como a quantificação de tempos improdutivos, de defeitos e de cadências. A utilização de ferramentas como histogramas e diagramas de *Pareto* verificou-se muito relevante na medida em que permitiu verificar os fatores críticos da linha de produção. Durante esta etapa, o rigor, a eficácia e a precisão na recolha de dados foram importantes para a identificação clara dos problemas.

Analyse – Esta fase apoia-se na análise das principais causas e motivos da ocorrência de falhas e defeitos que têm impacto no processo produtivo, de forma a eliminá-las. Deste modo, foram identificados os motivos com maior peso nos tempos improdutivos, na ocorrência de defeitos e na organização da linha de produção. Após a identificação dos motivos, foram traçadas propostas de melhorias.

Improve – A fase *Improve* tem como principal objetivo identificar soluções para eliminar os aspetos que promovem a ocorrência de defeitos e de tempos de paragem. Foi nesta fase que se procedeu à implementação das melhorias.

Control – A última fase consistiu em controlar e monitorizar os aspetos que foram melhorados, de modo a verificar se existe uma continuidade na eficiência obtida.

1.5 Estrutura da dissertação

A presente dissertação está dividida em 5 capítulos.

Neste primeiro capítulo foi realizada uma breve descrição do objeto de estudo da dissertação, bem como uma contextualização da empresa, tendo sido ainda descritos os objetivos do projeto e a metodologia adotada durante a realização da dissertação.

No segundo capítulo é elaborada uma revisão de conceitos teóricos considerados relevantes e necessários para o desenvolvimento da dissertação.

O terceiro capítulo engloba a descrição e a análise da linha de produção, dos produtos e do processo produtivo. É ainda apresentado um diagnóstico dos fatores críticos presentes na linha de produção em análise, sendo este diagnóstico uma base para a definição de pontos suscetíveis a melhorias.

Após a descrição da linha de produção, no quarto capítulo apresentam-se sugestões de intervenção e propostas de melhoria, bem como uma avaliação posterior às suas implementações.

Por último, no quinto capítulo, são apresentadas as conclusões, as considerações finais e as propostas de possíveis trabalhos futuros.

2 Enquadramento Teórico

Os séculos XVIII e XIX foram palco de várias mudanças ao nível da indústria, com a primeira revolução industrial relacionada com o Reino Unido. A revolução originou a substituição do trabalho artesanal, iniciando o conceito de "máquina" e "tecnologia" nas indústrias. A título de exemplo, a implantação de máquinas a vapor e máquinas mecânicas permitiram o desenrolar da revolução industrial. A segunda revolução industrial deu-se com o aparecimento de inovações ao nível da combustão e da produção de aços.

A produção artesanal é um sistema de produção que necessita de funcionários com especialização elevada nos processos produtivos, levando a produtividades reduzidas e a elevados custos (Womack *et al.* 1990). Após a primeira guerra mundial no século XX, Henry Ford implementou um sistema de produção em massa na indústria automóvel, com a produção pioneira em série e em elevadas quantidades do veículo Ford T. Henry Ford descobriu como poderia ultrapassar os problemas inerentes à produção artesanal, com a adoção de técnicas que possibilitaram a redução dos custos e o aumento da qualidade dos produtos – a produção em massa (Womack *et al.* 1990).

O modelo de produção em massa foi posteriormente adotado por várias empresas da indústria automóvel por todo o mundo durante a primeira metade do século XX. Ainda assim, com o aumento das especificações dos consumidores e da concorrência, este modelo perdeu relevância uma vez que não oferecia flexibilidade quanto à diversificação de produtos. Dados os inconvenientes do modelo de produção em massa, o surgimento de um novo modelo tornava-se cada vez mais necessário na indústria.

No século XX, e em particular na década de 40, a indústria automóvel japonesa atravessou uma época problemática, muito devido à segunda guerra mundial. Com padrões de produtividade muito baixos e falta de recursos, Taiichi Ohno criou uma visão baseada na eliminação de todos os desperdícios provenientes da produção e no ajustamento da produção com a procura do mercado. Esta visão originou o que se denomina nos dias de hoje por *Toyota Production System*.

2.1 *Lean* Manufacturing

Toyota Production System

A Toyota desenvolveu o *Toyota Production System* após a segunda guerra mundial, numa época em que se deparou com condições muito diferentes das existentes na Ford e na GM. A Ford e a GM adotaram a produção em massa, as economias de escala e os grandes equipamentos para produzir o maior número possível de peças e o mais barato possível. No entanto, o mercado da Toyota no Japão pós-guerra era reduzido. A visão de Taiichi Ohno permitiu competir ao mesmo nível das empresas americanas, desenvolvendo um método que reconhecesse e eliminasse radicalmente os desperdícios – *Toyota Production System* (TPS).

A Toyota teve necessidade de fabricar uma variedade de veículos na mesma linha de montagem para satisfazer seus clientes. Assim, a chave para suas operações relacionou-se com a flexibilidade. A Toyota acabou por se deparar com uma descoberta crítica: quando os prazos de entrega são reduzidos e a concentração assenta em manter as linhas de produção flexíveis, obtêm-se maior qualidade, melhor resposta ao cliente, melhor produtividade e melhor utilização dos equipamentos e do espaço (Liker 2004).

"É necessária a criação de processos rápidos e flexíveis que ofereçam aos clientes o que eles querem, quando eles querem, com a mais alta qualidade possível e custo acessível." (Ohno 1998).

O TPS foi o modelo pioneiro daquilo que atualmente se designa por *Lean*. A palavra *Lean* significa "magro" e, aplicada à indústria, é interpretada como "manufatura sem desperdício". O desperdício relaciona-se com tudo o que não acrescenta valor na cadeia produtiva, isto é, tudo o que não seja essencial para a produção em termos de materiais, pessoas, tempo e equipamentos. A terminologia *Lean* foi apresentada pela primeira vez por James P. Womack , no livro "*The machine that changed the world"*.

O *Lean Manufacturing* é uma filosofia de gestão, cujo objetivo se relaciona com a flexibilidade da produção aliada à procura, minimizando inventários de produtos acabados, *work-in-process* – WIP -, matérias-primas e eliminando o desperdício. O TPS constituiu uma referência para várias empresas de várias indústrias, as quais foram adotando e adaptando os conceitos, de modo a melhorar o nível de competitividade em mercados cada vez mais exigentes. Na Figura 3, é possível observar a estrutura do TPS (Liker 2004).



Figura 3 - Estrutura do Sistema de Produção da Toyota. Adaptado de: (Liker 2004)

Princípios *Lean*

A metodologia *Lean* tem como finalidade avaliar a forma como uma organização produz valor para os seus clientes e a redução contínua do desperdício. A essência da presente metodologia baseia-se em cinco princípios-chave e demonstra como os conceitos podem ser estendidos além da produção automóvel para qualquer empresa ou organização, em qualquer setor, em qualquer país (Hines *et al.* 2011).

Os cinco princípios são fundamentais para que qualquer organização tenha a possibilidade de eliminar os desperdícios provenientes da sua atividade produtiva, e são:

Identificação de valor: especificar o que cria e o que não cria valor na perspetiva do consumidor e não na perspetiva das firmas e dos respetivos departamentos (Pinto 2008).

Mapeamento da cadeia de valor: identificar todos os processos necessários para projetar e produzir o produto em toda a cadeia de valor, realçando as atividades que não criam valor, por forma a proceder à sua eliminação (desperdício) (Pinto 2008).

Fluxo Contínuo: as atividades que criam valor devem fluir sem interrupções, desvios, tempos de espera e nunca devem fluir no sentido contrário, para que o prazo de entrega ao cliente seja cumprido (Pinto 2008).

Produção Puxada (*Pull*): a organização deve produzir exatamente a quantidade que o cliente pretende e apenas quando esta é encomendada. Assim, a existência de *stock* é minimizada ao longo de toda a cadeia de valor (Pinto 2008).

Perfeição: a organização deve ter como compromisso a eliminação total e contínua de todos os tipos de desperdícios, até dos que se encontram de alguma forma disfarçados. Deste modo, a organização estará em constante procura pela perfeição (Pinto 2008).

2.1.1 *Muda*, *Mura* e *Muri*

As organizações enfrentam frequentemente obstáculos à implementação da filosofia *Lean* devido à falha de identificação dos desperdícios e da sua quantificação. As palavras *Muda*, *Mura* e *Muri* significam desperdício, falta de regularidade e sobrecarga, respetivamente, e representam as três componentes principais do desperdício (Womack 2006).

Assim, a implementação de metodologias *Lean* é facilitada quando as três componentes são identificadas eficientemente e quando são investigadas as suas origens. As componentes estão interligadas entre si, sendo que umas originam outras, como pode ser observado na Figura 4.

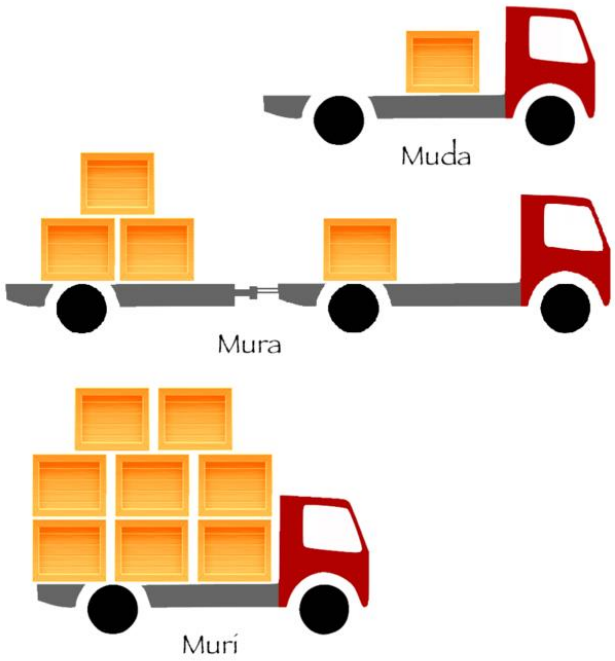


Figura 4 - Desperdícios *Muda*, *Mura* e *Mur*i. Fonte: (Doverco 2014)

Muda

A componente *Muda* é, segundo Womack (2006), "qualquer atividade que é desperdício porque não agrega valor ao cliente, mas consome recursos". Este tipo de desperdício relaciona-se com o consumo de recursos, tempo e dinheiro sem que estes proporcionem valor acrescentado do ponto de vista do consumidor. A identificação dos sete tipos de *Muda* permite aos gestores de uma organização detetar com maior facilidade as dificuldades e falhas da empresa. Na Figura 5, é possível observar os sete tipos de desperdício *Muda*, identificados por Taiichi Ohno.



Figura 5 - Os sete desperdícios *Muda*. Fonte: (Sarhan 2015)

O desperdício, *Muda*, afeta diretamente a implementação de sistemas *Just-in-time* e impossibilita a utilização unicamente de recursos necessários e essenciais, pelo que a energia humana e a capacidade das máquinas serão desperdiçadas. Assim, pode-se afirmar que as atividades que não acrescentam valor são a maior fonte de desperdício na implementação *Lean* (Pieńkowski 2014).

Mura

Mura significa irregularidade ou disparidade. Esta componente está relacionada com variações no planeamento da produção de um determinado bem ou serviço, originando desnivelamentos ao nível da carga e do ritmo de produção. A produção por lotes com o objetivo de maximizar a utilização de recursos e minimizar os custos por unidade gera problemas quanto à flexibilidade de resposta a alterações do mercado. Para que as empresas se possam proteger quanto a variações da procura, procuram frequentemente construir *stocks* extra, produzindo mais do que o necessário. Quanto maior for a tentativa de compensar a variação, maior é o aumento da flutuação no volume de produção, ainda que involuntariamente (Pieńkowski 2014).

Muri

A componente *Muri* significa sobrecarga ou irracionalidade. Está associada à sobrecarga de recursos devido às componentes *Muda* e *Mura*, referindo-se ao desperdício causado pelo excesso de utilização da capacidade das máquinas e dos colaboradores, reduzindo a sua *performance* ou, contrariamente, pela subutilização de recursos, provocando longos períodos de inatividade. A três principais causas da componente *Muri* estão associadas a postos de trabalho desorganizados, à falta de normalização do modo operatório e à componente *Mura* e *Muda* (Pieńkowski 2014).

2.1.2 *Just-in-time* e *Pull Flow*

O *Just-in-time* é um dos pilares da filosofia *Lean* e adquiriu elevada relevância na indústria automóvel. A produção *Just-in-time* é um método através do qual o tempo de entrega é reduzido mantendo a conformidade com as alterações, onde todos os processos produzem as partes necessárias quando necessário, tendo apenas o mínimo de *stock* requerido para completar o processo (Sugimori *et al.* 1977).

A abordagem JIT tem como foco principal a redução de inventários. Assim, recorrendo à analogia do *iceberg* representada na Figura 6, torna-se intuitivo que, ao reduzir o volume do *stock*, os problemas serão revelados, podendo ser mais facilmente eliminados.

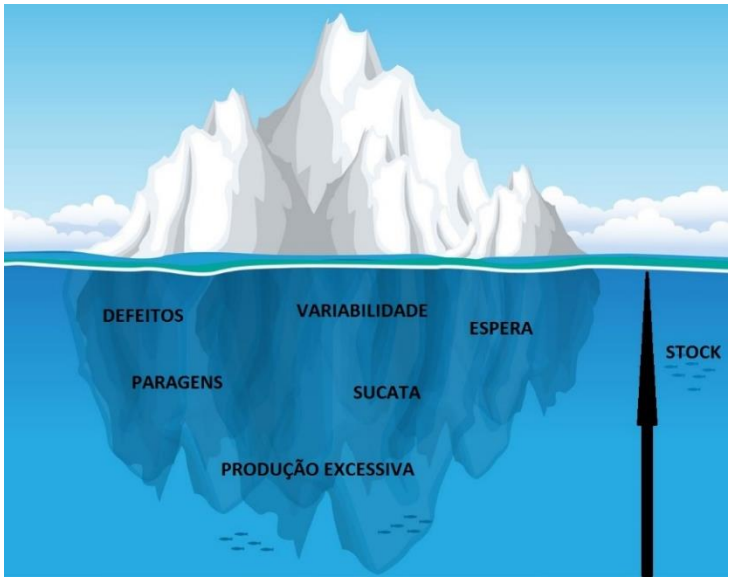


Figura 6 - Efeito Iceberg. Adaptado de: (Earley 2013)

Para que uma organização adote a produção *Just-in-time*, o fluxo produtivo deve ser de índole *Pull* (fluxo puxado), um dos princípios descritos da filosofia *Lean*. O conceito *Pull* está orientado para o cliente, pelo que o processo produtivo é apenas iniciado pelo consumo ou quando são realizadas encomendas por parte dos clientes.

No fluxo *Pull*, a produção é precisa, com pequenos lotes e inventários e prevalece o foco na eliminação de desperdícios. Para além destes aspetos, a gestão de inventários é realizada com base na produção, contribuindo para a redução do *Muda*. Assim, o *Pull flow* é um dos princípios mais relevantes do TPS e está relacionado com a produção por encomenda, ou *make-to-order*. Este fluxo contraria o *Push flow*, no qual a produção é feita para gerar *stock* com base em previsões de vendas, sendo que os produtos são "empurrados" desde o início da cadeia até ao cliente final.

2.1.3 Melhoria Contínua – *Kaizen*

Kaizen é uma palavra japonesa que complementa dois conceitos, sendo que *Kai* significa "mudar" e *Zen* significa "melhor". Desta forma, *Kaizen* significa "melhoria contínua". O conceito *Kaizen* surgiu após a II Guerra Mundial, com o intuito de aumentar a produtividade e produzir bens e serviços de valor acrescentado, reduzindo ao mesmo tempo desperdícios. Para Imai (2012), presidente do Instituto *Kaizen*, "*Kaizen* não é somente melhoria contínua, mas é sim melhoria todos os dias, em todo o lado, para toda a gente, sendo um modo de vida das organizações modernas em que a melhoria contínua é um hábito diário".

As organizações devem conduzir os seus esforços no sentido de implementar práticas de gestão relacionadas com o controlo da qualidade, fluxo do processo produtivo, eficácia, zero defeitos e JIT.

Na Figura 7, é possível observar que a filosofia *Kaizen* engloba todas estas práticas de gestão, entre outras.



Figura 7 - Guarda-chuva das práticas do *Kaizen.* Fonte: (CRW 2015)

A filosofia *Kaizen* deve estar presente transversal e verticalmente entre todos os colaboradores de uma organização, desde a gestão de topo até aos operadores. A gestão de topo deve desenvolver a estratégia e fomentar a prática de ações de melhoria contínua, estabelecendo objetivos claros tendo sempre em conta o *gemba*, local onde a produção acontece.

Segundo Imai (2012), existem alguns conceitos que são relevantes para a garantia do sucesso da filosofia *kaizen.* São eles:

- "*Kaizen* e a gestão": salienta a importância do envolvimento dos altos quadros de gestão na definição e aplicação de métricas *kaizen.*
- "Processo vs resultado": indica que o sistema *kaizen* é orientado para o processo e para a sua melhoria.
- "Qualidade primeiro": é o conceito que define a qualidade como prioridade, uma vez que a existência de clientes insatisfeitos leva ao declínio do negócio.
- "Falar com os dados": determina a importância na quantificação das análises realizadas, evitando suposições e palpites.

Deve-se tentar contrariar constantemente a resistência e envolver todos os colaboradores, especialmente os trabalhadores do *gemba*. Valorizar as suas opiniões e os seus contributos torna-se relevante, uma vez que são estes que convivem com os equipamentos e os processos numa base diária. Assim, além da ênfase na prática de melhoria continua, os colaboradores também estarão mais motivados para atingir o sucesso da empresa ao sentirem que são valorizados.

2.2 *Total Flow Management*

Total Flow Management é um dos pilares dos princípios do *Kaizen* que se relaciona com a criação de um sistema de fluxo *Pull* em todas as operações da cadeia de abastecimento. O modelo *Total Flow Management* está interligado com o *Toyota Production System*, uma vez que o fluxo é gerado a partir da procura do cliente e é puxado por todas as operações da cadeia.

Este modelo é um modelo "total", na medida em que engloba quatro domínios fundamentais para a melhoria de uma empresa. Os quatro domínios de melhoria relacionam-se com o fluxo de produção, com o fluxo de logística interna e o fluxo de logística externa, os quais garantem a estabilidade da cadeia de abastecimento, que representa o primeiro domínio. A estabilidade é assegurada quando os três fluxos anteriores se encontram otimizados, sendo que posteriormente se poderá proceder ao desenho de toda a cadeia de abastecimento (Coimbra 2013). Na Tabela 1, é possível observar o modelo do *Total Flow Management*.

Tabela 1 - O Modelo *Total Flow Management.* Adaptado de: (Coimbra 2013)

II. Fluxo de Produção	III. Fluxo Interno de Logística	IV. Fluxo Externo de Logística
Automação de Baixo Custo	Planeamento Pull	Planeamento Total em Pull
SMED	Nivelamento	Fluxo de Entrega
Trabalho *Standard*	Sincronização	Inbound e Sourcing
Bordo de Linha	Mizusumashi	Milk run
Layout e Desenho da Linha	Supermercados	Desenho de Armazém
I. Estabilidade		

Estabilidade: este domínio está relacionado com o TPS, uma vez que, para criar fluxo, é necessário atingir um certo nível de estabilidade em termos dos 4M – Mão-de-obra, Máquinas, Materiais e Método. A estabilidade entre os 4M revela-se muito importante pois determina o quão autênticos são e até que ponto se pode confiar nas pessoas envolvidas e nos processos (Coimbra 2013).

Fluxo de Produção: o segundo passo para a implementação do modelo *Total Flow Management* está associado à melhoria do fluxo de produção, por forma a atingir um fluxo peça-a-peça, a criar flexibilidade nas alterações de encomendas e de máquinas (*set up*) e melhorar a eficiência dos operadores (Coimbra 2013).

Fluxo Interno de Logística: o terceiro domínio deve estar sempre interligado e em conformidade com o segundo domínio. O fluxo de logística interna inclui todos os movimentos de pequenos materiais dentro da fábrica e todos os movimentos de informação provenientes das ordens de fabrico dos clientes (Coimbra 2013). Assim, a produção e a logística desenvolverão em conjunto a implementação de um sistema *Pull*.

Fluxo Externo de Logística: o quarto domínio inclui todos os movimentos externos de receção e entrega de paletes de materiais, criando um fluxo de informação relacionado com as ordens dos clientes (Coimbra 2013).

O domínio de melhoria que será objeto de estudo na presente dissertação está associado ao fluxo de produção, destacando-se o bordo de linha, o trabalho *Standard*, a gestão visual e a marcação da linha. O planeamento *Pull* presente no terceiro domínio foi garantido através da implementação de cartões *kanban*.

2.2.1 Bordo de Linha

O bordo de linha está presente no segundo domínio, fluxo de produção, e refere-se à implementação de locais de acesso aos componentes necessários à produção de forma a reduzir movimentações em termos de distância e de tempo gasto. Um bordo de linha corretamente desenhado deve obedecer aos seguintes critérios (Coimbra 2013):

1. A localização de todos os componentes deve ter em conta a minimização dos movimentos de *picking* dos trabalhadores do chão de fábrica;
2. A localização dos componentes deve minimizar as movimentações dos operadores que abastecem a linha, isto é, dos operadores logísticos;
3. O tempo necessário para a troca de componentes de um produto para o outro deve convergir para zero;
4. A decisão de repor e reabastecer os componentes deve ser intuitiva e instantânea.

Assim, para que estes critérios sejam cumpridos, a localização dos componentes, o tipo de contentor e o fluxo deste na linha de produção devem ser cuidadosamente estudados e desenhados. Qualquer solução implementada deve estar alinhada com o fluxo de logística interna para que se revele eficiente.

No entanto, o principal foco da construção de um bordo de linha é a minimização dos movimentos dos operadores com a alocação dos componentes o mais próximo possível do local onde vão ser utilizados. A produção deve apenas lidar com a manufaturação dos produtos e promover o foco na qualidade dos seus produtos e no tempo que necessitam para transformar as matérias-primas em produtos acabados de valor acrescentado (Coimbra 2013).

É evidente que existe uma forte conexão entre bordo de linha e trabalho *Standard*, no sentido em que a devida alocação dos materiais necessários no devido tempo tende a minimizar as deslocações dos trabalhadores, o que assegura a prática de *Standard work* (Coimbra 2013).

A localização do bordo de linha é crucial para que se cumpram os quatro critérios apresentados, minorando os movimentos dos operadores. A melhor localização é aquela que promove menos deslocações e na qual os componentes estão sempre alocados no mesmo sítio. Assim, pode-se afirmar que, nos casos em que o bordo de linha está localizado na frente do operador, os quatros critérios são satisfeitos. Na Figura 8, é possível observar a representação de um bordo de linha localizado na frente do operador.



Figura 8 - Representação de um bordo de linha. Fonte: (Augusto 2016)

No entanto, colocar o bordo de linha na frente do operador pode não ser muitas vezes possível devido ao *Layout* das linhas. A definição do local do bordo de linha deve ter em conta a facilidade do abastecimento logístico na linha de montagem.

A utilização de contentores pequenos promove o aumento da produtividade e do desempenho da montagem de componentes, uma vez que reduz as áreas de *stock*, as deslocações e a carga do operador.

2.2.2 *Standard Work*

O conceito de trabalho normalizado surgiu na Toyota como forma de minimizar os movimentos dos trabalhadores, proporcionando a criação de melhorias nos processos produtivos. O estabelecimento de movimentos *Standard* promove a fluidez dos processos e contribui para o foco no acréscimo de valor, adotando movimentos o mais curtos e acessíveis (Coimbra 2013). Segundo Ohno, "não existe *Kaizen* sem trabalho *Standard*".

A normalização dos processos é essencial para a garantia de um fluxo contínuo de produção. É importante assegurar que as operações são realizadas constantemente na mesma sequência e da mesma forma, para que se preserve a estabilidade de todos os processos.

O *Standard work* promove a eliminação de desperdícios *Muda* e *Muri*, uma vez que reduz as movimentações dos trabalhadores, minimiza e estabiliza a geração de *stocks* intermédios (WIP) e, ao mesmo tempo, diminui o *takt time* – tempo disponível para produção dividido pela procura do mercado. Além disso, a implementação do trabalho *Standard* contribui para a deteção de problemas e anomalias que, de outra forma, não seriam evidentes.

2.2.3 Gestão Visual

A gestão visual corresponde a uma técnica *Kaizen* que permite facilitar a implementação e o cumprimento dos métodos do trabalho *Standard*. A maior parte da informação nos seres humanos é obtida a partir da visão, o que significa que a gestão visual é uma ferramenta fundamental para o bom funcionamento do método operativo e das tarefas de trabalho.

Esta componente permite a documentação e apresentação de dados de forma intuitiva para todos, através de imagens, gráficos e diagramas ou cartões *kanban*. A sinalização das áreas de trabalho e a identificação de todos os materiais e da sua alocação são fatores determinantes para garantir a existência de gestão visual. A gestão visual também se relaciona com a deteção de anomalias numa linha de produção, como por exemplo, através de implementação de sistemas *Andon*. Os sistemas *Andon* são constituídos por equipamentos com sinais luminosos que informam o operador do estado do funcionamento do equipamento, promovendo a sua melhor gestão visual.

Assim, é crucial definir áreas para os bordos de linha e para a localização das matérias-primas e definir as zonas de alocação dos materiais na linha de produção. Na Figura 9, é possível observar três exemplos da gestão visual.

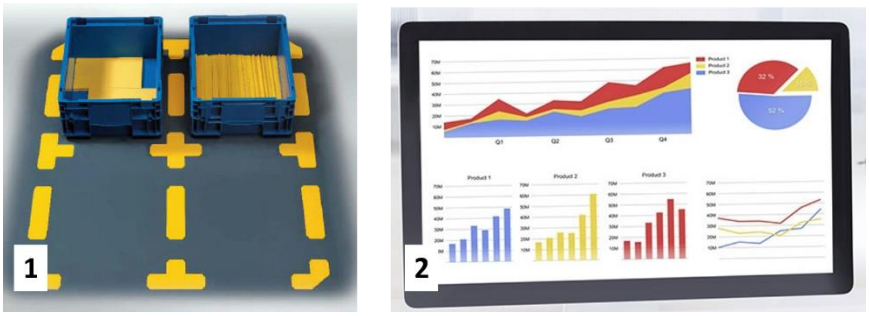


Figura 9 - 1: Definição da localização de materiais e marcação da linha. Fonte: (Lean Products 2015); 2: Gráficos. Fonte: (Markovitz 2016)

2.3 Ferramentas *Lean*

Existem várias ferramentas que podem ser utilizadas na metodologia Lean. O sucesso da implementação desta metodologia irá depender do compromisso entre a organização e a plena execução das ferramentas que serão analisadas nos subcapítulos seguintes.

2.3.1 Metodologia 5S

A metodologia 5S teve origem no Japão e é uma das ferramentas *Lean* mais utilizadas para fomentar a melhoria contínua, tornando visíveis os problemas onde quer que possam existir (Pinto 2008).

A adoção das terminologias 5S tem como principal intuito a criação de postos de trabalho mais organizados, eficientes, limpos e seguros, eliminando os desperdícios derivados da desorganização do chão de fábrica. A metodologia 5S baseia-se em 5 palavras japonesas que começam com "S", as quais se referem a práticas de bom senso e senso comum (Pinto 2008). As 5 fases da metodologia 5S encontram-se representadas na Figura 10, sendo descritas de seguida.



Figura 10 - Metodologia 5S. Fonte: (Madia 2016)

***Seiri* (Triagem)**

A primeira etapa para a implementação da metodologia 5S relaciona-se com a divisão entre o que é necessário para o processo e o que não é. A acumulação de materiais e ferramentas é comum e gera desorganização do posto de trabalho. Assim, o que é desnecessário no chão de fábrica deve ser removido e o que é imprescindível deve ser mantido e alocado de forma organizada, para promover um fluxo de materiais eficiente (Pinto 2008).

***Seiton* (Organização)**

A segunda etapa da metodologia 5S passa pela organização do que foi considerado imprescindível na etapa anterior. Assim, todos os materiais e ferramentas devem estar devidamente organizados no posto de trabalho, com sistemas de arrumação em locais de fácil acesso e identificados (Pinto 2008).

***Seiso* (Limpeza)**

Na terceira etapa, o objetivo é melhorar as condições do posto de trabalho, adotando métodos de limpeza que promovam a melhoria do ambiente de trabalho. Todas os materiais utilizados no processo produtivo, tais como ferramentas, devem ser devidamente limpos, assim como as paredes e o chão do *gemba*. "Um local de trabalho limpo transmite a mensagem de que ali se procura trabalhar com qualidade" (Pinto 2008).

***Seiketsu* (Normalização)**

A quarta etapa consiste na criação de normas para manter o espaço de trabalho consistentemente organizado. Todos os procedimentos do processo produtivo deverão ser normalizados com recurso a planos, etiquetas, cores e instruções. Esta etapa é fundamental para a manutenção das três fases anteriores (Pinto 2008).

***Shitsuke* (Disciplina)**

A criação de hábitos de melhoria contínua nem sempre é fácil, uma vez que existem práticas instaladas que tendem a não desaparecer por completo. Assim, pode-se afirmar que a quinta etapa é a mais difícil de concluir, pois consiste na sistematização e manutenção das normas e padrões da organização. "Disciplina significa trabalhar consistentemente através de regras e normas de organização, arrumação e limpeza" (Pinto 2008).

2.3.2 *Kanban*

Uma das formas de sinalização do fluxo de produção num sistema *Pull* consiste na utilização de *kanbans*. *Kanbans* são sistemas de sinalização e são o meio pelo qual a produção JIT é alcançada. O termo *Kanban* deriva de "Kan" que significa "visual" e de "ban" que significa "cartão".

O princípio associado ao *kanban* relaciona-se com o facto de a produção só se iniciar quando o sinal é enviado. O cartão *kanban* deve conter informação sobre a identificação do material a produzir, como produzir e em que quantidades (Hines *et al.* 2011). Para além disso, deve conter a identificação do fornecedor e do cliente.

De acordo com a produção JIT, o operador do processo seguinte retira as peças do processo anterior, deixando um *kanban*, ou seja, um sinal de que o processo anterior tem que repor aquilo que foi consumido pelo processo posterior. O último processo produz apenas a quantidade descrita no cartão *kanban*. O sistema *kanban* puxa o processo produtivo, criando uma relação cliente-fornecedor internos, na qual o cartão *kanban* é utilizado para movimentar o fluxo de materiais e de informação (Pinto 2008). Para cada lote de produção existe um cartão *kanban* correspondente, que deve estar sempre junto dos respetivos materiais. Apenas os componentes sem defeitos são transportados para o processo seguinte.

Assim, o cartão *kanban* surge com o intuito de combater o efeito da variação da procura, nivelando a produção e reduzindo o *work-in-process*, o inventário e os desperdícios provenientes da produção. Na Figura 11, é possível observar a relação entre o fluxo de informação, o fluxo de materiais e a movimentação dos cartões *kanban*.

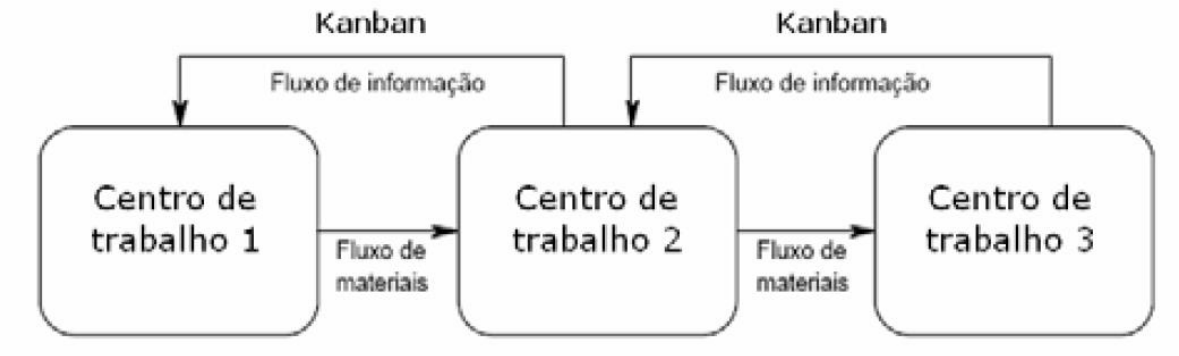


Figura 11 - Modo de funcionamento do sistema *kanban*. Adaptado de: (Pinto 2008)

2.4 *Total Productive Maintenance*

Total Productive Maintenance é uma das metodologias mais eficientes para promover a melhoria dos serviços de manutenção e, ao mesmo tempo, aumentar a eficiência e longevidade dos equipamentos. Deste modo, a TPM é uma ferramenta *Lean*, pois tem como principal foco reduzir os desperdícios mais comuns das operações de produção (Nakajima 1990). Na Figura 12, é possível observar as causas das perdas relacionadas com o modelo TPM.

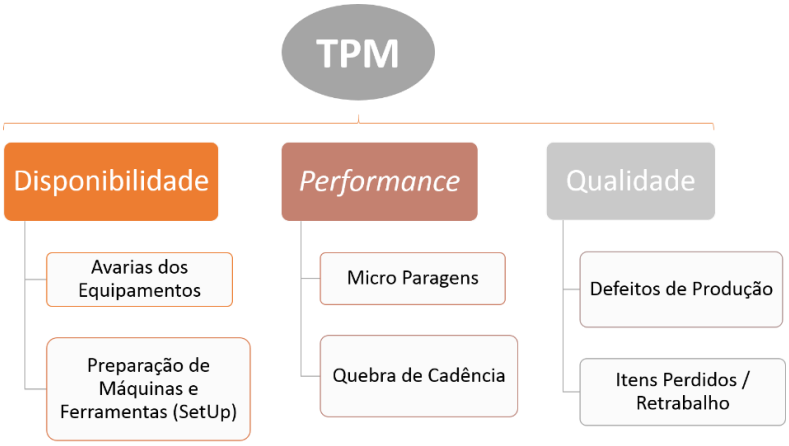


Figura 12 - As seis perdas da metodologia TPM. Adaptado de: (Jones 2015)

Um dos ideais desta metodologia é a envolvência de todos os colaboradores, desde a gestão de topo aos operadores, valorizando todas as capacidades de todos os envolvidos, para que a organização consiga manter-se competitiva. Assim sendo, pode-se afirmar que o operador de cada equipamento é o elemento crucial da metodologia TPM, uma vez que o operador irá estar envolvido em todas as variações do funcionamento da máquina. Com a adoção desta metodologia, é dada mais relevância à manutenção básica ou preventiva, tentando evitar o apelo ao departamento de manutenção. Ora, este facto irá implicar que os operadores dos equipamentos tenham a devida formação e treino. A implementação desta metodologia de manutenção tem como objetivo a obtenção de um nível de produção com zero acidentes, zero avarias e zero defeitos (Nakajima 1990).

Manutenção Autónoma

A Manutenção Autónoma é uma das temáticas mais relevantes da TPM e insere-se na manutenção preventiva. É uma estratégia que, quando adotada, contribui para a diminuição do número de interrupções e paragens de máquinas numa linha de produção e contribui ainda para o aumento da qualidade dos produtos e consequente diminuição de não-conformidades, uma vez que os equipamentos tendem a funcionar na sua capacidade normal. A criação e implementação de rotinas *Standard* gera a estabilização e a melhoria dos equipamentos (Gomes *et al.* 2011).

Os passos para a implementação da Manutenção Autónoma relacionam-se com a formação e treino dos operadores, para que conheçam o funcionamento dos equipamentos, com a limpeza e inspeção, com a eliminação de quaisquer contaminações, com o desenvolvimento de métricas *Standard* e com o consequente aperfeiçoamento dos *Standard*s criados.

Os operadores devem assumir a responsabilidade pela operação correta dos equipamentos ao executarem as atividades de limpeza, lubrificação e eliminação das causas para evitar a deterioração dos seus equipamentos. Devem ainda detetar e relatar quaisquer anomalias que surjam. Os erros de operação são muito comuns e podem originar falhas graves nos equipamentos (Gomes *et al.* 2011).

Com a responsabilização, os operadores estarão mais aptos a responder e atuar em situações críticas, não sendo necessário recorrer aos fornecedores dos equipamentos para reparações.

2.5 Metodologia DMAIC

A metodologia DMAIC relaciona-se com um processo de circuito fechado que tem como objetivo a redução de tarefas improdutivas e o foco em novas formas de melhoria (Kwak e Anbari 2006). Esta metodologia é parte integrante da filosofia *Six Sigma* e é muito utilizada em projetos de melhoria de qualidade. As fases constituintes da metodologia DMAIC são *Define, Analyse, Measure, Improve* e *Control*, como se pode observar na Figura 13, e que são descritas de seguida.



Figura 13 - As 5 fases da metodologia DMAIC. Fonte: (Dias 2014)

Define:

A fase *Define* consiste em definir o projeto, a sua função e os seus limites, sendo que o objetivo a atingir deve estar em conformidade com a atividade e o percurso da organização. Devem ser definidos também os benefícios que se esperam obter com a realização do projeto (Kwak e Anbari 2006).

Measure:

Na fase *Measure*, definem-se as métricas necessárias no processo para que seja possível atingir o objetivo pretendido. Assim, esta fase tem como propósito a criação de uma base de dados relativos a observações realizadas ao processo produtivo, através de ferramentas que permitam uma avaliação instantânea do estado do processo, de modo a identificar os problemas. Nesta fase é necessário que o sistema de medição seja eficaz e adequado, para que seja possível uma análise posterior rigorosa e precisa (Kwak e Anbari 2006).

Analyse:

Esta fase apoia-se na análise das principais causas e motivos da ocorrência de falhas e defeitos que têm impacto no processo produtivo, de forma a eliminá-las. Assim, o objetivo é estudar os dados obtidos na fase anterior, determinando as causas de variações existentes no processo produtivo (Kwak e Anbari 2006).

Improve:

Na fase *Improve* deve-se atuar de forma a melhorar o processo e a eliminar variações. As soluções devem ser testadas experimentalmente para comprovar a sua eficiência, constituindo assim um processo iterativo que será tanto mais forte quanto mais testes se realizarem (Kwak e Anbari 2006).

Control:

Após a implementação de soluções, é necessário proceder à fase *Control*. Nesta fase, as variações do processo são controladas para corresponder às necessidades dos consumidores. Desenvolve-se também uma estratégia para monitorizar e controlar os processos que sofreram melhorias (Kwak e Anbari 2006).

3 Descrição e Análise do Estado Inicial da Linha de Produção



No presente capítulo será apresentada a estrutura organizacional das operações na empresa, bem como o processo produtivo da linha em estudo e os respetivos produtos. Os subcapítulos 3.1, 3.2, 3.3 e 3.4 pertencem à fase *Define* da dissertação. Será realizada uma análise crítica ao estado inicial da linha produtiva, com a exposição dos aspetos e problemas mais relevantes. O presente capítulo compreende as fases *Measure* e *Analyse*, apresentadas no subcapítulo 3.5.

3.1 A Unidade Produtiva

A criação da ACC teve como principal objetivo gerar um acréscimo de valor nos desperdícios de matéria-prima da indústria da cortiça, mais propriamente, da produção de rolhas, com o intuito de conceber novos subprodutos para variadas áreas de negócio. As matérias-primas utilizadas nos processos da empresa englobam sobras de cortiça da produção de rolhas, rolhas recicladas ou defeituosas, e ainda outros desperdícios de produção provenientes de empresas externas ou internas ao grupo.

Na empresa fabricam-se, atualmente, dois grandes grupos de produtos: os produtos CC – "Cortiça com Cortiça" - e os produtos CB – "Cortiça com Borracha". Devido à existência de dois grupos de produtos, a fábrica possui duas unidades distintas e independentes, sendo que cada uma delas procede à sua própria aglomeração e transformação.

A estrutura do chão de fábrica da empresa está dividida em três grandes áreas: trituração, aglomeração e transformação. As secções operam como clientes e fornecedores internos entre si, para além de toda a atividade relacionada com o exterior.

A secção da trituração recebe as matérias-primas, procede ao processo de moagem e, após serem moídos, os grãos são separados de acordo com padrões em relação à sua granulometria, densidade e humidade. De seguida, a área de aglomeração recebe os granulados provenientes da trituração, aglomerando-os em blocos ou em cilindros. O processo de aglomeração consiste na criação de uma mistura de granulados de cortiça ou borracha com um aglomerante, o qual poderá ser uma cola aglomerante - polímero poliuretano. De seguida, a mistura é prensada, tanto em blocos paralelepipédicos como em cilindros, e é posteriormente colocada em fornos convencionais ou de alta frequência. Após um período de estabilização médio de 5 dias, segue-se a fase da transformação, na qual os blocos e os cilindros são laminados em placas e em rolos, respetivamente. As placas e os rolos podem ser considerados produtos acabados – "B2B: *Business to Business*" - ou podem ser novamente transformados e trabalhados para obter produtos customizados e de valor acrescentado para variadas áreas de negócio – "B2C: *Business to Consumer*". O produto acabado é embalado e transportado para o APA – armazém de produto acabado –, do qual será posteriormente expedido para o cliente.

A presente dissertação irá incidir sobre os produtos B2B2C na área da transformação da unidade de Aglomerados de Cortiça, mais propriamente, na linha de produção de *Memoboards*. A linha de *Memoboards* pertence à secção *Home&Office* e CCS – *Cork Costumized Solutions* – da área de transformação de cortiça, cujo *Layout* se encontra representado no Anexo D. Devido ao facto de se tratar de uma linha de produção direcionada para o consumidor final, a linha de *memoboards* localiza-se no final da cadeia de valor acrescentado, como se pode observar na Figura 14.



Figura 14 - Organigrama do modelo das operações da ACC. Fonte: (ACC 2017b)

3.2 Linha de Produção de *Memoboards*

A linha de *Memoboards* opera a dois turnos de 8h por dia, 5 dias por semana, com o total de 16 operadores: 9 no turno da manhã e 7 no turno da tarde.

A política de produção da linha de *Memoboards* converge unicamente para a satisfação de encomendas – *make-to-order*. Deste modo, são apenas gerados *stock*s intermédios relativos a produtos por embalar e a encomendas pendentes por inexistência de material.

A adoção da política produtiva *make-to-order* deve-se à própria vertente de customização da linha, uma vez que é necessário ter como foco as necessidades e pretensões dos clientes. Dependendo do cliente e das suas exigências, os procedimentos e as matérias utilizadas variam significativamente. Ainda que se reduzam *stock*s ao mínimo, o planeamento da produção não é linear, o que significa que o fluxo produtivo é variável. A presença do fator aleatoriedade nas encomendas gera uma barreira ao fluxo contínuo - um dos princípios *Lean*.

A linha de *Memoboards* é composta por três secções distintas, mas dependentes entre si. A primeira secção relaciona-se com a colagem e prensagem de placas de cortiça. A secção seguinte contém uma máquina seccionadora e, finalmente, a terceira secção é a de montagem e embalagem dos *Memoboards*. Atualmente, a linha em análise possui os seguintes equipamentos: Robôs elétricos e Prensa *Sergiani* na primeira secção e Seccionadora na segunda secção. A secção de montagem e embalagem contém uma máquina agrafadora, uma embaladora *L-Sealer*, uma colocadora de fita adesiva e, por fim, duas máquinas que colocam panfletos e etiquetas. Existe ainda uma máquina automática para a montagem de *memoboards* de uma única referência que, atualmente, não está funcional.

Na Figura 15, é possível observar o *Layout* das secções pertencentes à área dos *memoboards*, as quais serão alvo de estudo durante a dissertação.

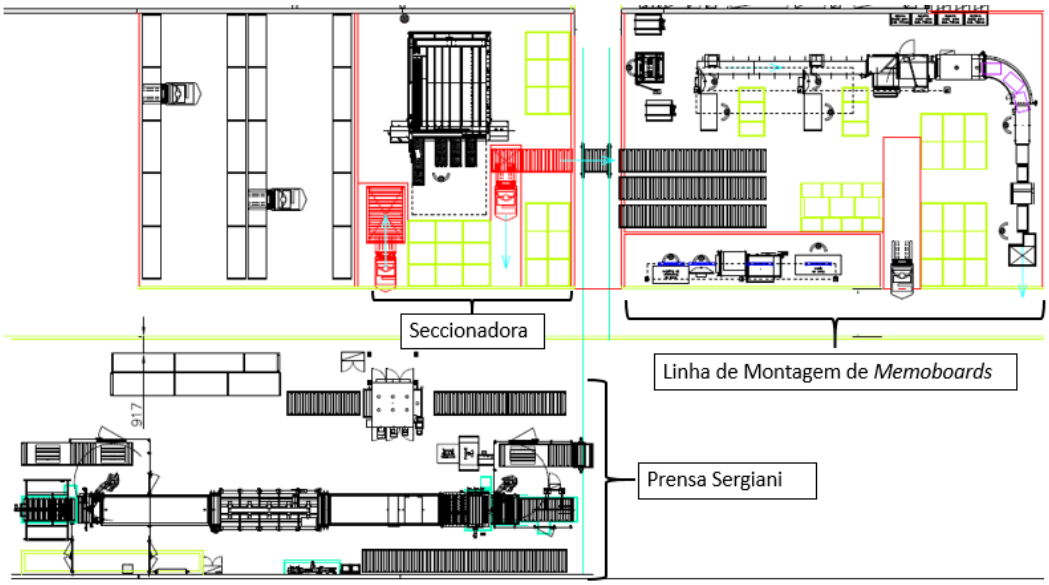


Figura 15 - *Layout* das secções pertencentes à área de *memoboards*

3.3 Produtos

Nesta secção são apresentados os produtos provenientes do processo produtivo da linha de *Memoboards*.

De entre as várias referências produzidas, distinguem-se dois grupos de *memoboards*: os que são encaixilhados com alumínio e os que possuem caixilho em ripas de madeira. Os *memoboards* de caixilho em alumínio não serão objeto de análise durante a dissertação, uma vez que o processo produtivo diverge significativamente dos *memoboards* com caixilho em madeira.

Assim sendo, todas as referências abordadas serão essencialmente relativas aos *memoboards* de madeira. São produzidos quadros de várias dimensões, com placas de diferentes tipos de materiais e, para as placas de cortiça, existem ainda várias vertentes para o tipo de placa que pode ser utilizado na produção da linha. Tendo em conta que estão disponíveis 35 dimensões, que a linha opera com 13 tipos diferentes de materiais e que, para os *memoboards* de cortiça, existem ainda 13 referências distintas de placas que podem ser utilizadas, a linha de *memoboards* tem a capacidade para produzir 1750 produtos diferentes entre si.

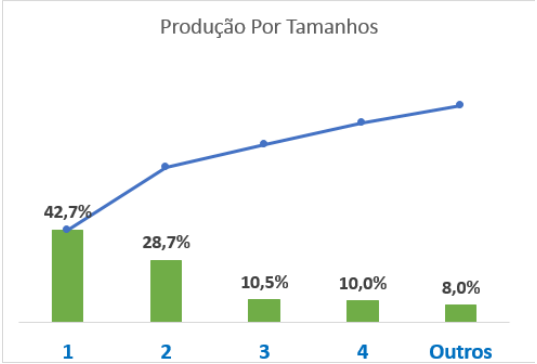


Figura 16 - Diagrama de *Pareto* para as dimensões dos *memoboards*

Na Figura 16, é possível observar a proporção entre as dimensões de *memoboards* produzidas na linha. As referências 1,2,3 e 4 são as que contribuem com maior peso para o volume de produção, pelo que as restantes foram agrupadas na categoria "outros". Através da análise do diagrama, verifica-se que as dimensões 1 e 2 são as mais produzidas, representando 71,4% do total da produção da linha.

A flexibilidade para produzir um grande número de referências confere à empresa a capacidade de diversificar, tornando possível o cumprimento das exigências de mercados cada vez mais competitivos. Dentro desta diversidade alargada, procedeu-se à divisão da produção em três grandes grupos de produtos: *Memoboards* de Cortiça Natural, *Memoboards* Não Cortiça e *Memoboards* Combinados. Na Figura 17, é possível observar a análise ABC realizada aos grupos de *memoboards*, tendo por base a produção durante o ano 2016.

		Produção	Proporção	Acumulada
A - Cortiça Natural	Cortiça 1	350380	64,0%	64,0%
B - Não Cortiça	Capa Magnética	125943	23,0%	87,0%
	Platex Negro	26720	4,9%	91,9%
	Softboard	17728	3,2%	95,1%
	Platex Branco	11596	2,1%	97,2%
C - Combinados	Combinado 1	11320	2,1%	99,3%
	Combinado 2	3940	0,7%	100,0%

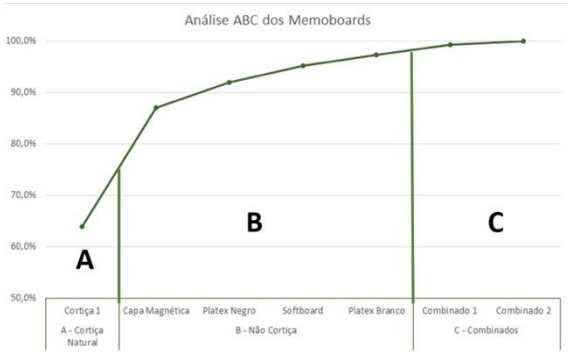


Figura 17 - Análise ABC com base no peso de cada grupo de *memoboards* em 2016.

Analisando a Figura 17, constata-se que os *memoboards* de cortiça natural são os que possuem maior peso na produção da linha e que os *memoboards* combinados têm um baixo volume de produção, comparativamente aos restantes. No Anexo C, é possível observar uma lista com a gama de produtos da linha de *memoboards*. Seguidamente, será realizada uma apresentação específica acerca dos três grupos abordados.

3.3.1 *Memoboards* de Cortiça Natural

Os quadros compostos por cortiça natural são os que possuem a maior proporção de produção da linha, o que lhes confere uma relevância significativa no que toca à análise dos processos produtivos. Devido ao elevado volume produtivo, os *memoboards* de cortiça natural configuraram a maior parte da análise da linha.

Evidenciam-se três tipos de *memoboards* de cortiça natural: os que possuem duas folhas de cortiça, os que possuem apenas uma folha e os mapas. No caso dos mapas, a ilustração pode ser colada na folha de cortiça ou pode ainda ser impressa na própria folha. Os *memoboards* incorporam uma placa de cartão no interior, sendo que as folhas de cortiça são coladas nas faces do cartão.



Figura 18 - 1:Cortiça natural dos dois lados; 2: Mapa Impresso; 3: Mapa-Mundo.

Na Figura 18 é possível observar os três diferentes tipos de *memoboards* de cortiça natural, sendo que na primeira imagem se encontra um quadro com cortiça natural em ambas as faces do cartão, no centro está presente um *memoboard* de cortiça com um mapa impresso e, por fim, apresenta-se um mapa-mundo cujo decorativo foi colado à folha de cortiça.

3.3.2 *Memoboards* Não Cortiça

Os *Memoboards* Não Cortiça são, como o próprio nome indica, todos os quadros cuja placa não possui qualquer decorativo em cortiça. Assim sendo, todos os materiais para a conceção dos quadros são obtidos a partir do exterior, não dependendo de qualquer processo dentro da linha de produção dos *memoboards*. Dentro deste grupo de *memoboards*, produzem-se quadros magnéticos, quadros em platex negro (semelhante à lousa), quadros em *softboard* e em platex com vinil. O material *softboard* é composto por uma mistura de pasta de papel e madeira. O material platex consiste num aglomerado de partículas de madeira duro. Analisando a produção do ano 2016, verificou-se a proporção de cada tipo de *Memoboard* Não Cortiça. Na Figura 19 é possível observar a comparação entre o volume de produção dos quatro tipos de quadros em questão.

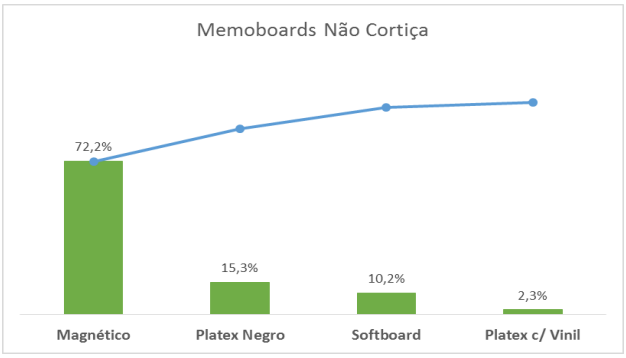


Figura 19 - Diagrama de *Pareto* da produção dos *memoboards* não cortiça.

Através da análise da Figura 19, constata-se que os quadros magnéticos detêm uma presença muito elevada na produção deste grupo de *memoboards*, pelo que os restantes se produzem em quantidades reduzidas em relação aos magnéticos.

A qualidade deste tipo de quadros está mais relacionada com a qualidade dos materiais fornecidos do que propriamente com a sua montagem, uma vez que as placas, quer sejam magnéticas ou dos restantes géneros, precisam de estar em conformidade com as exigências mínimas de qualidade, para que o produto final seja o desejado.

Na Figura 20, é possível observar um *memoboard* magnético e um em platex negro, ambos com ripa em madeira pinho.

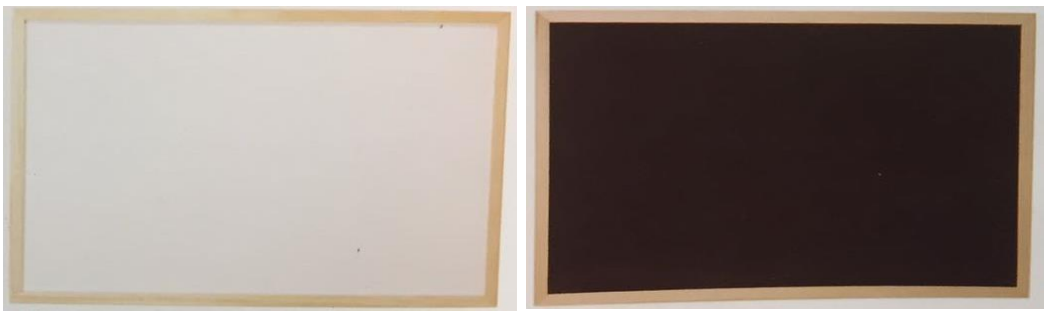


Figura 20 - *Memoboard* Magnético e *Memoboard* em Platex Negro.

3.3.3 *Memoboards* Combinados

Nos *Memoboards* Combinados, o objetivo é obter um quadro funcional, que permita não só a afixação de materiais como também a escrita. Dentro do grupo, produzem-se três tipos de *memoboards* combinados: quadros com decorativo de cortiça e platex com vinil, quadros com decorativo de cortiça e chapa magnética e, por último, quadros de cortiça com platex negro.

Na Figura 21, apresenta-se, a título de exemplo, um *memoboard* com decorativo de cortiça e chapa magnética.



Figura 21 - *Memoboard* Combinado de Cortiça e Magnético. Fonte: (ACC 2016)

Este grupo da família dos *memoboards* representa apenas 4% da produção anual da linha, pelo que são pouco significativos no que toca à analise de produtividade.

3.4 Processo Produtivo da Linha de *Memoboards*

Na presente secção será abordado o processo produtivo da linha de produção de *memoboards*, assim como as suas variações de acordo com os três grandes grupos de produtos descritos na secção 3.3. Será ainda apresentada uma análise de produtividade ao longo da descrição dos processos existentes até a obtenção dos produtos acabados.

Os blocos de cortiça aglomerada são laminados nas laminadoras com a dimensão e espessura requeridas para os *memoboards*, sendo posteriormente coladas e prensadas na prensa *Sergiani*. Após um período de estabilização, as placas coladas são seccionadas, caso seja necessário obter placas com diferentes dimensões. O processo que se sucede é a montagem das placas com as ripas correspondentes. Seguidamente, os *memoboards* montados são embalados e transportados para o Armazém de Produto Acabado, APA, para posterior entrega ao cliente.

Na Figura 22 é apresentado um fluxograma generalizado das operações integrantes da linha dos *memoboards*.

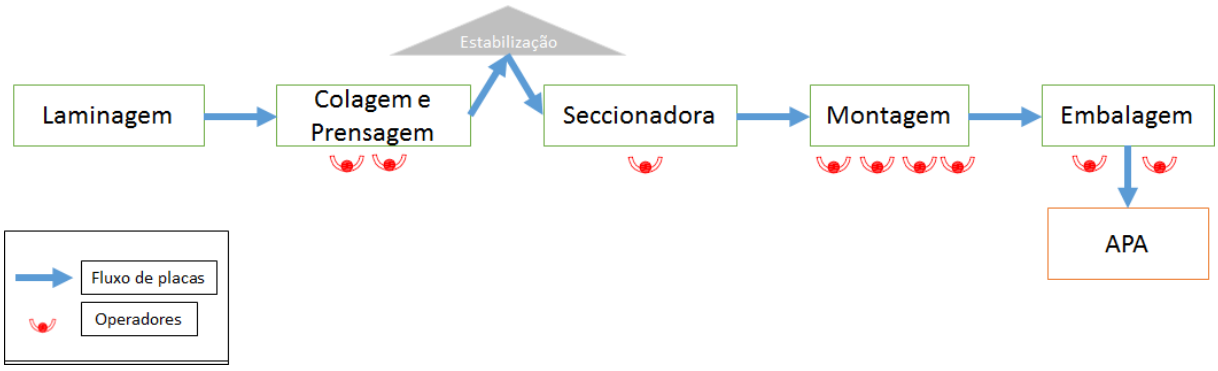


Figura 22 - Fluxograma geral do processo produtivo.

3.4.1 Colagem e Prensagem

O processo de colagem e prensagem é realizado na prensa *Sergiani*. Nesta secção são trabalhadas apenas as placas que irão ter um decorativo de cortiça, sendo que a maior parte se destina para os *memoboards* de cortiça natural e para a parcela de cortiça dos *memoboards* combinados. As folhas de cortiça provêm dos processos de laminagem, sendo que são utilizadas diferentes referências de acordo com a tipologia de *memoboard* que se pretende produzir.

Na fase inicial do processo de colagem, as placas de cartão onde irão ser coladas as folhas de cortiça são alimentadas por um robô elétrico para o tapete de colagem. Depois de aplicada a cola no cartão, são colocadas as folhas de cortiça e, seguidamente, são transportadas para a prensa, onde serão prensadas durante dois minutos. Após a prensagem, as placas são colocadas por um segundo robô em paletes.

A *performance* dos dois robôs mencionados verificou-se problemática. Tendo em conta que o robô que se encontra no fim do processo de prensagem, as suas ventosas de sucção pneumática deixam por várias vezes marcas nas placas durante o procedimento de agarrar e transportar, devido ao vapor de água que se forma. Este vapor de água é gerado pelo facto de as placas se encontrarem quentes após a prensagem. As marcas que se formam constituem um problema de produtividade, uma vez se tem que perder tempo a lixar as placas durante o processo de montagem dos *memoboards*. Na Figura 23, é possível observar as marcas provenientes das ventosas do robô que se encontra no fim da prensa *Sergiani*.



Figura 23 - Marcas causadas pelas ventosas de sucção do robô.

Observando o funcionamento do robô que alimenta cartão para a colagem, verificou-se que o seu funcionamento também é motivo de improdutividade das operações da prensa. O robô agarra frequentemente muito mais placas do que é suposto, causando a queda das placas excedentes. Deste modo, os operadores são obrigados a parar o processo de colagem para se deslocarem ao local de alimentação de cartão e reorganizarem todo o material nos devidos locais, causando desperdício de tempo e, muitas vezes, de material que fica danificado. A temperatura da prensa foi regularizada de forma a reduzir os defeitos que advêm da geração de vapor de água nas ventosas.

3.4.2 Corte na Seccionadora

A instalação da máquina seccionadora veio substituir a utilização de serras manuais. Assim, o processo de corte das placas decorre numa escala muito mais alargada e com maior produtividade, não exigindo grande esforço por parte dos colaboradores. Para a linha dos *memoboards*, a máquina seccionadora apenas opera durante o turno da manhã.

Nesta secção da linha efetua-se o corte de todos os materiais dos três grupos existentes, quer sejam placas para *memoboards* de cortiça natural, não cortiça ou combinados. As placas de cortiça natural provêm do processo de colagem e prensagem e as restantes são recebidas diretamente dos fornecedores. O corte é realizado de acordo com as medidas pretendidas pelos clientes, sendo que as placas cortadas são montadas posteriormente.

3.4.3 Montagem e Embalagem

A secção da linha onde se realiza a montagem e a embalagem é composta por 7 equipamentos. Estão presentes duas máquinas de agrafar, um tapete rolante, uma máquina embaladora seguida de estufa – *L-Sealer* –, uma máquina dispensadora de panfletos, uma máquina que coloca etiquetas e uma outra máquina que sela com fita adesiva as caixas de produto acabado.

Após o processo de corte das placas ser terminado, o material cortado é transportado para os tapetes de rolos presentes na secção de montagem. Estão presentes duas linhas de montagem de *memoboards*, onde as ripas são colocadas nas placas. De seguida, os quatro cantos dos quadros montados são agrafados nas respetivas máquinas. O operador que agrafa o quadro é também responsável por inserir os acessórios necessários e o panfleto devido, caso não se esteja a utilizar a máquina dispensadora de panfletos.

Os acessórios utilizados na produção de *memoboards* variam entre os seguintes: pinos, pinos magnéticos, marcadores, bandeiras e camarões. A utilização dos acessórios diverge de acordo com o tipo de *memoboard*, pelo que nos quadros com cortiça são normalmente inseridos pinos e, nos quadros magnéticos, são inseridos pinos magnéticos e marcadores.

O procedimento posterior é a embalagem, onde os quadros são envolvidos em filme de plástico e estabilizados na estufa. Seguidamente, inserem-se as etiquetas necessárias e os quadros são colocados em caixas, que são posteriormente seladas com fita adesiva. No fim dos procedimentos acima descritos os produtos acabados são transportados para o APA.

Na Figura 24, encontra-se demonstrado o *Layout* da linha de montagem e embalagem dos *memoboards*, no qual os operadores A realizam as operações de montagem, os operadores B realizam o processo de agrafagem e os operadores C procedem ao embalamento do produto acabado. Encontra-se ainda representada a legenda das máquinas existentes na linha.

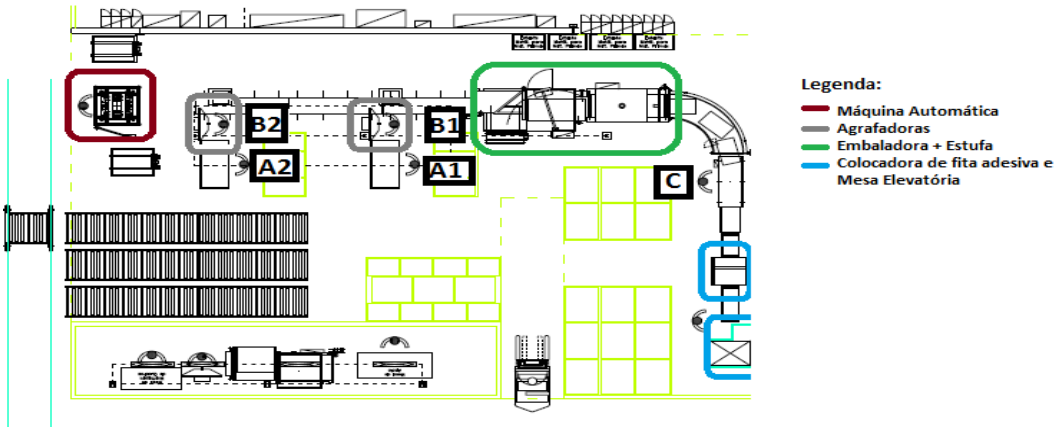


Figura 24 - *Layout* da linha de montagem dos *memoboards*.

3.4.4 Método Operativo

Na Tabela 2, é apresentado o método operativo da linha de montagem dos *memoboards*, sumarizando as operações, indicando o operador que deve realizar cada uma delas.

Tabela 2 - Método operativo da linha de montagem de *memoboards*.

Operação	Descrição	Operador
Montagem	Abastecer zona de trabalho com cartão e ripa; Colocação de 4 ripas no cartão; Repor cartão e ripa, sempre que necessário; Reembalar quadros.	Tarefa mais rápida A1/A2 1ª banca - tarefa mais rápida 2ª banca - tarefa mais rápida
Agrafagem	Agrafar o quadro nos 4 cantos; Colocar quadro no tapete, colocar panfleto e acessórios.	B1/B2
Embalagem	Montar caixa; Colocar etiqueta no quadro, se aplicável; Colocar quadros na caixa; Fechar caixas; Colocar caixas na palete; Colocar etiqueta na caixa;	C
Set up (durante uma ordem)	Abastecer agrafador com pack de agrafos; Substituir bobine de filme de plástico; Abastecer panfletos e acessórios.	B1/B2 B1+B2 2ª banca - tarefa mais rápida
Set up (final de ordem)	Retirar / Abastecer panfletos e acessórios; Retirar / Abastecer cartão; Retirar / Abastecer ripa; Preencher nota de produção.	A1 A2/B2 A2/B2 C
Movimentações	Zona de montagem e *stock* de ripa e cartão; Zona de agrafar; Zona de embalar.	A B C

3.4.5 Fluxograma do Processo Produtivo

No início do subcapítulo 3.4 foi apresentado um fluxograma generalizado do processo produtivo. Uma vez que se evidenciam diferenças significativas entre as operações dos *memoboards* de cortiça natural e dos *memoboards* não-cortiça, foi necessário especificar o processo produtivo para cada grupo, sendo que, por exemplo, os quadros que não possuem decorativo em cortiça não passam pelos mesmos procedimentos dos que realmente possuem cortiça.

Na Figura 25, é possível observar o fluxograma do processo produtivo com diferentes fluxos de acordo com o tipo de *memoboard*.

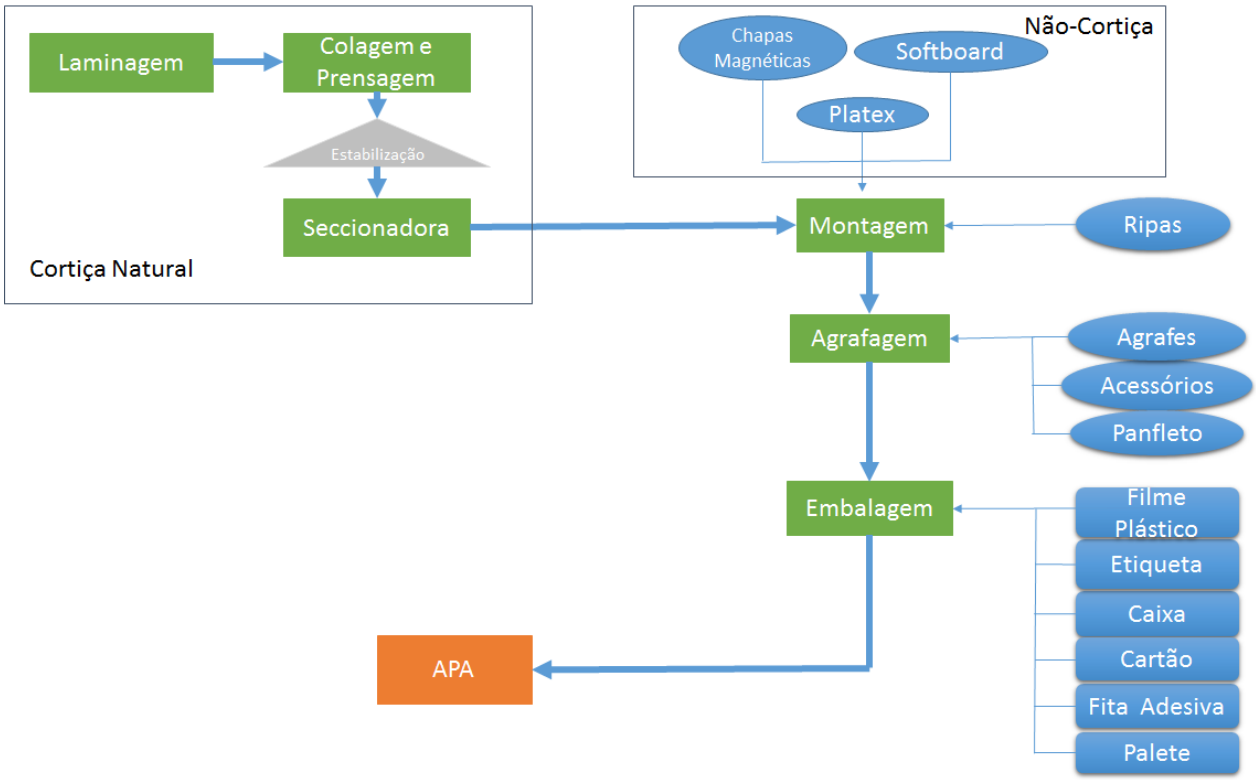


Figura 25 - Fluxograma detalhado do processo produtivo.

Assim, é evidenciado que apenas os quadros que contêm cortiça dependem do bom funcionamento produtivo das operações antecessoras à linha de montagem de *memoboards*, tais como a laminagem, a colagem e a prensagem. O processo de laminagem depende ainda da produção de blocos de aglomerados de cortiça e posterior retificação, que consiste no primeiro processo produtivo da secção de transformação. Nesta secção, os blocos são retificados de modo a remover quaisquer defeitos superficiais provenientes da aglomeração nos moldes, contribuindo desta forma para a redução da quantidade de desperdícios e para o aumento dos índices de produtividade das operações posteriores.

O processo de montagem e os seguintes da linha de *memoboards* reúnem as placas de cortiça e as que não possuem cortiça, obtendo como produtos acabados quadros dos três grandes grupos: *memoboards* de cortiça natural, *memoboards* não-cortiça e *memoboards* combinados.

3.5 Análise Crítica

A linha de produção de *memoboards* apresenta várias oportunidades de melhoria. Após a realização de uma análise à linha, certas oportunidades de melhoria foram identificadas quase de imediato, tais como a organização de estantes que se destinam à arrumação de panfletos, a marcação da linha de produção e a arrumação devida das matérias-primas necessárias para o funcionamento da linha. Assim, os problemas identificados inicialmente prenderam-se com a desorganização, desarrumação e sujidade, sendo necessária a implementação de metodologias 5S.

3.5.1 Construção da base de dados - *Measure*



Na fase *Measure*, foi realizada uma recolha de dados quantitativos relativos a tempos improdutivos e a defeitos de produção, tendo sido identificados os respetivos motivos. Na Figura 26, é possível observar o *template* construído para a base de dados de tempos improdutivos e respetivos motivos.

SEMANA	Data	Turno	Período de Observação (min)	Referência	Motivo	Minutos	TOTAL	%tempo improdutiv
7	13/fev	1	01:30:00	2	Mudança de rolo de plástico	00:04:00	00:04:00	4,44%
7	15/fev	1	02:00:00	3	Saídas de Operadores	00:06:00	00:34:24	29%
7	15/fev	1		3	Mudança de fita-cola	00:03:08		
7	15/fev	1		3	Paragens de Máquinas	00:01:56		
7	15/fev	1		3	Colocação de Materiais nos suportes	00:00:50		
7	15/fev	1		3	Limpeza	00:00:30		
7	15/fev	1		3	Paragens de Máquinas	00:10:00		
7	15/fev	1		3	Paragens de Máquinas	00:01:00		
7	15/fev	1		3	Manutenção autónoma	00:03:00		
7	15/fev	1		3	Saídas de Operadores	00:08:00		
7	15/fev	2	01:30:00	1	Mudança de rolo de plástico	00:04:00	00:04:00	4%
7	16/fev	2	01:30:00	4	Falta de material	00:28:00	00:28:00	31%
7	17/fev	1	02:00:00	4	Mudança de rolo de plástico	00:04:47	00:18:35	15%
7	17/fev	1		4	Outro	00:13:48		
8	20/fev	1	02:00:00	2	Saídas de Operadores	01:00:00	01:16:00	63%
8	20/fev	1		2	Colocação de Materiais nos suportes	00:01:00		
8	20/fev	1		2	Recolha de material	00:13:00		
8	20/fev	1		2	Saídas de Operadores	00:02:00		

Figura 26 - *Template* da base de dados de tempos improdutivos

3.5.2 Análise dos dados recolhidos - *Analyse*



A análise dos dados recolhidos permitiu evidenciar quais as principais causas para as paragens de produção e os defeitos. O período de observação da linha de produção assentou num total de 40 horas, contemplando os dois turnos e diversos períodos de cada turno. Das 40 horas analisadas, 9 horas foram relativas a paragens na produção, conferindo uma percentagem improdutiva de cerca de 23%. O valor atingido reflete a necessidade urgente de implementação de melhorias, as quais devem incidir sob as causas encontradas durante a análise. Na Tabela 3, é possível observar os motivos de tempos improdutivos da linha de *memoboards* e as respetivas proporções.

Tabela 3 - Proporção dos Motivos de Tempos Improdutivos

Motivos de Paragens	Tempo	Proporção
Paragens de máquinas	01:53:44	**28,5%**
Recolha de materiais	01:17:50	**16,5%**
Saídas de operadores	00:55:00	13,8%
Falta de material	00:50:50	**12,7%**
Mudança do rolo de plástico	00:30:00	7,5%
Mudança de encomenda	00:28:50	7,2%
Atrasos	00:20:00	5,0%
Manutenção autónoma	00:19:00	4,8%
Outros	00:16:13	4,1%

Através da análise da Tabela 3, é possível verificar que os motivos com peso mais significativo são as paragens das máquinas, a recolha de materiais, a saída de operadores e a falta de material, constituindo cerca de 68% do total de paragens. O motivo "saída de operadores" revelou-se ser causado maioritariamente por um único operador, cujas funções foram deslocadas da linha de produção de *memoboards*. Assim, as melhorias a implementar terão como principal objetivo reduzir os tempos de paragem provocados pelos restantes principais motivos (54%), evidenciados na Tabela 3 a cor laranja.

No decorrer da análise ao processo produtivo, foram ainda especificadas as paragens relativas ao procedimento de montagem e de agrafagem. Tanto na montagem como na agrafagem de *memoboards*, as causas mais notórias de tempos improdutivos foram relativas à recolha e colocação dos acessórios nos respetivos suportes e a paragens de máquinas, configurando cerca de 60% do tempo analisado.

Relativamente a defeitos de produção, criou-se igualmente uma base de dados com a mesma configuração dos tempos improdutivos, destacando o tipo de quadro, o período em análise, o número de defeitos e o motivo de defeito. Foram analisados os quadros retrabalhados ou com defeitos e os respetivos motivos. Na Figura 27, é possível observar o resultado da análise efetuada aos defeitos dos *memoboards*.

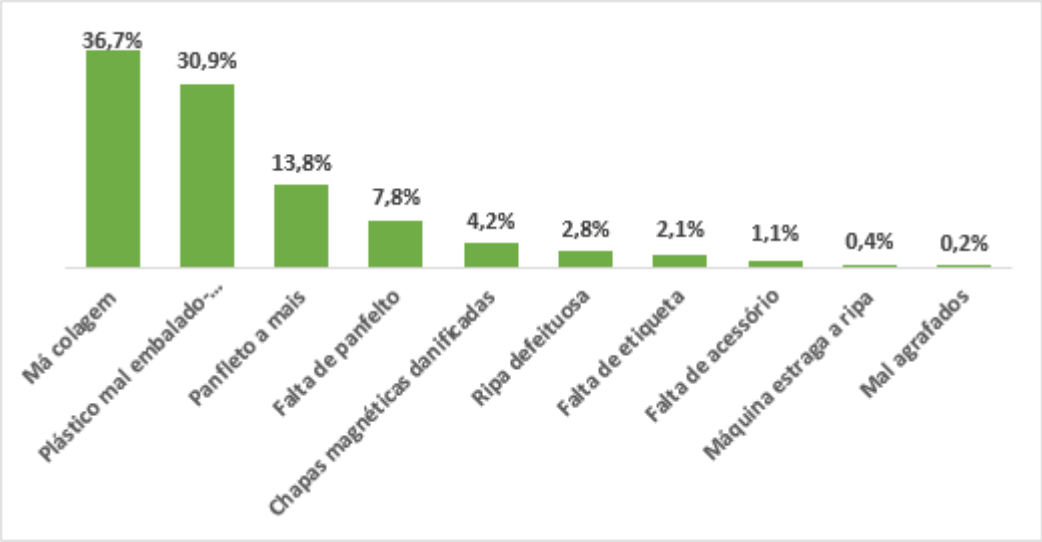


Figura 27 - Proporção dos motivos de defeitos dos *memoborads*

A má colagem advém do mau funcionamento da prensa *Sergiani* e relaciona-se com as marcas efetuadas pelos robôs ou com a dimensão incorreta das placas. O plástico mal embalado tem que ver com a embalagem dos *memoboards*, e acontece quando a máquina de embalar deixa de funcionar corretamente, obrigando a embalar novamente os quadros. A falta de panfleto e a existência de panfleto extra são relativas ao mau funcionamento da máquina colocadora de panfletos.

No próximo capítulo serão apresentadas as propostas de melhorias cuja implementação terá como principal intuito a aplicação de metodologias 5S, a redução dos tempos improdutivos mais relevantes e a redução de defeitos e retrabalho.

4 Propostas de Melhoria



No capítulo anterior procedeu-se à descrição da linha de produção e à definição do processo produtivo, destacando-se a quantificação de tempos de paragem e de defeitos e a respetiva análise. O presente capítulo constitui a fase *Improve*, na qual é realizada a apresentação de todas as melhorias propostas para a linha de *memoboards*, cujo intuito é a redução de paragens e de defeitos de produção descritos no subcapítulo 3.5. A fase *Control* encontra-se descrita no subcapítulo 4.5.

A apresentação das melhorias implementadas está organizada em quatro grandes temas, sendo o primeiro a melhoria da área de trabalho – melhorias 5S. Em segundo, é apresentada a implementação de um bordo de linha, seguida da construção e implementação de cartões *kanban*. Por último, é salientada a proposta de práticas de manutenção autónoma. As propostas descritas encontram-se atualmente implementadas.

4.1 Melhorias 5S

Durante o período de observação do processo produtivo e dos materiais necessários para o funcionamento da linha de *memoboards*, verificou-se que os problemas da área de trabalho se relacionavam com a desorganização na disposição dos materiais na linha, na falta de limpeza e na inexistência de normalização na disposição dos materiais diversos nos armazéns, tais como a ripa de madeira, as placas coladas e os acessórios.

As melhorias implementadas estão diretamente ligadas a praticamente todos os 5S, uma vez que o objetivo se prendeu com a obtenção de uma área de trabalho mais limpa, organizada e arrumada. Além disso, o 5ºS – *Shitsuke* – está presente em todas as melhorias, dado que se primou por transmitir a todos os colaboradores a importância de um posto de trabalho mais organizado e das vantagens e benefícios que se obtém, tais como o aumento dos índices de produtividade e de qualidade. Assim, com a colaboração de todos os envolvidos foi possível garantir a sistematização de todas as melhorias implementadas.

As melhorias descritas nos próximos subcapítulos foram propostas ao diretor industrial, às chefias e aos operadores, tendo sido aprovadas e posteriormente implementadas, por forma a reduzir o impacto dos problemas identificados.

4.1.1 Marcação da Linha de Produção

No decorrer da análise dos fatores críticos da linha de *memoboards*, tornou-se evidente a necessidade de delimitar zonas para os diferentes materiais, uma vez que era notória a constante desarrumação e desorganização, existindo paletes espalhadas pela linha. Para além da existência de demasiado *stock* intermédio de ripas e de cartão de embalar existentes na linha, não estavam normalizados os locais onde cada material deveria estar, nem estavam definidos os seus limites.

A desorganização contribuía para o aumento do *Muda* relacionado com as movimentações dos operadores, pelo que a marcação da linha teve em conta a minoração destes movimentos.

Numa fase inicial, foram retirados materiais que não eram necessários na linha de produção de *memoboards*, tais como sobras de ripa de madeira e embalagens de cartão dos acessórios, contribuindo para a implementação do 1ºS – *Seiri*. De seguida, foram definidos os materiais indispensáveis e o local onde estes devem estar alocados, por forma a diminuir as deslocações e facilitar a entrada de material e a saída de produto acabado da linha. Na Figura 28, é possível observar o esquema proposto para a marcação da linha de *memoboards*, posteriormente implementada.

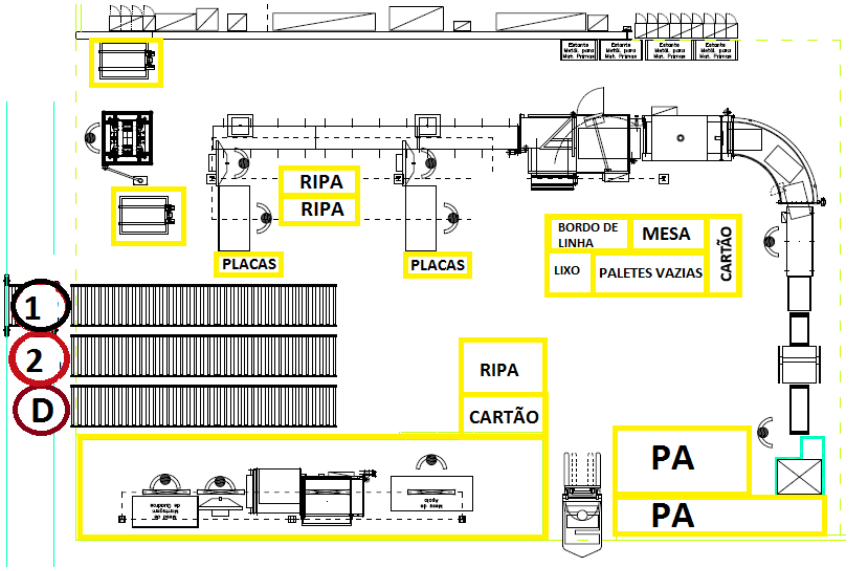


Figura 28 - Proposta de marcação da linha de *memoboards*

As zonas delimitadas a amarelo correspondem às zonas marcadas, com o intuito de separar os produtos acabados dos materiais em processo – WIP –, e definir as zonas onde estes materiais devem estar alocados.

Adicionalmente, definiu-se que os caminhos de rolos deveriam conter materiais específicos em cada um deles. Optou-se por alocar placas coladas da dimensão 1 no primeiro caminho de rolos, uma vez que esta dimensão é a que se produz em maior quantidade e mais frequentemente, estando as placas mais próximas das linhas de montagem e da máquina automática, que apenas produz quadros da dimensão 1. A dimensão que se produz mais para além da dimensão 1 é a 2, pelo que o caminho de rolos 2 terá apenas placas relativas à dimensão 2. O terceiro caminho de rolos terá placas das restantes dimensões.

Assim, a marcação da linha contribuiu para a melhoria das condições da área de trabalho, bem como para a redução dos desperdícios *Muda* relativos a movimentações e a *stock* intermédio desnecessário. Na Figura 29, é possível observar uma situação anterior à marcação da linha e uma situação posterior à marcação.

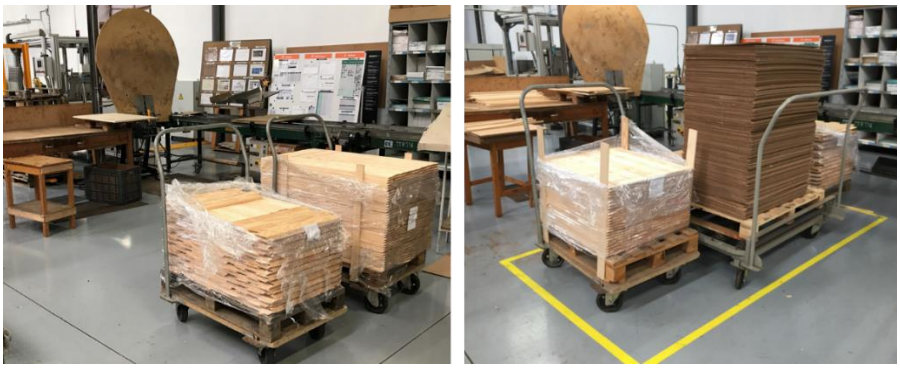


Figura 29 - Situação antes e depois da marcação da linha

4.1.2 Organização da Estante de Panfletos

O panfleto é um acessório com elevada importância na produção de *memoboards*, uma vez que cada *memoboard* possui um panfleto com as especificações do respetivo cliente e as propriedades do quadro produzido. Dada a existência de várias combinações distintas de clientes e tipos de quadros, a quantidade de referências de panfletos é, por conseguinte, muito elevada.

Para o armazenamento dos panfletos estão disponíveis 5 estantes junto da linha de produção, as quais foram analisadas. Após uma análise das referências utilizadas, verificou-se que estavam presentes nas estantes referências obsoletas, isto é, que já não iriam ter qualquer utilidade dada a descontinuação da produção do respetivo quadro ou de encomendas do cliente. Assim, estas referências foram retiradas das estantes, contribuindo para a implementação do 1ºS – *Seiri*.

Durante os períodos de observação da linha de produção, constatou-se que os operadores perdiam tempo útil na recolha do panfleto requerido em cada ordem de fabrico, uma vez que o processo de procura da referência estava dificultado devido à organização deficiente dos panfletos nas estantes. Estes fatores afetavam diretamente o tempo perdido na mudança de encomenda, pela que a procura de panfleto representava, em média, 2,5 minutos.

Com o objetivo de reduzir o tempo de recolha dos panfletos e de implementar o 2ºS – *Seiton*-, as referências foram agrupadas por famílias de clientes, por forma a que os panfletos ficassem alocados juntamente com outros do mesmo cliente. Adicionalmente, construiu-se uma tabela com as referências ordenadas por ordem crescente e numerou-se cada *rack* da estante, começando pelas de cima e terminando pelas localizadas mais abaixo. Na tabela construída, cada referência está relacionada com um número da *rack* das estantes. Deste modo, quando o operador lê a referência requerida pela ordem de fabrico, consulta imediatamente a tabela das referências ordenadas, uma vez que é muito mais intuitivo encontrar a referência que pretende, e visualiza em que *rack* se encontra o panfleto. Na Figura 30, é possível observar a tabela colocada na linha dos *memoboards* para facilitar o processo de recolha dos panfletos e um exemplo da localização de uma referência.

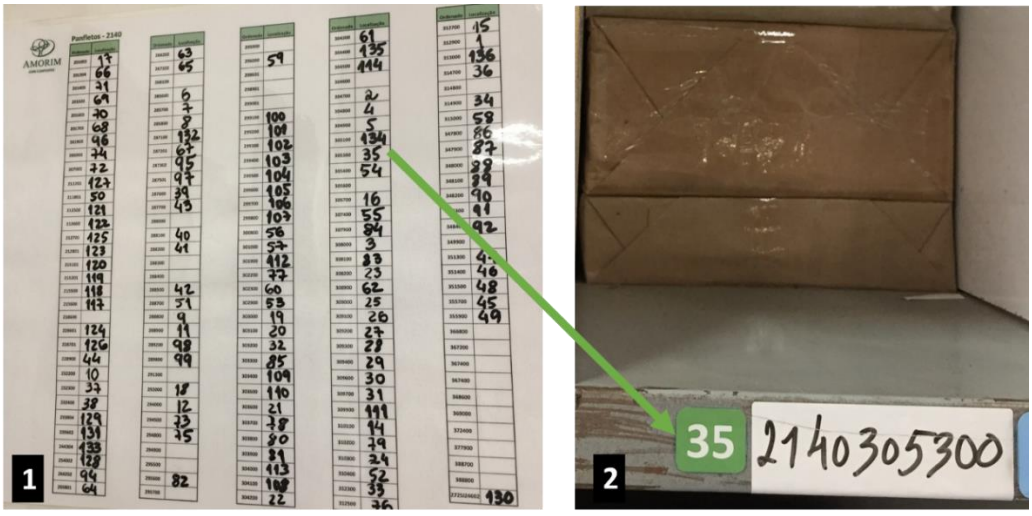


Figura 30 - 1: Tabela de referências de panfletos ordenada; 2: Exemplo de referência.

Desta forma, contribuiu-se para uma organização mais eficiente das estantes, tornando todo o processo de recolha do panfleto mais intuitivo e mais rápido para os operadores. Após a implementação destas medidas, constatou-se que o tempo de recolha de panfleto passou a ser, em média, de 1 minuto, reduzindo em 60% o tempo perdido na situação anterior.

Considerando que se muda de encomenda em média duas vezes por turno, que apenas um operador executa a tarefa de cada vez e que o custo de um operador da linha de *memoboards* por hora é de 15€, obteve-se uma estimativa da redução anual dos custos de 450€. Na Tabela 4 é possível observar o cálculo do valor obtido.

Tabela 4 - Estimativa da redução de custos com a organização dos panfletos

Redução de tempo	1,5 minutos
Redução €/hora	(15/60)*1,5 = **0,5€/hora**
Nº médio de recolhas/turno	**2 recolhas**
Nº de turnos	**2 turnos**
Nº de operadores	**1 operador**
Nº de dias de trabalho/ano	**225 dias**
Total da redução	0,5*2*2*1*225 = **450€/ano**

No período de observação da linha foram ainda detetados tempos improdutivos relacionados com a falta do panfleto indicado na ordem de fabrico, devido à contabilização medíocre dos panfletos em *stock*. Como a quantidade de panfletos não era visível, ocorria muitas vezes faltar um ou dois panfletos para terminar a encomenda, levando a que se gerasse WIP relacionado com encomendas por terminar.

Em complemento com a organização das estantes, o *stock* existente de cada referência de panfletos foi quantificado, por forma a erradicar as situações de falta de panfleto, isto é, falta de material. Na Figura 31, é possível observar a quantificação de uma determinada referência de panfleto.



Figura 31 - 1:Situação anterior; 2:Exemplo de quantificação de panfletos

Ficou estabelecido e normalizado que, no momento em que os operadores concluem uma determinada ordem de fabrico, devem descontar o número utilizado de panfletos nessa ordem, para atualizar o *stock* existente da referência em causa.

A quantificação do *stock* de panfletos revelou-se benéfica tanto para os colaboradores responsáveis pelas compras como para os operadores, uma vez que há uma gestão visual muito mais eficiente do *stock* que se encontra disponível, evitando deste modo a falta de panfletos.

4.1.3 Organização do Armazém de Ripas

A ripa de madeira é um material indispensável para o funcionamento da linha de *memoboards*, uma vez que, sem ripas, não é possível construir quadros com as placas de cortiça ou de qualquer outro material. Dada a sua importância, a forma como são armazenadas é igualmente relevante.

Os principais problemas identificados após a análise do fluxo de materiais necessários para a linha de produção relacionaram-se com a falta de identificação do fornecedor Y[2], a falta de identificação das paletes no armazém, a organização ineficiente devido ao espaço insuficiente para determinadas dimensões e a perda excessiva de tempo na recolha das paletes de ripa. Além destes problemas, verificou-se que existia ripa colorida alocada numa das filas do armazém, as quais se tornaram obsoletas uma vez que não tinham qualquer utilidade na produção de *memoboards*. Assim, foi realizada uma triagem das ripas que realmente eram necessárias e as que não possuíam qualquer utilidade foram retiradas, implementando o 1ºS - *Seiri.* As estantes de armazenamento sofreram também um processo de limpeza, de forma a retirar a sujidade provocada pelo funcionamento das máquinas localizadas junto do armazém, contribuindo para a aplicação do 3ºS – *Seiso*.

Numa fase inicial, foram analisadas as variáveis significativas para o armazenamento da ripa, evidenciando-se o fornecedor da palete de ripa, a dimensão da ripa presente na palete e, ainda, o rasgo da ripa. Neste momento estão disponíveis dois fornecedores, X[2] e Y[2], e utilizam-se três diferentes rasgos, sendo estes o 10mm, o 7,3mm e o 3,5mm. Após a definição das variáveis da ripa, procedeu-se à verificação da capacidade do armazém, em termos de estantes e de *racks*. Seguidamente, as compras de ripa no ano transato foram analisadas, por forma a identificar as combinações mais consumidas em termos de rasgo, fornecedor e dimensão de ripa. Com a obtenção das combinações mais utilizadas, foi possível determinar o número de *racks* necessário para cada uma, por forma a que a capacidade do armazém fosse melhorada em relação à situação anterior.

Da análise das compras de paletes durante o ano transato e o início de 2017, constatou-se que as paletes do fornecedor X são as mais consumidas e que o rasgo 7,3 é, também, o mais utilizado para a produção de *memoboards*. Tendo em conta o consumo semanal de cada dimensão de ripa e a quantidade de ripas que cada palete contém, foi possível obter o número de paletes necessárias por semana para cada dimensão e, assim, perceber quais as dimensões que teriam que ocupar mais capacidade do armazém. Na Tabela 5, é possível observar as principais dimensões por ordem decrescente de consumo, a respetiva quantidade necessária por semana e a comparação entre a situação inicial e a proposta de alocação de paletes no que toca a quantidades, no caso do rasgo mais consumido, o 7,3.

Tabela 5 - Análise da dimensão de ripa por consumo e quantidades de paletes propostas para o rasgo 7,3

Dimensão	%Consumo	Paletes/Semana	Qt Inicial	Qt Proposta	Acréscimo
590	28%	5	16	21	**31,3%**
395	26,6%	4	20	25	**25,0%**
600	16,3%	2	16	18	**12,5%**
900	14,6%	3	16	18	**12,5%**
790	5,3%	2	16	18	**12,5%**

[2] Esta forma de referenciar os fornecedores foi adotada por motivos de confidencialidade

Através dos resultados obtidos da análise dos consumos, definiu-se que cada estante deveria conter paletes do mesmo fornecedor e rasgo, variando apenas a dimensão. Adicionalmente, foi negociado com o fornecedor Y que as paletes deveriam ser entregues com identificação própria, neste caso, com cor laranja, uma vez que o fornecedor X possui identificação de cor branca. As paletes do fornecedor Y foram provisoriamente identificadas com um *post-it* laranja. Deste modo, promoveu-se uma melhor gestão visual do que está disponível em armazém e eliminaram-se os casos em que, na mesma estante, existiam paletes dos dois fornecedores. O processo de recolha de paletes tornou-se mais intuitivo uma vez que não existe mistura de fornecedores e de rasgos na mesma estante.

No armazém da ripa estão disponíveis 4 filas de estantes, sendo que na primeira se alocaram as paletes de ripa de rasgo 10. Na segunda e terceira filas alocaram-se as paletes de rasgo 7,3 e as paletes de rasgo 3,5 foram alocadas na quarta fila. Na Figura 32, é possível observar a estrutura do armazém e a identificação dos rasgos e fornecedores presentes em cada uma das filas, sendo que os diferentes rasgos possuem cores distintas.

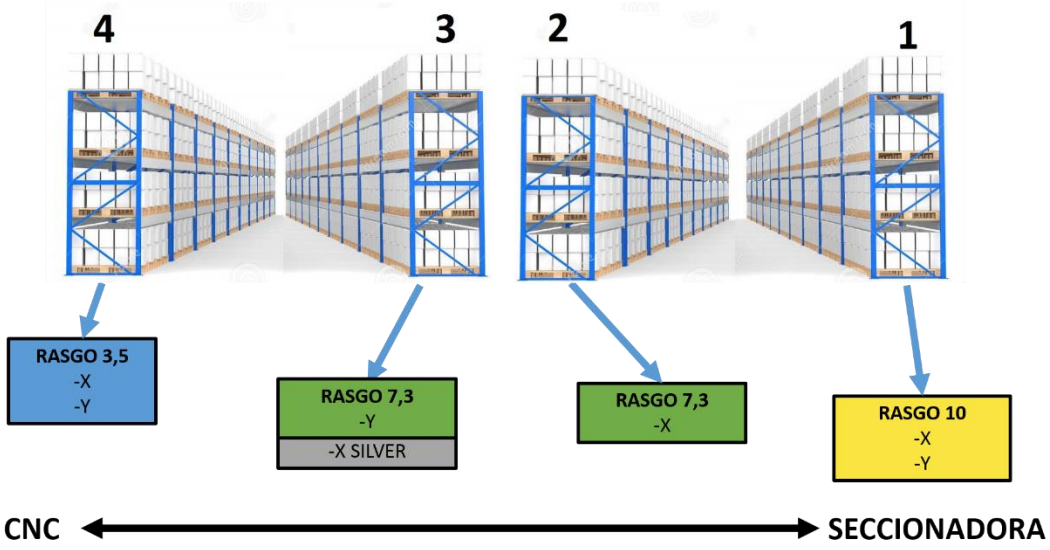


Figura 32 - Estrutura do armazém de ripa

Com a implementação de cores diferentes para cada rasgo, foi possível combater o problema da falta de identificação das paletes no armazém, uma vez que se colocaram as etiquetas com a cor do respetivo rasgo. A colocação de rasgos distintos em cada uma das filas promoveu uma organização mais eficiente do armazém. Na Figura 33, é possível observar a implementação da identificação das paletes no armazém de ripas.



Figura 33 - 1: Situação anterior; 2: Identificação das paletes por rasgo e dimensão

No que concerne à alocação das várias dimensões nas *racks* de cada estante, definiram-se princípios que têm como base a disponibilidade de *racks* para todas as dimensões e respetivas quantidades, a facilidade de recolha e a diminuição do tempo de recolha.

Estabeleceu-se, desta forma, que as paletes das dimensões mais consumidas na linha de *memoboards* devem estar alocadas nas *racks* inferiores, simplificando a sua recolha pelos operadores, uma vez que podem apenas recorrer a um porta-paletes e não necessitam de aguardar por um empilhador.

Considerando que cada estante contém quatro *racks* por nível, a colocação das dimensões em cada nível foi estimada com base nas combinações de quadros que são construídos a partir dessas mesmas dimensões. Assim, no nível inferior, estarão paletes das dimensões que se consomem mais. A ordem pela qual as paletes se encontram permitem que o operador, no momento em que é necessário produzir um determinado quadro, se dirija apenas a um local e retire as duas dimensões necessárias para o *memoboard* em questão, que estarão alocadas uma ao lado da outra. A título de exemplo, para construir o quadro 1, são necessárias as dimensões 395 e 590, pelo que, no *layout* proposto, estarão alocadas juntamente no nível inferior.

Definiram-se três tipos diferentes de alocação das dimensões, correspondentes a três diferentes níveis. Na Figura 34, é possível observar as configurações dos três níveis e os quadros que se podem construir através das dimensões apresentadas.

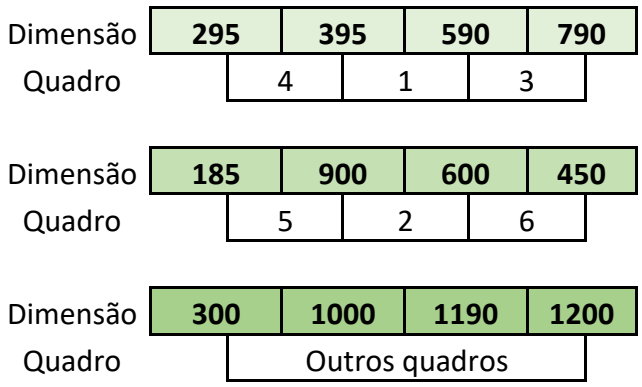


Figura 34 - As três configurações possíveis dos níveis do armazém de ripa

Definiu-se que uma estante de reserva ficaria localizada na terceira fila, para poder corresponder a possíveis picos na produção de um determinado quadro. No Anexo E, é possível observar o *Layout* das estantes do armazém, contendo as três configurações de níveis.

Todas as modificações apresentadas contribuíram não só para a melhoria da organização do armazém e da gestão visual e para a normalização da organização, mas também para uma redução do tempo gasto na recolha das paletes. O tempo médio gasto anteriormente na recolha de duas paletes era de 7 minutos, pelo que passou a ser, em média, 4,5 minutos (redução de 36%). Considerando que apenas um operador realiza a tarefa de recolha e normalmente se recolhe ripa duas vezes por turno, a empresa apresentará uma redução de custos anual de (15/60)*2,5*2*2*225=**562,5€/ano**.

4.1.4 Folha de Controlo do Armazém da Prensa

O armazém da prensa *Sergiani* está localizado no final da prensa, com o intuito de alocar as paletes de placas coladas de cortiça durante o período de estabilização. Analisando o armazém, observou-se que as paletes de placas coladas careciam de identificação e quantificação no armazém, pelo que se procedeu à construção de uma folha de controlo.

A folha de controlo consiste numa matriz das *racks* existentes no armazém. Para cada *rack*, é necessário anotar as seguintes características da palete de placas coladas:

- Referência;
- Dimensão;
- Quantidade.

Assim, com a implementação da folha de controlo, promoveu-se uma melhor gestão visual do *stock* existente em armazém, para além da envolvência dos operadores nestes procedimentos, viabilizando a criação de uma cultura de melhoria contínua. Na Figura 35, é possível observar o armazém da prensa e a folha de controlo afixada no armazém.

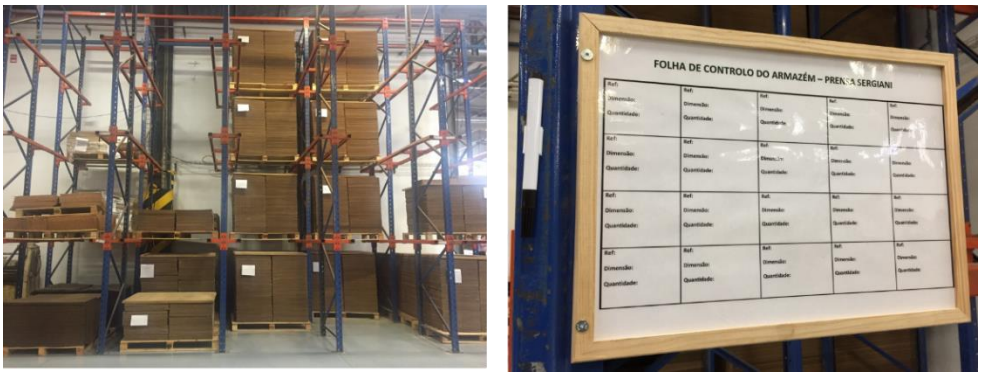


Figura 35 - Armazém da prensa e folha de controlo da prensa

4.2 Bordo de Linha

Os acessórios aplicados na linha de *memoboards* correspondem a materiais fundamentais para a produção, uma vez que cada quadro deve conter um ou mais acessórios relativos à tipologia do quadro. Considerando um *memoboard* de cortiça natural, o acessório requerido é uma embalagem de pinos, que é embalada juntamente com o quadro. O operador da operação de agrafagem é responsável por agrafar e posicionar o *memoboard* no tapete rolante, colocar o panfleto e o respetivo acessório.

Através da análise do processo produtivo da linha, verificou-se que a disposição dos acessórios não era a mais adequada, uma vez que estes se encontravam em caixotes de cartão, de forma desorganizada e desordenada, contribuindo para a perda de tempo na recolha dos acessórios.

De forma a solucionar os problemas apresentados, procedeu-se ao diagnóstico dos acessórios necessários para a construção de cada tipo de *memoboard*. Considerando que a produção de um quadro corresponde à utilização de um acessório de um tipo ou, em certos casos, um acessório de dois tipos, foi possível concluir que acessórios se utilizam mais vezes através da análise das cadências dos *memoboards* relativas ao ano transato.

As cadências de cada tipo de *memoboard* foram reunidas em grupos e analisadas, tendo-se obtido o máximo valor para cada grupo de *memoboard*. Assim, os acessórios que mais se utilizam na linha são os pinos, os marcadores e os pinos magnéticos.

Na zona de agrafagem, junto do tapete rolante, está alocado um suporte cuja funcionalidade é conter os panfletos e os acessórios necessários para a produção dos *memoboards* em curso. Verificou-se que, muitas vezes, o suporte era subutilizado, contendo apenas os panfletos. Consequentemente, foi realizada uma medição da parte do suporte que deveria servir para alocar os acessórios, de forma a dimensionar uma caixa da mesma dimensão com o intuito de acolher um grande número de acessórios de cada vez, minimizando o *Muda* das movimentações do operador.

Os acessórios são entregues pelo fornecedor em pequenos recipientes de cartão, divergindo a capacidade de acessório para acessório. As quantidades presentes em cada recipiente de cada tipo de acessório e as dimensões dos próprios recipientes foram analisadas, de modo a quantificar quantos recipientes de cada acessório é possível colocar na caixa dimensionada para o suporte.

Com a obtenção do número de recipientes de cada acessório que a caixa proposta consegue suportar, foi possível extrapolar quantos *memoboards* se podem produzir com os acessórios presentes na caixa. Sabendo a cadência máxima de cada tipo de quadro, obteve-se o período de tempo em que a capacidade da caixa dimensionada serve a produção e, por conseguinte, a frequência com que os acessórios devem ser repostos na caixa dimensionada. Na Figura 36 é possível observar a colocação de acessórios na situação anterior e a implementação do bordo de linha para colocação de acessórios no suporte, assegurada pela caixa proposta.

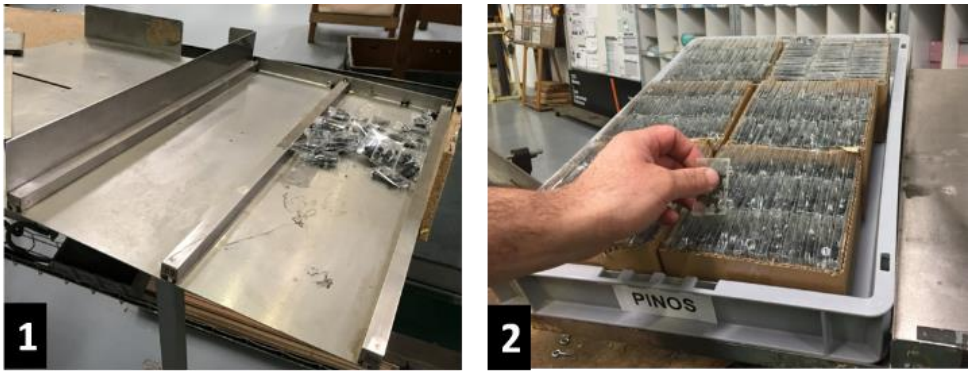


Figura 36 - 1: Situação anterior; 2: Colocação da caixa no suporte

Dado que os três principais acessórios são os pinos, os marcadores e os pinos magnéticos, consideraram-se seis caixas para constituírem um bordo de linha, duas para cada acessório. Na Tabela 6, é possível observar a definição no número de recipientes que cada caixa suporta e a frequência com que os acessórios devem ser repostos.

Tabela 6 - Cálculo da capacidade das caixas dimensionadas para o bordo de linha

	1 Recipiente	Nº Recipientes por Caixa	1 Caixa	Cadência Máx	Horas
Pinos	144	6	864	312	2,8
Magnéticos	144	6	864	205	4,2
Marcadores	100	5	500	156	3,2

Com a finalidade de melhorar a disposição dos acessórios na linha de produção, dimensionou-se uma estante de três níveis, por forma a remover a palete com os caixotes de acessórios dos fornecedores da linha.

A estante foi dimensionada no seguimento do funcionamento de um sistema de *kanban* dinâmico na medida em que, no nível superior, estão presentes três caixas disponíveis para uso imediato, uma para cada acessório, com o máximo da capacidade. No nível intermédio estão presentes outras três caixas idênticas às anteriores. No caso destas três caixas se encontrarem vazias, perceciona-se visualmente que a sua capacidade tem que ser reposta. Após reposição, as caixas do andar intermédio atuam como um *buffer*. No nível inferior estão disponíveis os recipientes de cada acessório, que serão utilizados para repor a capacidade das caixas.

Na Figura 37, é possível observar a disposição dos acessórios e a estante de apoio ao bordo de linha dos acessórios, implementada na linha de *memoboards*.



Figura 37 - 1: Situação anterior; 2: Estante de apoio ao bordo de linha

A implementação de um bordo de linha e de uma estante de apoio promoveu uma organização mais eficiente dos acessórios na linha de produção, do mesmo modo que melhorou a gestão visual e o controlo do *stock* existente de acessórios. Complementarmente, o número de movimentações na recolha dos acessórios sofreu uma redução significativa. Na situação anterior, os operadores recolhiam acessórios 7 a 8 vezes por turno e, com a implementação do bordo de linha, apenas necessitam de recolher caixas 1 a 2 vezes por turno. Desta forma, a presente melhoria contribuiu para a diminuição do *Muda* relativo a movimentações.

A diminuição de movimentações gera igualmente uma redução no tempo gasto na recolha de acessórios, sendo que anteriormente se gastavam em média 6 minutos por turno na recolha e, com a implementação do bordo de linha, gastam-se cerca de 1,5 minutos por turno. Assim, a redução é de 4,5 minutos, sendo 75% menor em relação à situação anterior. Considerando dois turnos de produção e que apenas um operador realiza a operação de recolha dos acessórios, a redução de custos anual é de (15/60)*4,5*2*225=**506€/ano**.

4.3 *Kanban*

O grupo de *memoboards* com maior volume de produção é o grupo dos *memoboards* de cortiça natural, representando 65% do total da produção. Os *memoboards* cujas placas não possuem cortiça dependem apenas de fornecedores externos. A obtenção de placas de cortiça coladas depende de todos os fornecedores internos dentro da ACC, sendo por isso fundamental a garantia do fluxo de materiais nas quantidades necessárias em todas as operações anteriores à linha de *memoboards*.

A partir da análise realizada à linha, como se pode observar no subcapítulo 3.5, a falta de materiais é um dos principais motivos de paragem. Assim, surgiu a necessidade de implementar um sistema de cartões *kanban*, com o intuito de garantir a existência de material na linha, controlar o *stock* em movimentação, eliminar as paragens por falta de material e eliminar possíveis defeitos de produção.

Para a construção dos kanbans, foram considerados dois tipos de material da mesma referência (85), divergindo apenas na dimensão. Este material consiste nas placas com cortiça colada dos dois lados. Uma das dimensões relaciona-se com o memoboard da dimensão 2, sendo que a outra é produzida para a dimensão 3. As placas da dimensão 3, quando submetidas ao processo de corte na seccionadora, originam placas para as restantes dimensões, tais como a 1 e a 4.

De forma a garantir a existência de placas de cortiça coladas na linha de memoboards, é necessário que à entrada da prensa Sergiani haja igualmente material para proceder às operações de colagem e prensagem. Assim, definiram-se dois diferentes tipos de *loops* – ciclos de kanban -, um para assegurar a presença de material na entrada da prensa *Sergiani* e outro para garantir a existência de placas para a montagem de memoboards. Na Figura 38, é possível observar o sentido do fluxo de materiais e o sentido das movimentações dos *kanbans*, bem como os dois *loops* implementados.

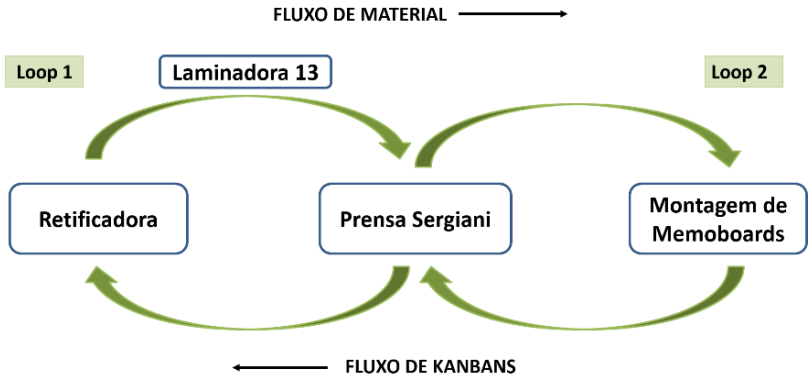


Figura 38 - Representação geral dos *loops* de *kanban* e do fluxo de material

Com a implementação deste sistema de *kanbans* constituído por dois *loops*, a produção é puxada de uma operação para a sua antecessora, sendo que o *kanban* surge como uma ordem de produção. O *loop* 1 integra as operações de retificação e laminação de blocos, para a produção de placas laminadas dos dois tipos de material em questão, sendo transportadas para a entrada da prensa *Sergiani*. O *loop* 2 consiste no fluxo de placas coladas entre a prensa e a montagem de *memoboards*.

A quantificação do número de *kanbans* dos dois tipos de placas para o *loop* 1 e para o *loop* 2 foi baseada na produção de placas coladas na prensa e no consumo de *memoboards* na linha de montagem, respetivamente.

Quantificação do número de *kanbans* para o *loop* 1

Inicialmente, procedeu-se à análise das cadências da prensa *Sergiani* com o objetivo de obter a quantidade de placas necessárias à entrada da prensa. Tendo em conta que o processo de prensagem de 10 placas se resume, em média, a 1,33 minutos, obteve-se o valor horário de 450 placas coladas e prensadas. De forma a contabilizar possíveis paragens de produção, penalizou-se o valor obtido em 15%, obtendo-se uma cadência de 380 placas por hora.

A cadência obtida foi extrapolada para três turnos, uma vez que as placas necessitam de um dia para estabilizar, isto é, dois turnos, e o terceiro turno corresponde ao turno de segurança para repor *stock*. Considerando 7 horas por turno, obteve-se o valor de 8000 placas consumidas por três turnos. Como cada palete de placas laminadas contém, em média, 4000 unidades, serão necessárias duas paletes de cada tipo de material. Cada *kanban* corresponde a uma palete de 4000 unidades de placas laminadas, o que significa que serão necessários 4 *kanbans* em circulação, dois para cada material.

O processo inicia-se com a retificação de 13 blocos, que irão originar uma palete de 4000 placas laminadas. Assim, cada *kanban* do *loop* 1 terá como ordem de produção a quantidade de 13 blocos de cortiça aglomerada. Os cartões *kanban* acompanham a respetiva palete de material durante o fluxo de materiais.

No momento em que o operador da prensa *Sergiani* iniciar a utilização de uma palete de placas laminadas na entrada da prensa, deve transportar o respetivo *kanban* até à retificadora, indicando que esta operação tem que iniciar o processo de reposição do material que vai ser consumido pela prensa. Os blocos que originam as placas da dimensão 3 são submetidos ainda a um processo de corte na secção das juntas após a sua retificação, seguindo posteriormente para a laminagem.

Os *kanbans* terão cores distintas dependendo do tipo de material a que correspondem, sendo que, para o material da dimensão 3, os *kanbans* possuem cor cinzenta e para a dimensão 2, cor amarela. Deste modo, promove-se uma melhor gestão visual do tipo de material presente na palete. Na Figura 39, é possível observar os dois tipos de *kanbans* do *loop* 1.

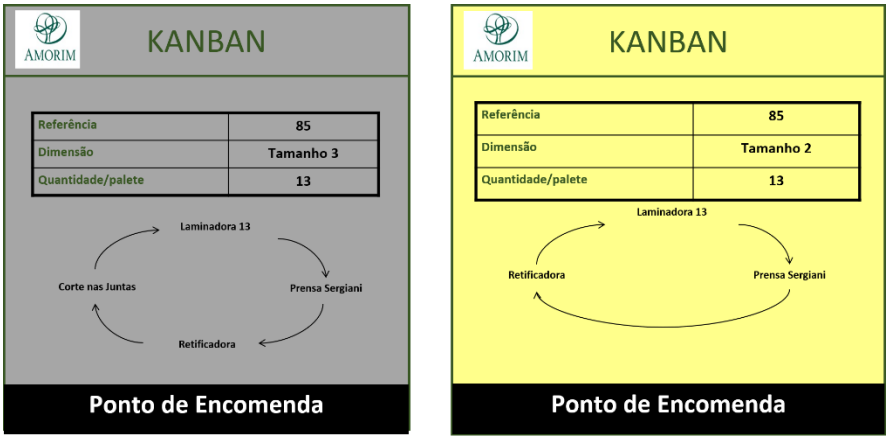


Figura 39 - *Kanbans* para os dois tipos de placas laminadas

Quantificação do número de *kanbans* para o *loop* 2

O consumo de *memoboards* do ano 2016 foi analisado para as dimensões 2, 3 e 1, uma vez que este último é obtido a partir do corte das placas da dimensão 3 e representa o *memoboard* mais produzido. Considerou-se um período de seis turnos, sendo que dois deles correspondem à estabilização das placas prensadas e os restantes quatro correspondem ao período necessário de reposição de material para evitar a falta de material. Os valores dos consumos anuais de placas de *memoboards* foram extrapolados para 6 turnos, como é possível observar na Tabela 7.

Tabela 7 - Consumos de placas das dimensões 1,3 e 2

Dimensão	Consumo de placas anual	Consumo de placas em 6 turnos
1	337687	4506
3	83172	1110
2	266908	3564

Cada palete de placas coladas contém 300 unidades, pelo que o número de paletes necessárias em *stock* foi obtido através da divisão do consumo de 6 turnos pela quantidade de cada palete. Assim, o número de paletes necessárias para as dimensões 1, 3 e 2 foram, respetivamente, 8, 4 e 12.

Apesar da dimensão 1 ser a mais consumida, apenas necessita de 8 paletes da dimensão 3, uma vez que 300 unidades da dimensão 3 equivalem a 600 da dimensão 1. Desta forma, o valor obtido para o número de paletes da dimensão 3 necessárias para a dimensão 1 foi reduzido para metade, obtendo-se o valor de 8 paletes.

Cada palete corresponde a um *kanban*, pelo que são necessários 12 *kanbans* para a dimensão 3 e a mesma quantidade para a dimensão 2. Sempre que um operador inicia o consumo de uma palete de placas coladas na linha de montagem de *memoboards*, transporta o respetivo *kanban* até à prensa *Sergiani*, onde se encontra um quadro para colocar os *kanbans*. Estipulou-se que a prensa deve iniciar a reposição das paletes quando se encontrarem sete *kanbans* de qualquer uma das duas dimensões. Assim como acontece no *loop* 1, os *kanbans* do *loop* 2 também possuem cores distintas, sendo que os da dimensão 3 são de cor verde e os da dimensão 2 são azuis.

Na Figura 40, é possível observar o quadro presente na prensa *Sergiani*, bem como os *kanbans* dos dois tipos.

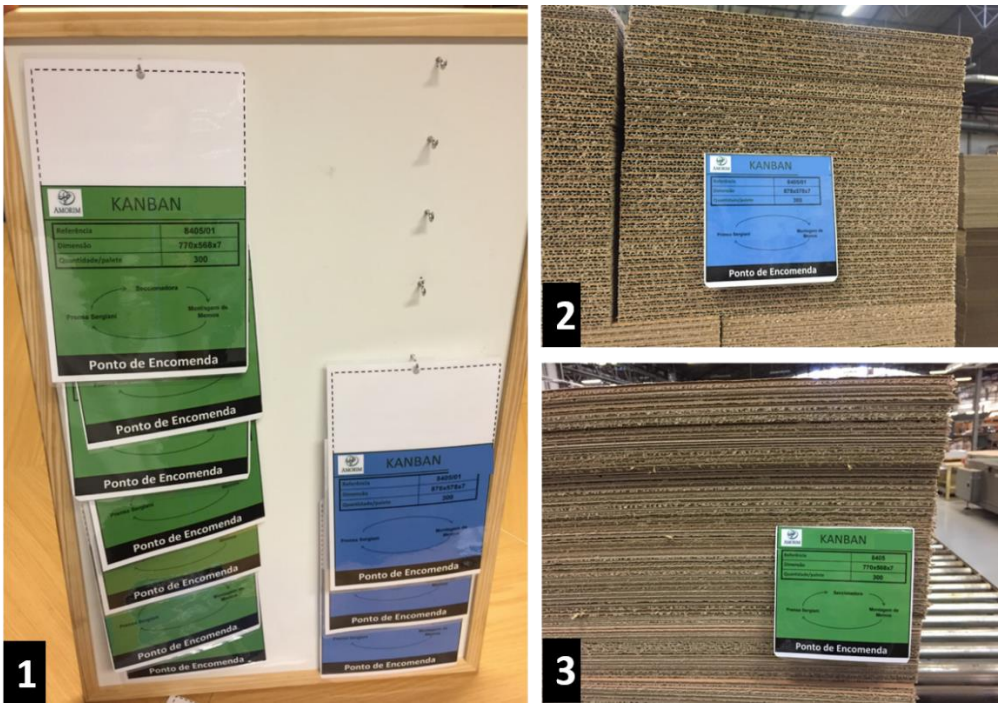


Figura 40 - 1:Quadro da prensa; 2:*Kanban* da dimensão 2; 3:*Kanban* da dimensão 3

Os *kanbans* contêm informação da referência, dimensão e quantidade de material a que corresponde, bem como a descrição do ciclo e das operações pelas quais cada um dos *kanbans* devem passar. No Anexo F, é possível observar os dois tipos de *kanban* do *loop* 2.

A implementação do sistema de *kanbans* promoveu um controlo mais eficiente dos materiais necessários para a linha de *memoboards*, bem como diminuiu as paragens por falta de material. Além disso, a definição do *stock* mínimo em circulação proporcionou a eliminação de *stock* desnecessário no chão de fábrica. A distinção dos *kanbans* através de cores permite uma melhor gestão visual do material que se encontra em cada palete e da quantidade de paletes disponíveis.

Os procedimentos relacionados com o transporte de *kanbans* dentro de cada *loop* foram devidamente apresentados a todos os operadores intervenientes, para que estes seguissem a norma descrita em cada um dos *loops*.

4.4 Manutenção Autónoma

A paragem das máquinas da linha de *memoboards* revelou-se um dos principais motivos de tempos improdutivos. Constatou-se que a linha não possuía qualquer tipo de procedimento de manutenção autónoma das máquinas, pelo que surgiu a necessidade de implementar um plano de manutenção.

Assim, consideraram-se os quatro equipamentos principais: as máquinas de agrafar, a de embalar, a estufa e os tapetes rolantes. Para a construção dos planos, aplicou-se o *template* de manutenção autónoma presente na ACC.

Para cada equipamento, verificaram-se os componentes nos quais se deveria atuar. No plano de manutenção, estão discriminadas várias tarefas, bem como a frequência com que devem ser realizadas e o componente do equipamento respetivo.

No Anexo G, estão presentes os planos de manutenção para a embaladora, para a estufa e para os tapetes rolantes. Na Figura 41, é possível observar um dos planos de manutenção implementados, o das agrafadoras.

AMORIM

Amorim Cork Composites

PLANO DE MANUTENÇÃO AUTÓNOMA - Agrafadoras H676

Frequência	Item	Acção	Componente	Descrição	Observações	Ferramenta	Localização
Diariamente	1		Tubagens	Verificação de fugas de ar em todas as tubagens			1
	2		Cilindro Pneumático	Verificação do funcionamento do cilindro			3
	3			Limpeza do interior do orgão que aloca o pente de agrafes	No fim do turno	Ar Comprimido	4
	4		Manómetro	Verificação da pressão do manómetro (6 bar)			2
	5						
Semanalmente	6		Interior do órgão	Verificação de fugas de material.			4
	7		Depósito	Limpeza o depósito de agrafes		Ar Comprimido	5
	8		Pedal	Limpeza do pedal		Ar Comprimido	7
	9						
	10						
Mensalmente	11		Guias	Verificação do estados de aparafusamento das guias			6
	12			Verificação o desgaste dos orgãos causado pelo movimento de agrafar			
	13						
	14						
Trimestral	15			Lubrificação dos componentes			
	16						

Figura 41 - Plano de Manutenção para as agrafadoras

Adicionalmente, incluiu-se um campo com a denominação “localização”. Este campo possibilita a descrição da localização do componente no equipamento, para que seja mais intuitiva a realização das tarefas. Assim, juntamente com o plano de manutenção, estão acopladas fotografias do equipamento com a indicação da localização dos componentes, como é possível observar na Figura 42.

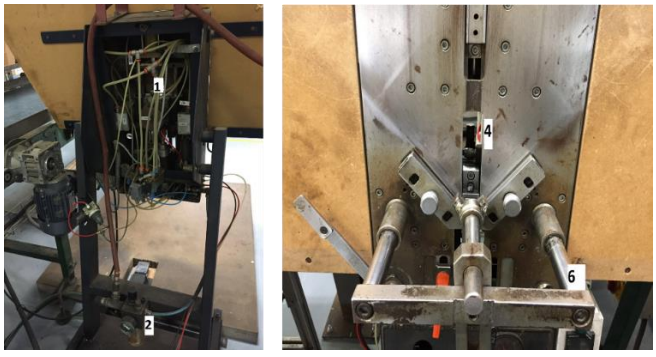


Figura 42 - Componentes; 1: Tubagens; 2: Manómetro; 4:Interior do órgão; 6:Guias

Os planos de manutenção autónoma possibilitam que os operadores tenham um documento por onde se guiar na execução de tarefas relativas a verificação de ruídos, temperatura e lubrificação de componentes. Os operadores devem contactar a equipa de manutenção, caso seja necessária a sua intervenção.

Para cada plano de manutenção existe uma folha de registo, para que os operadores registem a execução das tarefas de manutenção. No Anexo J, é possível observar um exemplo de uma folha de registo.

4.5 Acompanhamento e Controlo das Melhorias Implementadas



Todos os procedimentos de implementação das melhorias envolveram os operadores intervenientes, para que estes integrassem o processo e compreendessem todo o âmbito das melhorias realizadas.

Deste modo, a explicação dos motivos pelos quais se verificou necessário intervir foi indispensável para incentivar os operadores a cultivarem a filosofia de melhoria contínua, procurando continuamente melhorar os processos e identificar causas para problemas que possam surgir.

Desta forma, a monitorização das melhorias implementadas e o cumprimento das normas e princípios elaborados são fundamentais para a obtenção de resultados benéficos para a produtividade da linha de produção de *memoboards*. No entanto, é importante realçar que o que é benéfico hoje, pode não ser de futuro, pelo que a procura contínua por processos mais eficientes deve estar sempre presente nas atividades e sugestões dos operadores.

A fase *Control* consistiu em controlar e monitorizar os aspetos que foram melhorados, de modo a verificar se existe continuidade na eficiência obtida.

5 Conclusões

No presente capítulo é apresentada uma reflexão sobre todo o trabalho realizado no decorrer da dissertação em contexto empresarial. São ainda expressas algumas perspetivas de trabalhos futuros.

5.1 Conclusões Finais

Os principais objetivos da dissertação em ambiente empresarial relacionaram-se com a melhoria do fluxo produtivo através da análise estruturada de fatores críticos da linha de produção de *memoboards*, inserida na secção CCS – *Cork Costumized Solutions*. Após a elaboração de um estudo acerca dos processos produtivos relevantes e dos artigos produzidos na linha, procedeu-se à construção de uma base de dados, com a quantificação de tempos improdutivos e de desperdícios.

A análise da base de dados permitiu concluir que os principais motivos de paragens improdutivas se deviam às paragens das máquinas, à falta de material na linha e à recolha de materiais. A quantificação de defeitos proporcionou a obtenção das principais causas, tais como a fraca colagem de placas e o retrabalho causado pela máquina de embalar. No caso da colagem realizada na prensa, a temperatura de prensagem foi estabilizada para permitir a eliminação das manchas provocadas pelo vapor de água formado nas ventosas dos robôs.

Por forma a minorar as perdas no que respeita a tempos improdutivos e a materiais desperdiçados, traçaram-se ações de melhoria. A implementação de metodologias 5S esteve presente em praticamente todas as melhorias, pelo que se pretendeu melhorar as condições de trabalho. Verificou-se que os problemas da área de trabalho se relacionavam com a desorganização na disposição dos materiais na linha, a falta de limpeza e a inexistência de normalização na disposição dos materiais diversos nos armazéns, tais como a ripa de madeira, as placas coladas e os acessórios.

A marcação da linha permitiu a organização dos materiais dispostos na linha. A organização dos panfletos contribuiu para a redução do tempo de recolha dos panfletos e permitiu a quantificação eficiente do *stock* existente de cada referência de panfletos, eliminando paragens relativas a falta de material. A organização do armazém das ripas gerou uma melhor gestão visual das dimensões de ripa existente, uma vez que as paletes se encontram devidamente identificadas e alocadas sob uma lógica de organização muito mais eficiente comparativamente com o estado inicial. Além disso, esta melhoria permitiu diminuir o tempo gasto na recolha de paletes. A implementação de uma folha de controlo do material existente no armazém da prensa *Sergiani* promoveu a melhoria da gestão visual do *stock* no que respeita à referência do material, à dimensão e à quantidade. A construção de um bordo de linha para os acessórios mais utilizados teve impacto significativo na redução das deslocações dos operadores e do tempo despendido na recolha dos acessórios. Promoveu igualmente uma gestão mais adequada e visual do *stock* disponível e uma organização mais eficiente da disposição dos acessórios na linha de produção.

Além das melhorias supramencionadas, constatou-se que a interligação dos processos produtivos necessários à produção de *memoboards* não era eficiente, pelo que se implementou um sistema *kanban*. A aplicação deste sistema permitiu o fluxo e o controlo de *stocks*, reduzindo os desperdícios em relação a paragens por falta de material e por sobreprodução. Dado que a linha de *memoboards* não possuía, até ao momento, qualquer tipo de intervenção de manutenção autónoma, surgiu a necessidade de definir planos de manutenção. Os planos de manutenção promoveram a redução das paragens dos equipamentos da linha de *memoboards*, bem como permitiram o envolvimento dos colaboradores em atividades relacionadas com a melhoria contínua.

Concluiu-se que as melhorias implementadas contribuíram para o cumprimento dos objetivos iniciais - a melhoria do fluxo produtivo e a redução dos principais motivos de tempos improdutivos. As paragens dos equipamentos foram reduzidas através da aplicação da manutenção autónoma. A implementação do sistema de *kanbans* e a organização dos panfletos culminaram na redução das paragens relativas a falta de material. Por fim, a organização do armazém da prensa, do armazém das ripas e a implementação do bordo de linha para os acessórios permitiram diminuir o tempo despendido na recolha de materiais.

Revelou-se uma melhoria significativa da área de trabalho, bem como o aumento da produtividade e da eficiência. Prevê-se uma redução total de custos de 1573€/ano com a implementação das melhorias apresentadas. É ainda expectável que se verifique uma continuação do trabalho desenvolvido, nomeadamente no cumprimento das normas estabelecidas e no controlo e acompanhamento de todas as implementações.

5.2 Perspetivas de Trabalho Futuro

A melhoria da área de trabalho da linha de *memoboards* deverá ser contínua, pois, apesar de todas as alterações efetuadas, continua a apresentar oportunidades de melhoria, no que diz respeito ao 5ºS da metodologia – *Shitsuke* –, que corresponde à disciplina e sistematização.

Considera-se que se poderia estudar a hipótese da criação de um projeto na área da manutenção, com o intuito de diminuir o número de anomalias e paragens dos equipamentos presentes na linha de *memoboards*, bem como dos restantes equipamentos pertencentes às operações antecessoras da linha.

O funcionamento do sistema *kanban* deve ser devidamente acompanhado, de forma a verificar a sua conformidade com a produção dos materiais necessários. O acompanhamento é imprescindível, uma vez que permite identificar possíveis adaptações necessárias no que diz respeito ao número de *kanbans* em circulação.

Referências

ACC, Amorim Cork Composites. 2016. "Consumer Goods". http://www.amorimcorkcomposites.com/en/materials-applications/consumer-goods/office/memoboard/.

ACC, Amorim Cork Composites. 2017a. "Amorim Cork Composites - Apresentação Institucional". http://www.amorimcorkcomposites.com/en/downloads/.

ACC, Amorim Cork Composites. 2017b. *Modelo das Operações*.

Amorim, Corticeira. 2015. "Quatro gerações, um destino: a excelência". http://www.amorim.com/corticeira-amorim/grupo-amorim/apresentacao/.

Augusto, E. 2016. "Bordo de linha: contentores grandes ou pequenos?". https://br.kaizen.com/blog/post/2016/09/14/bordo-de-linha-contentores-grandes-ou-pequenos.html.

Caldeira, C. 2016. "Vendas da Corticeira Amorim crescem 8% com aumento da unidade de rolhas". http://agriculturaemar.com/vendas-da-corticeira-amorim-crescem-8-aumento-da-unidade-rolhas/.

Coimbra, E. 2013. *Kaizen in Logistics and Supply Chains*. McGraw-Hill Education.

CRW, Consultoria e Treinamento Empresarial. 2015. "Filosofia *Kaizen*". http://www.crwconsultoria.com.br/filosofia-kaizen/.

Dias, J. 2014. "A metodologia *Six Sigma* e a ferramenta DMAIC". http://blogdaengenharia.com/metodologia-six-sigma-e-ferramenta-dmaic/.

Doverco, Inc. 2014. "What is Lean? A brief explanation". http://www.doverco.ca/english/services/lean_management/.

Earley, T. 2013. "The Seven Wastes | 7 Mudas".

Gomes, P, J Leite, A Medeiros e P Maciel. 2011. "Manutenção Autónoma Aplicada na Melhoria dos Processos Industriais: Um Estudo de Caso em uma Empresa do Pólo Industrial de Manaus - PIM". *VII Congresso Nacional de Excelência em Gestão. Rio de Janeiro.*

Hines, P., P. Found, G. Griffiths e R. Harrison. 2011. *Staying Lean: Thriving, Not Just Surviving, Second Edition*. CRC Press.

Imai, M. 2012. *Gemba Kaizen: A Commonsense Approach to a Continuous Improvement Strategy, Second Edition*. McGraw-Hill Education.

Jones, M. 2015. "Loss Analysis for OEE". http://www.maintworld.com/Cmms/Loss-Analysis-for-OEE.

Junior, G. http://www.administradores.com.br/frases/george-start-jr/.

Kwak, Young Hoon e Frank T. Anbari. 2006. "Benefits, obstacles, and future of six sigma approach". *Technovation* n.º 26 (5–6):708-715.

Lean Products, Inc. 2015. "LongLife - Simboli per delimitazione". http://www.leanproducts.eu/longlife-delimitation-symbols.

Liker, J.K. 2004. *The Toyota Way*. Mc Graw-Hill Professional.

Madia, F. 2016. "Aplicando 5S na vida pessoal". http://www.inteligemcia.com.br/aplicando-5s-na-vida-pessoal/.

Markovitz, D. 2016. "Three Reasons Why Visual Management Boards Fail". http://www.industryweek.com/visual-management-boards-fail.

Nakajima, S. 1990. "Total Productive Maintenance". *International Seminars on Advanced Technology* n.º 92.

Ohno, T. 1998. *Toyota Production System: Beyond Large-Scale Production*. Taylor&Francis.

Pieńkowski, Maciej. 2014. "Waste measurement techniques for lean companies". *Int J Lean Thinking* n.º 5 (1).

Pinto, João Paulo. 2008. "Lean thinking". *Comunidade Lean Thinking*:1-8.

Sarhan, S. 2015. "The Concept of Waste as Understood in Lean Construction". http://leanconstructionblog.com/The-Concept-of-Waste-as-Understood-in-Lean-Construction.html.

Sugimori, Y., K. Kusunoki, F. Cho e S. Uchikawa. 1977. "Toyota production system and Kanban system Materialization of just-in-time and respect-for-human system". *International Journal of Production Research* n.º 15 (6):553-564.

Womack, James. 2006. "Mura, Muri, Muda?". *Consulté le* n.º 8 (03):2014.

Womack, James, D Jones e D Roos. 1990. *The Machine thar Changed the World: The Story of Lean Production.* Editado por Rawson Associates. New York, EUA.

ANEXO A: Estado de Arte da Cortiça[3]

A cortiça é a casca do sobreiro. O sobreiro é uma árvore que pode viver até 200 anos e sua casca regenera-se autonomamente, podendo ser extraída 15 a 18 vezes durante o seu período de vida, sendo que a cortiça é extraída a cada 9 anos.

As florestas de sobreiros são potenciadoras da melhoria da matéria orgânica no solo e da regulação do ciclo hidrológico, gerando elevados índices de biodiversidade. As florestas de sobreiros localizam-se essencialmente na bacia do Mediterrâneo, com uma área de 2,2 milhões de hectares. Portugal é a região com maior área de floresta de sobreiro, com cerca de um terço do total, e é também o maior produtor do setor corticeiro (≈50%).

A cortiça representa a matéria-prima do Grupo Amorim, onde nada se desperdiça e tudo é valorizado. A cortiça é um produto 100% natural, o que interliga o Grupo Amorim com a preservação do meio ambiente e a sustentabilidade. Para que a cortiça possa ser retirada do sobreiro, é necessário um período de maturação de 25 anos e, só no fim da terceira extração, a cortiça possui a qualidade necessária para a produção de rolhas.

As características da cortiça conferem a esta matéria um enorme potencial, e são as seguintes:

1. Reutilizável e reciclável;
2. Estável;
3. Leve e flutuante;
4. Boa resiliência;
5. Suave ao toque;
6. Elevada resistência ao atrito;
7. Excelente elasticidade e compressibilidade;
8. Excelente isolamento térmico;
9. Impermeável a gases e líquidos;
10. Excelente resistência ao fogo e a altas temperaturas;
11. Biodegradável.

Tendo em conta todas as características da cortiça, é possível afirmar que esta matéria-prima possui um potencial inigualável e pode originar uma infinidade de produtos para diversas aplicações e indústrias, desafiando continuamente o setor corticeiro.

[3] http://www.amorimcorkcomposites.com/en/

ANEXO B: Áreas de Negócio da ACC[4]

Indústria aeroespacial

Na ACC são produzidos materiais com excelentes propriedades para proteção térmica e isolamento acústico. Com estes materiais, usados por exemplo em saias dos motores e ogivas, é possível manter o peso baixo e condutividade térmica reduzida. A Amorim Cork Composites está presente em diversos programas de desenvolvimentos de materiais ablativos aeroespaciais de alta qualidade (Aerofast e Ablamod), para o desenvolver de novos materiais, mais leves e capazes ao nível da proteção térmica.

Indústria automóvel

A par da indústria aeroespacial, a Amorim Cork Composites está igualmente presente na industria automóvel. Dado que os automóveis estão sujeitos a testes extremos de resistência, calor e pressão, a Amorim Cork rentabiliza ao máximo as propriedades únicas da cortiça e borracha para produzir materiais ideais para juntas e vedantes. Alguns dos materiais acima referidos são o "TECHSEAL" e o "ACCOSEAL".

Indústria Energética

As estruturas de transporte e armazenamento de energia elétrica estão sujeitas a condições duras e a sua resistência tem de ser elevada para que o seu tempo de "vida" seja longo. Para isso, o uso de aglomerados compósitos de cortiça é muito apropriado para a durabilidade dos componentes utilizados.

Construção

Nos dias de hoje, os materiais usados na construção têm de apresentar níveis de sustentabilidade e *performance* elevados. A Amorim Cork apresenta soluções técnicas sustentáveis de elevado desempenho e durabilidade para os sistemas de construção (edifícios, estradas, ferrovias e pontes). A cortiça e seus compósitos são usados para revestimento de edifícios, juntas de dilatação, isolamento acústico e infraestruturas ferroviárias. Um dos exemplos desses materiais é o CORKWALL usado para diferentes fins, desde a construção de novos edifícios e renovação de fachadas, à decoração de paredes e tetos interiores. A EXPANDACORK é uma das soluções para deformações provocadas pelas diferenças de temperatura nos materiais de construção.

Bens de Consumo

Os produtos criados na ACC, no que diz respeito a bens de consumo, são feitos através de material 100% natural, reutilizável e reciclável, e são destinados ao uso doméstico e de escritório

[4] http://www.amorimcorkcomposites.com/pt/

ANEXO C: Lista de Produtos da Linha de *Memoboards*

Tabela 8 - Lista de produtos da linha de *Memoboards*

Família	Tamanho	Código
AX	1	AX1
	2	AX2
	3	AX3
	4	AX4
	5	AX5
	6	AX6
	7	AX7
	8	AX8
	9	AX9
	10	AX10
AY	1	AY1
	2	AY2
	3	AY3
	4	AY4
	5	AY5
	6	AY6
BX	1	BX1
	2	BX2
	3	BX3
	4	BX4
BY	1	BY1
	2	BY2
BZ	1	BZ1
	2	BZ2
	3	BZ3
	4	BZ4
	5	BZ5
	6	BZ6
	7	BZ7
	8	BZ8
	9	BZ9
	10	BZ10
BW	1	BW1
	2	BW2
	3	BW3
CX	1	CX1
	2	CX2
CY	1	CY1
	2	CY2

Legenda:

A - Cortiça Natural	AX	Cortiça Natural 1
	AY	Cortiça Natural 2
B - Não Cortiça	BX	Chapa Magnética
	BY	Platex Negro
	BZ	Softboard
	BW	Platex Branco
C - Combinados	CX	Combinado 1
	CY	Combinado 2

ANEXO D: Planta da Secção CCS

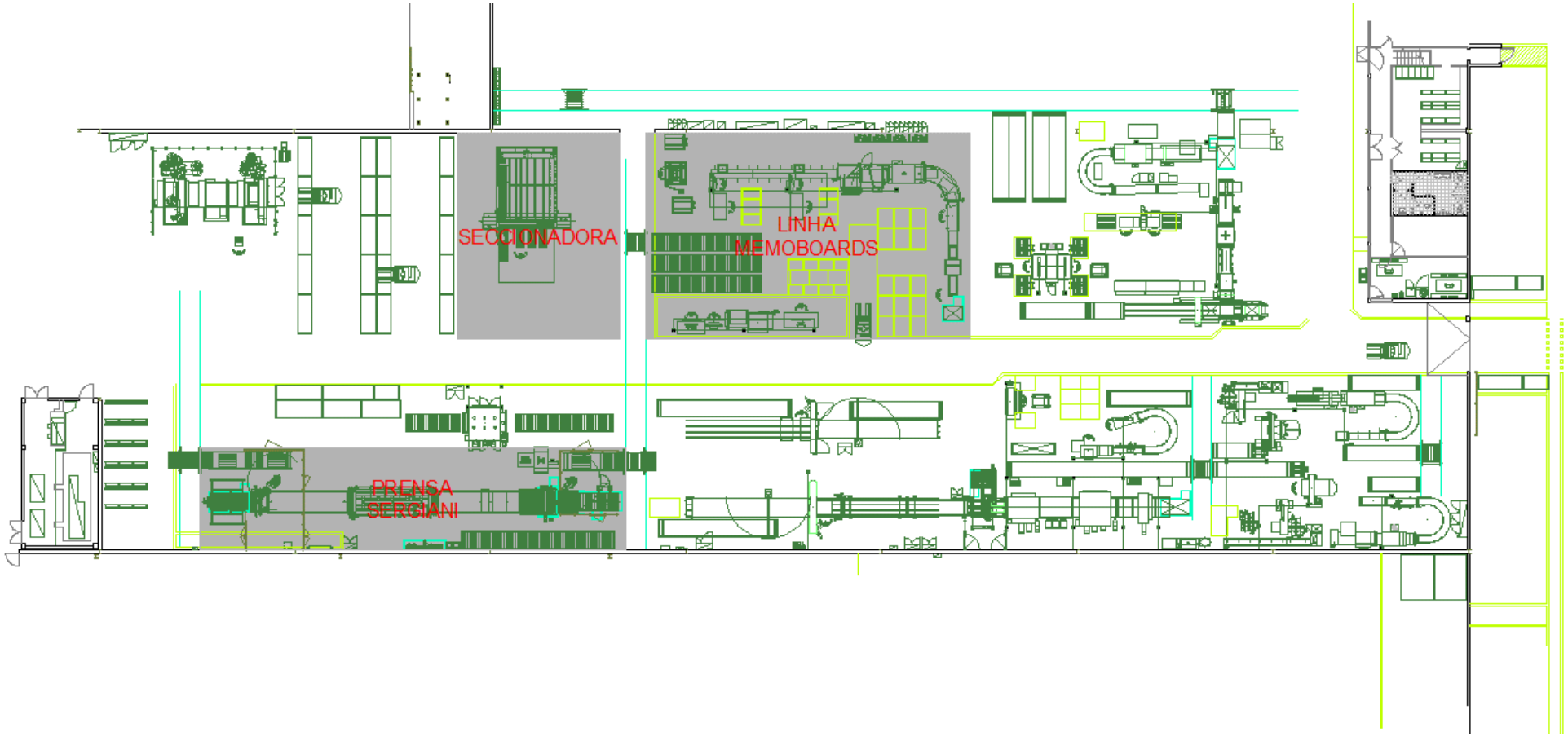
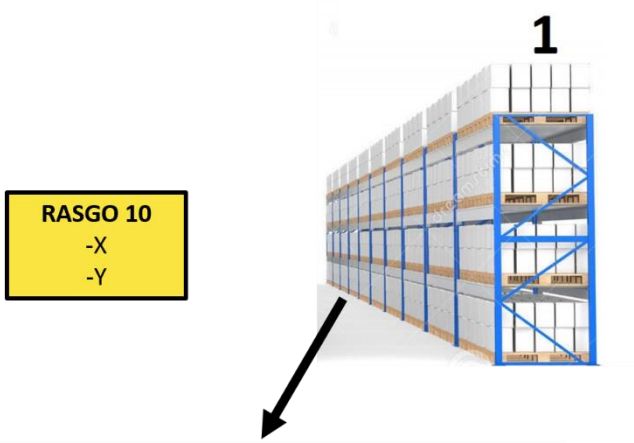


Figura 43 - Planta da Secção CCS - *Cork Costumized Solutions*

ANEXO E: Exemplo de *Layout* do Armazém das Ripas



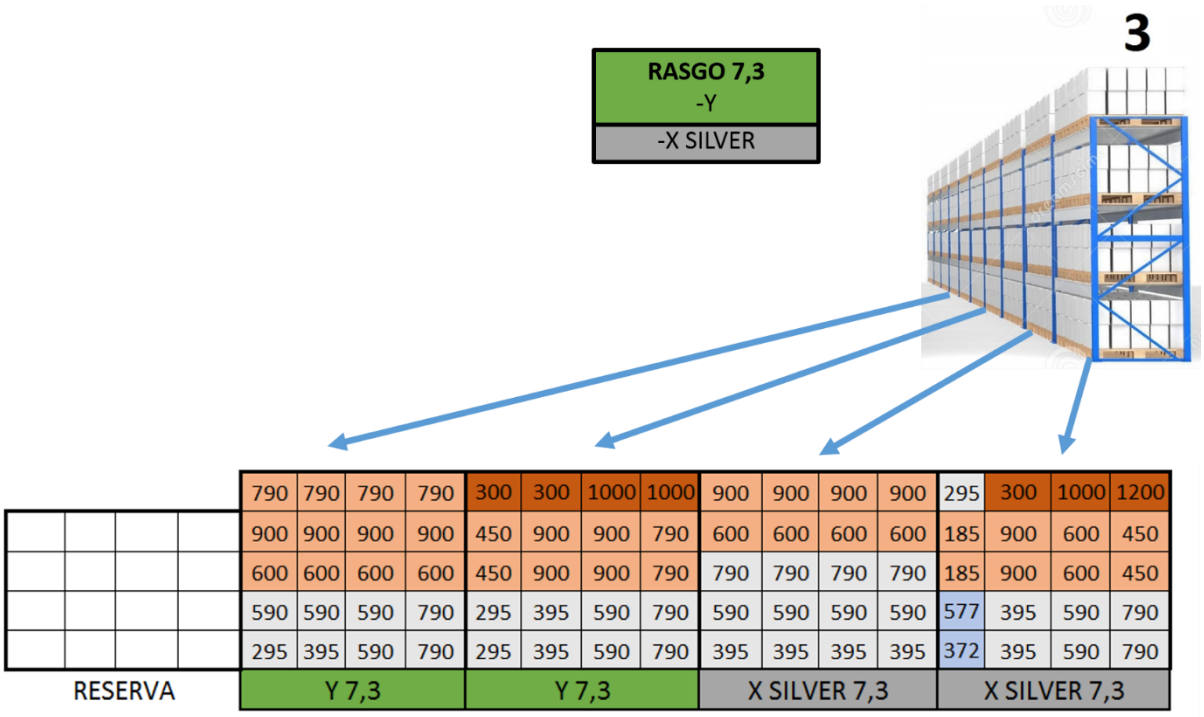
1200	300	1190	1000	1200	300	1000	1200
1190	900	600	600	1200	900	600	450
450	395	590	790	295	395	590	790
295	395	590	790	295	395	590	790
X 10				Y 10			

Figura 44 - *Layout* da fila 1 do armazém das ripas



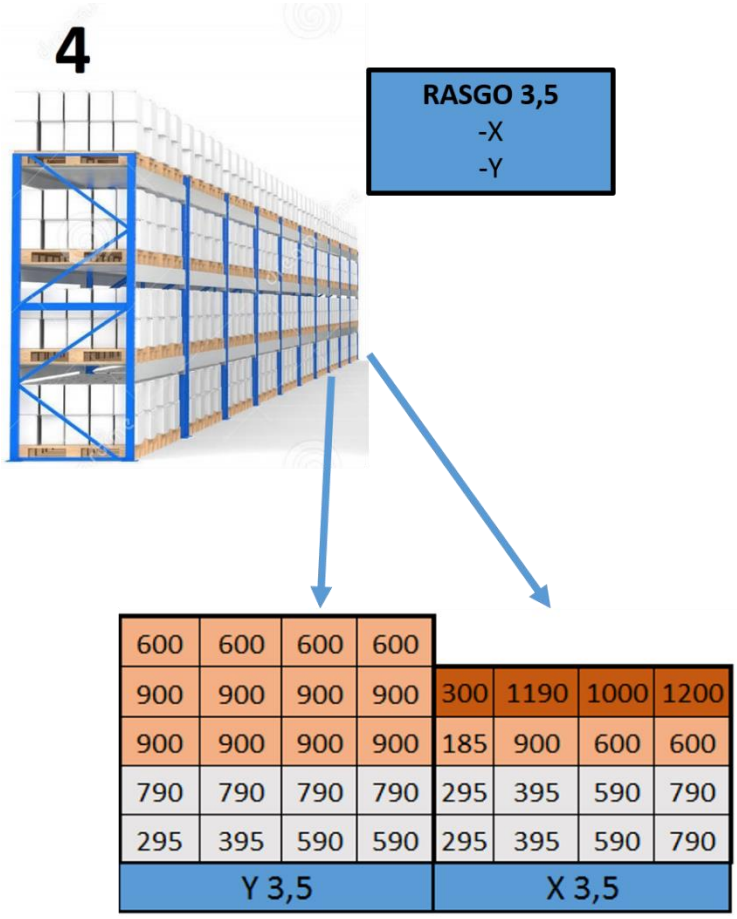
300	900	1000	1200	300	900	1000	1200	300	1000	1190	1200	300	1000	1190	1200
185	900	600	450	900	900	900	900	900	900	900	900	900	900	900	900
185	900	600	450	600	600	600	600	600	600	600	600	600	600	600	600
295	395	590	790	295	395	590	790	295	395	590	790	395	395	395	395
295	395	590	790	295	395	590	790	295	395	590	790	395	395	395	395
X 7,3				X 7,3				X 7,3				X 7,3			

Figura 45 - *Layout* da fila 2 do armazém das ripas



				790	790	790	790	300	300	1000	1000	900	900	900	900	295	300	1000	1200
				900	900	900	900	450	900	900	790	600	600	600	600	185	900	600	450
				600	600	600	600	450	900	900	790	790	790	790	790	185	900	600	450
				590	590	590	790	295	395	590	790	590	590	590	590	577	395	590	790
				295	395	590	790	295	395	590	790	395	395	395	395	372	395	590	790
RESERVA				Y 7,3				Y 7,3				X SILVER 7,3				X SILVER 7,3			

Figura 46 - *Layout* da fila 3 do armazém das ripas



600	600	600	600				
900	900	900	900	300	1190	1000	1200
900	900	900	900	185	900	600	600
790	790	790	790	295	395	590	790
295	395	590	590	295	395	590	790
Y 3,5				X 3,5			

Figura 47 - *Layout* da fila 4 do armazém das ripas

ANEXO F: *Kanbans* do *loop* 2

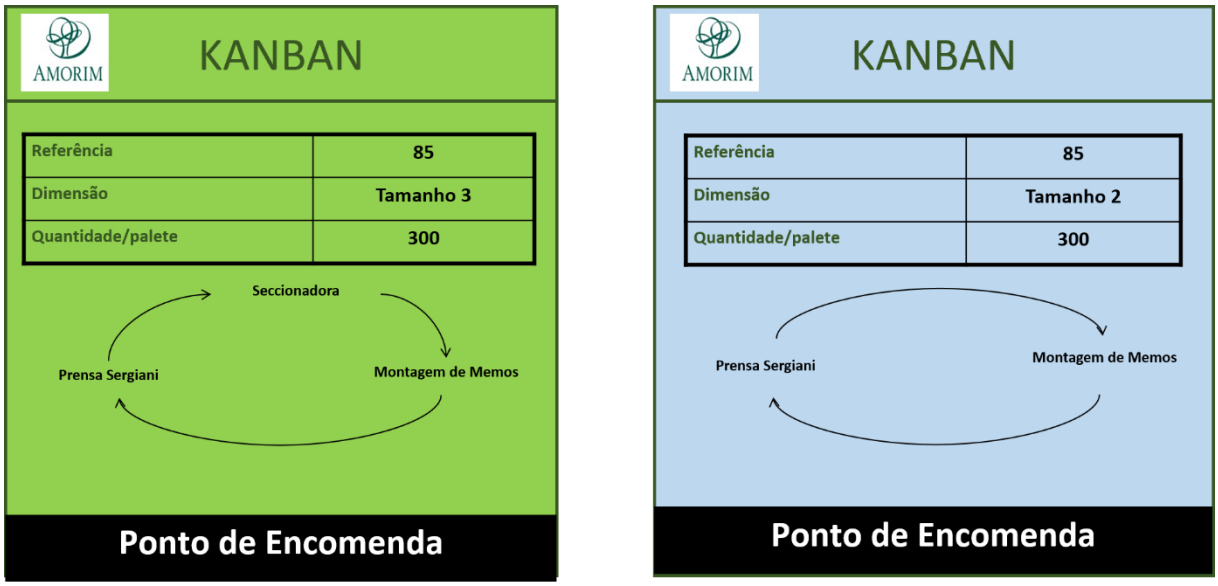


Figura 48 - *Kanbans* do *loop* 2 para as dimensões 3 e 2

ANEXO G: Planos de Manutenção Autónoma

AMORIM

Amorim Cork Composites

PLANO DE MANUTENÇÃO AUTÓNOMA - Estufa

Frequência	Item	Acção	Componente	Descrição	Ferramenta	Localização
Diariamente Todos os Turnos	1		Motor	Verificação de ruídos nos motores.		1
	2		Tapete	Verificação do estado do tapete		2
	3		Estufa	Verificação da temperatura programada		3
	4			Verificação de sinalizadores e botoneiras		
	5		Tapete	Limpeza de toda a área envolvente	Ar comprimido	2
Semanalmente	6		Tapete	Verificação de fugas de material.		2
	7		Correias	Verificar o estado das correntes		4
	8		Quadros elétricos	Limpeza exterior dos quadros elétricos	Ar comprimido	5
	9					
Trimestral	10		Chumaceiras	Lubrificação de chumaceiras.	Bomba da massa	
	11		Correias	Lubrificação das correntes de transmissão.	Almotulia	
	12					

doc - ACC.396

Figura 49 - Plano de manutenção para a estufa

AMORIM

Amorim Cork Composites

PLANO DE MANUTENÇÃO AUTÓNOMA - Embaladora

Frequência	Item	Acção	Componente	Descrição	Ferramenta	Localização
Diariamente	1		Motor	Verificação de ruidos e fugas de óleo nos motores		1
	2		Rolos	Verificação de existência de folga entre os rolos metálicos do suporte do rolo de plástico		
	3		Manómetro	Verificação da pressão do manómetro (6 bar)		
	4		Réguas	Verificação da temperatura programada		
	5			Verificação do sistema de segurança da máquina		
Semanalmente	6		Quadros Elétricos	Limpeza exterior dos quadros elétricos		
	7		Parafusos	Verificar os parafusos de aperto dos rolos metálicos		
	8					
Mensalmente	9		Correntes	Verificação de tensionamento correntes / correias de transmissão		
	10		Guias	Verificação do estado de desgaste das guias		
	11		Tapete	Verificação do estado e alinhamento do tapete		
	12		Roldana	Verificação do estado de desgaste da roldana		
Trimestral	13		Chumaceiras	Verificação e lubrificação de chumaceiras	Bomba da massa	
	14		Correntes	Lubrificação de correntes de transmissão	Almotulia	
	15					

doc - ACC.396

Figura 50 - Plano de manutenção da embaladora

AMORIM

Amorim Cork Composites

PLANO DE MANUTENÇÃO AUTÓNOMA - TTR

Frequência	Item	Acção	Componente	Descrição	Ferramenta
Diariamente Todos os Turnos	1		Motor	Verificação de ruídos nos motores.	
	2		Tapete	Verificação do estado do tapete	
	3		Sistema Pneumático	Verificar a existência de fugas de ar	
	4		Tapete	Limpeza de toda a área envolvente	Ar comprimido
	5				
Semanalmente 1 Turno	6		Tapete	Verificação de fugas de material.	
	7		Correias	Verificar o estado das correntes	
	8		Rodas	Verificar o estado de funcionamento	
	9		Cilindro	Verificar desgaste dos componentes	
	10		Quadros elétricos	Limpeza exterior dos quadros elétricos	Ar comprimido
	11				
Trimestral	12		Chumaceiras	Lubrificação de chumaceiras.	Bomba da massa
	13		Correias	Lubrificação das correntes de transmissão.	Almotulia
	14				

doc - ACC.396

Figura 51 - Plano de manutenção para os tapetes rolantes

ANEXO H: Folha de Registo de Manutenção Autónoma

AMORIM

Registo de Manutenção Autónoma 2017

Amorim Cork Composites

Equipamento:

		SEM	MEN	ESP	SEM	MEN	ESP	SEM	MEN	ESP	SEM	MEN	ESP	SEM	MEN	ESP	SEM	MEN	ESP	SEM	MEN	ESP	SEM	MEN	ESP	SEM	MEN	ESP	SEM	MEN	ESP	SEM	MEN	ESP	SEM	MEN	ESP	SEM	MEN	ESP
	Semana	27			28			29			30			31			32			33			34			35			36			37			38			39		
1.º Turno	Acção																																							
	Data																																							
	Ass																																							
2.º Turno	Acção																																							
	Data																																							
	Ass																																							

Figura 52 - Folha de registo de manutenção autónoma