



Universidade do Minho
Escola de Engenharia

Sofia Margarida Alves Barbosa

Melhorias no aproveitamento de matéria-prima aplicando ferramentas *Lean* numa empresa de derivados de madeira

Dissertação de Mestrado

Mestrado Integrado em Engenharia e Gestão Industrial

Trabalho efetuado sob a orientação da

Professora Doutora Anabela Carvalho Alves

Julho de 2017

DECLARAÇÃO

Nome: Sofia Margarida Alves Barbosa

Endereço eletrónico: sofiabarbosa25@hotmail.com Telefone: 961944610

Número do Bilhete de Identidade: 14507288

Título da dissertação: Melhoria no aproveitamento de resíduos de madeira aplicando ferramentas *Lean* numa empresa de derivados de madeira

Orientador (es): Professora Doutora Anabela Carvalho Alves

Ano de conclusão: 2017

Designação do Mestrado: Mestrado Integrado em Engenharia e Gestão Industrial

Nos exemplares das teses de doutoramento ou de mestrado ou de outros trabalhos entregues para prestação de provas públicas nas universidades ou outros estabelecimentos de ensino, e dos quais é obrigatoriamente enviado um exemplar para depósito legal na Biblioteca Nacional e, pelo menos outro para a biblioteca da universidade respetiva, deve constar uma das seguintes declarações:

1. DE ACORDO COM A LEGISLAÇÃO EM VIGOR, NÃO É PERMITIDA A REPRODUÇÃO DE QUALQUER PARTE DESTA TESE/TRABALHO

Universidade do Minho, ___/___/_____

Assinatura:

AGRADECIMENTOS

Este projeto de dissertação foi o culminar da finalização deste curso. Gostaria de agradecer a todos que me ajudaram e contribuíram para que este percurso fosse possível.

Em primeiro lugar agradeço aos meus pais o apoio incondicional manifestado. Por estarem sempre presentes e acreditarem sempre no meu trabalho e dedicação.

À minha orientadora Professora Doutora Anabela Alves pelo apoio e orientação, pelo seu profissionalismo, conhecimento e dedicação. Resta-me agradecer a partilha de ideias, conhecimentos e críticas construtivas que me ajudaram imenso ao longo desta dissertação.

Ao Eng.º António João Maravalhas por me ter concedido a oportunidade de desenvolver este projeto na Sonae Arauco e pela integração facultada. À Eng.ª Luísa Martins todo o carinho e apoio ao longo do projeto. À Eng.ª Catarina Gustavo todo o suporte e amizade. Aos demais que se foram cruzando no meu percurso um muito obrigado pelos sorrisos partilhados!

Aos colaboradores da Sonae Arauco, envolvidos neste projeto, pela participação ativa, contribuições prestadas na recolha e partilha de informações essenciais ao desenvolvimento deste projeto.

A todos o meu honesto e sentido OBRIGADA por fazerem parte deste longo caminho.

RESUMO

A presente dissertação, inserida no âmbito do 5º ano do Mestrado Integrado em Engenharia e Gestão Industrial, descreve um projeto cujo principal objetivo foi a melhoria no aproveitamento de resíduos de madeira de uma linha de prensagem de MDF da empresa Sonae Arauco, uma *sub-holding* do grupo Sonae.

No panorama atual as empresas têm a necessidade de reduzir custos, mantendo a qualidade dos seus produtos/serviços. Para tal procura-se a eliminação de todas as atividades que não acrescentam valor ao produto/serviço, recorrendo para tal à implementação de ferramentas, conceitos e princípios *Lean Thinking*. Paralelamente, tem surgido um interesse crescente pela sustentabilidade ambiental, o que leva a empresas a adotarem políticas *green* nos seus processos.

A investigação-ação foi a metodologia utilizada para procurar no local soluções para resolver problemas num ciclo de investigação-ação contínuo. Primeiramente, na fase de diagnóstico, mapeou-se todo o processo produtivo e utilizaram-se ferramentas de análise como o diagrama de causa-efeito e o diagrama de spaghetti. Desta análise, identificaram-se problemas como elevados *downtimes* nas linhas, *layout* inadequados e instabilidade no processo de acabamento.

De seguida, foram apresentadas as propostas de melhoria, algumas implementadas outras não, com o objetivo de reduzir as perdas dos resíduos de madeira ao longo das linhas de prensagem e normalizar alguns processos existentes. Estas propostas passaram pela normalização das mudanças de produção, criação de rotinas de limpeza, reconfiguração de *layouts* na sala de controlo, realização de controlos fora de linha, rotatividade e formação dos operadores, balanceamento de carga, reorganização de armazéns, reestrutura de turnos, criação de mecanismos de gestão visual e atualizações no quadro de equipa.

Por fim, procedeu-se à análise comparativa entre os valores obtidos durante o passado ano de 2016 com os valores esperados para este ano, atendendo às propostas sugeridas. Com a síntese de resultados obtidos verificou-se uma melhoria no *up-time* da linha 2 em 0,23%. Este *up-time* traduz-se numa poupança ao nível de madeira e de químicos na ordem de 22700,00€ e de 13400,00€ por ano, respetivamente. Melhorou-se o balanceamento das linhas de acabamento e espera-se um ganho na ordem dos 23127,00€ por ano. Espera-se, ainda, manter o *stock* de placas em 2ªEscolha em armazém controlado, processando em média mais 7,5% que no ano passado. A nível operacional sugeriu-se um novo *layout* da sala de controlo 2, de forma a otimizar as movimentações do operador quando ocorre uma mudança de produção. A nível de melhoria contínua otimizou-se o quadro de equipa e sugeriu-se um plano de formação.

PALAVRAS-CHAVE: *Lean Production*, Melhoria Contínua, Ferramentas *Lean*

ABSTRACT

The following dissertation, integrated on the 5th year of the Master's degree in Engineering and Industrial Management, describes a project whose main goal is the enhancement of wood residue exploitation in a pressing line on Sonae Arauco, a sub-holding of the Sonae group.

Nowadays, companies have the growing necessity to cut on costs while maintaining the quality of their products/services. Bearing that in mind, all activities which do not add value to the business are ought to be eliminated. Lean Production principles make this achievable. In addition, environmental sustainability is gaining increasing interest which tend to instigate green policies in their processes.

The investigation-action methodology was the tool used to search local solutions to resolve problems in a continuous cycle. Firstly, in the diagnostic phase, all the productive process were traced and analysis tools like the cause-effect and spaghetti diagrams were used. From this analysis, there were problems identified like high downtimes on lines, inadequate layout and the instability in the finishing process.

Secondly, improvement proposals were presented, some of them were implemented whilst others weren't, with the goal of diminish the wood residues and normalize several processes that exist in the pressing line. These proposals were reconfiguration of layouts, implementation of off-line controls and rotation of the first choice operator, load balancing, reorganization of warehouses, restructuring of shifts, creation of visual management mechanisms and improvement of teamwork.

Lastly, a comparison was made between the results of the time frame 2016-2017. Analyzing the results led to the understanding that a 0,23% improvement had occurred in the up-time on line 2. In other words, there were savings in terms of wood and chemicals of 22700,00€ and 13400,00€ per year, respectively. Improvement in finishing line balancing has been achieved and a gain of around 23127,00 € per year is expected. It is also expected to maintain the stock of boards in 2^aChoose, processing 7,5% more than last year. At the operational level, a new layout of the control room 2 was suggested in order to optimize the operator's movements when production changes. At the level of continuous improvement the team board was optimized and a training matrix plan was suggested.

KEYWORDS: Lean Production, Continuous Improvement, Lean Tools

ÍNDICE

Agradecimentos.....	iii
Resumo.....	v
Abstract.....	vii
Índice.....	ix
Índice de Figuras.....	xiii
Índice de Tabelas.....	xv
Lista de Abreviaturas, Siglas e Acrónimos.....	xvii
1. Introdução.....	1
1.1 Enquadramento.....	1
1.2 Objetivos.....	2
1.3 Metodologia de Investigação.....	2
1.4 Estrutura da Dissertação.....	3
2. Revisão Bibliográfica.....	5
2.1 Lean Production.....	5
2.1.1 Origem do <i>Lean Production</i>	5
2.1.2 Tipos e fontes de desperdícios.....	7
2.1.3 Princípios Lean Thinking.....	8
2.1.4 Sinergia dos princípios Lean Thinking com a sustentabilidade.....	10
2.1.5 Ferramentas Lean e outras ferramentas.....	12
2.2 Ferramentas de Identificação e Resolução de Problemas.....	19
2.2.1 Brainstorming.....	19
2.6.2 Diagrama de Causa-Efeito.....	20
2.2.3 Ciclo PDCA.....	20
3. Apresentação e caracterização da empresa.....	23
3.1 Identificação e Localização.....	23
3.2 Visão, Missão, Valores e Medidas de Desempenho.....	23
3.3 Produtos.....	24
3.4 Processos produtivos, fluxo de materiais e <i>layout</i> geral.....	25
4. Descrição e análise crítica da situação atual da linha de prensa 2.....	27
4.1 Descrição do sistema produtivo da linha de prensagem 2.....	27

4.1.1.	Fatores de produção	27
4.1.2.	Processo produtivo, fluxo de materiais e layout	28
4.1.3	Processo de rejeição de fibra no “nariz” e armazenamento de placas	33
4.1.4	Parâmetros da ficha técnica e variáveis da mudança de produção	36
4.2	Controlos periódicos do processo	37
4.2.1	<i>Sander-Test</i>	37
4.2.2	Controlo Dimensional e Visual.....	37
4.2.3	Controlo da Humidade da Fibra.....	37
4.2.4	Ensaio Laboratorial ao Produto	38
4.3	Análise crítica e identificação de problemas	38
4.3.1	Análise ABC para seleccionar o produto a analisar	38
4.3.2	Mapeamento do processo produtivo da Linha de Prensagem 2.....	39
4.3.3	Elevado número de paragens na linha de prensagem 2	40
4.3.4	Elevado tempo de mudança do “nariz”	42
4.3.5	<i>Layout</i> inadequado na Sala de Controlo 2	45
4.3.6	Instabilidade no processo de Acabamento	45
4.3.7	Falta de polivalência dos colaboradores	49
4.3.8	Quadros de melhoria contínua das equipas naturais pouco funcionais.....	50
4.4	Síntese dos problemas encontrados	50
5.	Apresentação e implementação de propostas de melhoria.....	53
5.1	Área de Prensagem	54
5.1.1	Criação de Rotina de Limpeza do Crivo.....	54
5.1.2	Projeto de paredes ajustáveis na Pré-Prensa	54
5.1.3	Normalização das Mudanças de Produção	55
5.2	Área operacional.....	57
5.2.1	Reconfiguração de <i>layout</i> da Sala de Controlo 2.....	57
5.3	Área do Acabamento	59
5.3.1	Balanceamento de carga do Acabamento 1 e 2	59
5.3.2	Colocação do <i>sander test off-line</i>	60
5.3.3	Reorganização de armazém de semiacabado	61

5.3.4 Nova estrutura de trabalhos em turnos no acabamento	62
5.3.5 Implementação de um programa de Rotatividade do operador de 1ªEscolha.....	63
5.3.6 Criação de mecanismo de gestão visual para o empilhadorista.....	64
5.4. Área Melhoria Contínua	64
5.4.1 Implementação de uma matriz de Formação	64
5.4.2 Melhoria do quadro de equipa	66
6. Análise e discussão dos resultados.....	69
6.1 Resultados das propostas implementadas.....	69
6.1.1 Redução do tempo de paragem da linha 2	69
6.1.2 Redução do <i>stock</i> de armazém de 2ªEscolha	70
6.1.3 Melhor balanceamento da carga dos acabamentos	71
6.1.4 Melhor monitorização com novos indicadores no quadro de equipa	71
6.2 Resultados esperados das propostas não implementadas	72
6.2.1 Melhor aproveitamento de estilha	72
6.2.2 Maior disponibilidade das linhas de acabamento.....	72
7. Conclusão	75
7.1 Conclusões.....	75
7.2 Trabalho Futuro	76
Referências Bibliográficas	77
Anexos.....	79
Anexo I – Layout fabril.....	80
Anexo II – Matriz mudanças de produção	81
Anexo III – Projeto acabamento – A3.....	85
Anexo IV – Matriz de polivalência.....	87
Anexo V – Norma Rotina Limpeza do crivo	89
Anexo VI – Norma Mudança de produção	90

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ciclo de Investigação-Ação (adaptado de (O'Brien, 2001))	3
Figura 2. Casa do TPS (adaptado de (Liker & Morgan, 2006)).....	6
Figura 3. As sete formas de desperdícios (Sonae, 2016)	7
Figura 4. Princípios Lean Thinking.....	9
Figura 5. Modelo 5S (Sonae, 2016)	13
Figura 6. Elementos do Standard Work	17
Figura 7. Standardized Work Combination Table (Dennis, 2007)	18
Figura 8. Standardized Work Analyses Chart (Dennis, 2007).....	18
Figura 9. Job Element Sheet (Dennis, 2007).....	19
Figura 10. Diagrama de Causa-efeito.....	20
Figura 11. Ciclo PDCA (Sonae, 2016).....	21
Figura 12. Vista superior da unidade de Mangualde.....	23
Figura 13. Valores do grupo Sonae Arauco	24
Figura 14. Chegada da matéria-prima: a) Resina; b) Estilha	28
Figura 15. Linha de prensagem 2	28
Figura 16. Processo produtivo da linha 2	29
Figura 17. Processo de produção de estilha	29
Figura 18. Processo de Crivagem e Lavagem de Estilha	30
Figura 19. Processo de desfibração de estilha.....	31
Figura 20. Processo de Secagem de fibra.....	31
Figura 21. Processo de prensagem	32
Figura 22. Processo de lixagem.....	32
Figura 23. Processo de lixagem.....	33
Figura 24. Equipamento Nariz aberto	34
Figura 25. Armazém de Semi-acabado.....	35
Figura 26. Esquema de funcionamento do acabamento.....	35
Figura 27. Esquema representativo dos roteiros de acabamento	36
Figura 28. Diagrama de Pareto Produtos Prensa 2 em 2016.....	39
Figura 29. Mapeamento do Processo Produtivo.....	39
Figura 30. Estilha após crivagem: finos e grossos	40
Figura 31. Tipos de paragens logísticas e percentagem de ocorrência	41
Figura 32. Fibra rejeitada no “nariz” ao longo do ano de 2016	42

Figura 33. Principais Causas de Paragem na Linha 2 no ano de 2016.....	43
Figura 34. Mapeamento da Mudança de Produção com “nariz” Aberto	44
Figura 35. Mapeamento da Mudança de Produção com “nariz” fechado	44
Figura 36. Diagrama de Spaghetti das movimentações do operador na mudança de produção	45
Figura 37. Diagrama Espinha de Peixe da instabilidade do processo de acabamento	46
Figura 38. Novo esquema do acabamento	47
Figura 39. Layout do armazém de semiacabado	48
Figura 40. Extrato da Matriz Polivalência das linhas de prensagem	49
Figura 41. Quadro de equipa natural	50
Figura 42. Desenho das paredes ajustáveis para a pré-prensa.....	54
Figura 43. Monitor BIG DATA	56
Figura 44. Monitor referente ao target de produção.....	57
Figura 45. Diagrama de Muther com o relacionamento dos locais dos monitores na sala de controlo.....	58
Figura 46. Primeiro layout sugerido.....	58
Figura 47. Segundo layout sugerido.....	59
Figura 48. Layout fabril com laboratório	61
Figura 49. Nova proposta do Layout do armazém de semiacabado com nova divisão	62
Figura 50. Rotatividade de operadores.....	63
Figura 51. Sistema Andon na 2ªEscolha e na Embalagem.....	64
Figura 52. Extrato da matriz formação da 1ªEscolha da Linha 1	65
Figura 53. Registo da equipa de horário normal	66
Figura 54. Registo das Medidas de Contenção	67
Figura 55. Quadro de tarefas	68

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1. Características variáveis nas placas de MDF	24
Tabela 2. Características variáveis nas placas de MDF	25
Tabela 3. Número de horas de paragem na linha 2 por grupo em 2016.....	40
Tabela 4. Tabela de mudança de ângulo	41
Tabela 5. Número de ocorrência e de horas de paragem devido à realização de sander-test ..	47
Tabela 6. M ³ médios diários no armazém de 2ªEscolha	48
Tabela 7. Estrutura Turnos Acabamento.....	48
Tabela 8. Tabela síntese dos problemas encontrados.....	51
Tabela 9. Plano de Ação para os problemas identificados.....	53
Tabela 10. Mudanças de Produção.....	55
Tabela 11. Comparação das distâncias percorridas com os diferentes layouts	59
Tabela 12. Organização do armazém de semiacabado.....	62
Tabela 13. Nova Estrutura de Turnos do Acabamento	63
Tabela 14. Resultados no downtime pela normalização das mudanças de produção linha 2 para o ano de 2017	69
Tabela 15. Resultados na duração das paragens na linha 2 por mudança de produção para o ano de 2017	69
Tabela 16. Resultados na rejeição de fibra devido a Mudança de Produção para o ano de 2017	70
Tabela 17. Resultados na rejeição de fibra pela normalização das mudanças de produção linha 2 para o ano de 2017	70
Tabela 18. Resultados nos químicos incorporados na fibra rejeitada para o ano de 2017.....	70
Tabela 19. Stock processados na 2ªEscolha	71
Tabela 20. Resultados nas paragens de linha de prensa devido ao melhor balanceamento dos acabamentos para o ano de 2017	71
Tabela 21. Tabela resumo das propostas não implementadas.....	72
Tabela 22. Resultados esperados em 2017 com a implementação da proposta	73
Tabela 23. Resultados esperados a nível monetário com a introdução de sander-test off-line	73

LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E ACRÓNIMOS

JIT	Just in Time
MTO	Mark to Order
MTS	Make to Stock
MDF	Medium Density Fiberboard
OPA	Ordem Produção Acabamento
OPP	Ordem Produção Prensa
SMED	Single Minute Exchange of Die
PDCA	Plan-Do-Check-Act
TPS	Toyota Production System
WIP	Work in Process

1. INTRODUÇÃO

Neste capítulo realiza-se um enquadramento do tema do projeto de dissertação realizado na *Sonae Arauco*. Neste sentido apresentam-se os objetivos da dissertação, a metodologia de investigação usada e a forma como a dissertação está organizada.

1.1 Enquadramento

Com o vover do século, e muito devido ao processo de globalização, o universo empresarial tornou-se mais competitivo e exigente. As organizações procuram constantemente melhorar os seus modos operacionais, de modo a manter a sua posição competitiva no mercado. O desafio de sobrevivência das organizações leva, na maioria dos casos, as empresas a recorrer a novas ferramentas e metodologias assentes em *Lean Production*. O termo *Lean Production* tornou-se mais conhecido em 1990, com o lançamento do livro “*The Machine that Changed the World*” (Womack, Jones, & Roos, 1990), uma denominação ocidental para *Toyota Production System* (TPS), um sistema concebido por Taiichi Ohno quando se deu a reconstrução do Japão após a Segunda Guerra Mundial. O termo *Lean Production* é um modelo organizacional de produção que apresenta como foco a satisfação do cliente, procura eliminar os desperdícios presentes na produção, conseguindo assim, um aumento da produtividade e redução do custo (Womack et al., 1990).

Lean Production utiliza menos esforço humano, menos espaço fabril, menos tempo, menos investimento em equipamentos, menos inventário, menos produtos, entre outros. Existe uma busca constante pela perfeição, através da diminuição dos custos, do inventário, dos zeros defeitos e da grande variedade de produtos (Womack et al., 1990). Desperdícios são todas as atividades que não acrescentam valor e que o cliente não está disposto a pagar e estão classificadas em sete tipos, designadamente: sobreprodução, *stock*, transporte de materiais, movimentos de pessoas, defeitos, esperas e sobreprocessamento (Ohno, 1988).

Uma das formas de melhorar o desempenho de um sistema de produção é através da identificação e eliminação destes desperdícios existentes no sistema. Neste sentido foram surgindo, ao longo dos anos, metodologias e ferramentas para reduzir estes desperdícios e auxiliar na implementação do pensamento *Lean* tais como: o *Lean Thinking*, 5S, filosofia *Kaizen*, *Standard Work*, *Continuos Flow*, *Kanban*, *Value Stream Mapping* (VSM), *Poka-Yoke*, *Single Minute Exchange of Die* (SMED), *Gestão Visual*, entre outras (Ortiz, 2006).

A produção de MDF consome quantidades enormes destes resíduos, no entanto, a empresa acredita ainda ser possível fazer um melhor aproveitamento pois verifica-se que a linha de

prensagem tem algumas perdas acarretando um maior custo para a empresa. Assim, espera-se com esta dissertação aplicar algumas ferramentas do paradigma *Lean-Green* para reduzir as perdas e desperdícios associados.

1.2 Objetivos

O objetivo principal neste projeto de dissertação centrou-se no melhor aproveitamento da matéria-prima (resíduos de madeira) que se perdiam ao longo da linha de Prensagem de MDF, usando princípios *Lean Thinking* e ferramentas *Lean*. Assim os objetivos parciais passaram por:

- Normalizar as mudanças de produção;
- Normalizar os processos existentes;
- Melhorar *up-time* da linha de prensagem 2;
- Criar mecanismos de gestão visual.

Com a implementação deste projeto pretendeu-se que todos os colaboradores passem a executar as tarefas de uma única forma para que haja:

- Melhoria da eficiência dos processos;
- Redução do nível de *stock*;
- Redução dos resíduos de madeira perdidos;
- Redução do consumo de químicos;

1.3 Metodologia de Investigação

O projeto foi desenvolvido na empresa Sonae Arauco e seguiu a metodologia de Investigação-Ação. Esta metodologia consiste num processo de investigação onde ocorre um envolvimento do investigador com os colaboradores da empresa. O envolvimento e participação de todas as pessoas relacionadas com o projeto é um ponto vital para que seja possível a identificação e melhoria das práticas existentes.

Esta metodologia tem como base cinco fases: o diagnóstico do problema, o planeamento de ações a implementar, a implementação de ação ou ações selecionadas, a avaliação dos resultados obtidos e especificação da aprendizagem (O'Brien, 2001) como se pode observar na *Figura 1*.

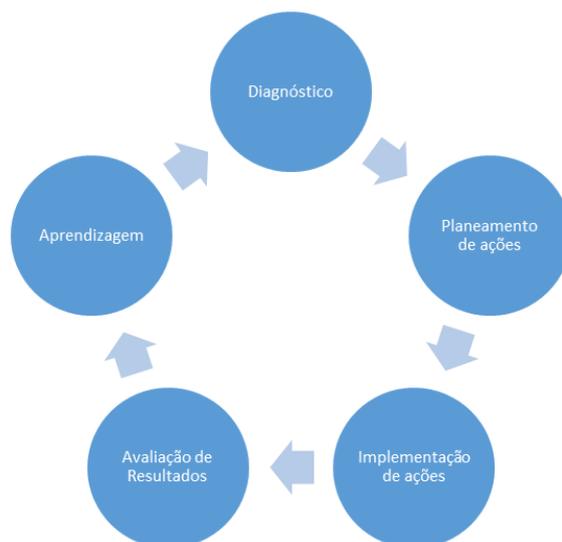


Figura 1. Ciclo de Investigação-Ação (adaptado de (O'Brien, 2001))

Na primeira fase, **Diagnóstico**, identificou-se o problema (elevada quantidade de resíduos de madeira) e efetuou-se a análise crítica da situação atual. Neste sentido estudaram-se todos os documentos e procedimentos relativos ao sistema produtivo, analisaram-se o fluxo de materiais, informação e pessoas, entre outros, com o intuito de perceber quais as causas-raízes do problema. Nesta fase, ainda, definiram-se as medidas de desempenho analisadas.

Seguiu-se a fase de **Planeamento das Ações**, onde se planearam algumas formas de resolver o problema identificado. Assim, procedeu-se à normalização do trabalho de forma a tentar uniformizar a forma como as mudanças de produção são feitas e assim tentar eliminar parte dos resíduos de madeira existentes. Também se idealizou uma forma de armazenar os resíduos de madeira existente e fazer com que os mesmos voltem ao sistema produtivo. Após o planeamento das ações seguiu-se a **Implementação de Ações**, onde se executou o trabalho normalizado.

De seguida ocorreu a **Avaliação de Resultados** onde foram colhidas evidências através da observação das ações colocadas em prática na fase anterior. Assim por comparação das medidas de desempenhos definidas percebeu-se se existiram melhorias consideráveis.

Por último, ocorreu a **Especificação de Aprendizagem**, fase do ciclo onde foram analisadas profundamente as conclusões do projeto, permitindo evoluir e colher aprendizagens.

1.4 Estrutura da Dissertação

A dissertação está dividida e estruturada em sete capítulos. O atual capítulo, onde se insere este subcapítulo, mostra o enquadramento geral do trabalho, apresentando também os principais objetivos a serem conseguidos e qual a metodologia de desenvolvimento utilizada. Inclui também a estrutura do trabalho.

No segundo capítulo é apresentada uma revisão da literatura relativa à filosofia de produção *Lean Production*, apresentando-se a sua origem, os princípios, fontes de desperdícios. É ainda apresentado o conceito *Lean-Green*, bem como a sua sinergia com a sustentabilidade. São descritas algumas das ferramentas adjacentes à filosofia *Lean*. Ainda neste capítulo, expor-se uma metodologia para a normalização e criação de normas, bem como ferramentas de identificação e resolução de problemas.

No terceiro capítulo apresenta-se a empresa onde o trabalho foi desenvolvido, a Sonae Arauco. Neste capítulo são expostos a visão, missão e valores da empresa, os produtos, os processos produtivos, fluxo de materiais e *layout* geral.

No capítulo quatro faz-se uma descrição da situação atual, ou seja, descreve-se detalhadamente toda a área de produção em estudo e em especial o processo produtivo. Neste capítulo são também apresentados os fatores de produção bem como os controlos feitos periodicamente ao processo.

No capítulo seguinte faz-se uma descrição e análise crítica da situação atual, fazendo uma análise ABC para decidir qual o produto a analisar, um mapeamento do processo produtivo da linha 2. Posteriormente, mostram-se os problemas identificados na área em estudo aquando do início do projeto.

No capítulo 5 apresentam-se propostas de melhoria que visam solucionar ou minimizar os problemas identificados. Neste capítulo está presente um plano de ações para as diferentes áreas: prensagem, acabamento e melhoria continua.

O sexto capítulo, referente à discussão e análise dos resultados, apresenta a discussão dos resultados obtidos no decorrer do processo.

Por último no sétimo capítulo são apresentadas todas as conclusões do trabalho desenvolvido no que ao cumprimento dos objetivos diz respeito. São, também, apresentados os principais obstáculos sentidos ao longo do projeto.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Neste capítulo é realizada uma revisão da literatura sobre *Lean Production*. Pretende-se sistematizar os conceitos mais revelantes para este projeto de investigação. Assim, em primeiro lugar, apresenta-se a origem e os princípios do *Lean Production*. De seguida descrevem-se os desperdícios presentes nos sistemas produtivos, bem como as vantagens decorrentes da implementação do *Lean*. São, ainda, referidas algumas das ferramentas *Lean* bem como uma abordagem ao *Lean-Green*.

2.1 Lean Production

Lean Production é um modelo organizacional de produção que tem como meta a eliminação dos desperdícios e a criação de valor, procurando sempre a satisfação do cliente e a melhoria contínua (Womack et al., 1990). Este sistema de medidas e métodos que utilizados em simultâneo permitem que toda a empresa se torne mais competitiva (Warnecke & Huser, 1995).

Outros autores, nomeadamente, Liker (2004) consideram que *Lean Production* define-se como uma filosofia empresarial que procura a envolvimento de todas as pessoas da organização na eliminação de desperdícios e na criação de valor, baseando-se numa cultura pró-ativa e de constante melhoria. Dois anos mais tarde Kerr definiu o *Lean Production* como uma disciplina de negócios que obedece só aos pedidos dos clientes eliminando todos os desperdícios existentes na cadeia de valor (Kerr, 2006). Parece não existir uma definição única para *Lean Production*, no entanto existe uma correlação entre elas.

2.1.1 Origem do *Lean Production*

O termo *Lean Production* tornou-se popular em 1990, aquando do lançamento do livro “*The Machine that Changed the World* (Womack et al., 1990). No livro são expostos os resultados de um estudo comparativo entre a indústria automóvel japonesa e a americana.

Na mesma época, a indústria europeia e norte-americana tinham implementado o modelo de Henry Ford nas suas indústrias. Este modelo tinha como foco substituir a produção artesanal pela *mass production*. A *mass production* baseia-se numa linha de montagem contínua, onde os produtos eram impulsionados ao longo da linha. Com recurso a este modelo a produção era efetuada com pouca variabilidade, elevadas quantidades, o que levava a elevadas taxas de produção e, conseqüentemente, preços mais apelativos (Carvalho, 2008).

Existiam desvantagens intrínsecas à implementação de *mass production* nomeadamente no que diz respeito a processos pouco flexíveis e quantidades pequenas de produtos. Neste sentido, o

Japão devido à sua situação económica, teve necessidade de criar um sistema produtivo que revalorizasse com a produção em massa, fortemente implementada nas indústrias ocidentais desde a era de Henry Ford. Assim, surge na Toyota, o *Toyota Production System* (TPS) cujo mentor foi Taiichi Ohno. Este sistema prometia utilizar menos recursos e ser mais flexível, já que a procura era variada e reduzida.

Toyota Production System (TPS), denominado de *Lean Production* no ocidente, baseia-se na intenção de produzir um fluxo contínuo, que não dependa da ideia de que longos ciclos de produção aumentam a eficiência. Este modelo assenta no facto de que apenas uma pequena fração do tempo total e esforço utilizado na transformação de um produto acrescentava valor ao produto entregue ao cliente.

O TPS é sustentado por dois pilares: a filosofia *Just-in-Time* (JIT) e a *Autonomation*, designada também por *Jidoka* (Ohno, 1988). Na *Figura 2* está representada a casa do TPS, criada por Fujio Cho (Liker, 2004).



Figura 2. Casa do TPS (adaptado de (Liker & Morgan, 2006))

A casa do TPS pretende demonstrar a estabilidade e coerência do TPS se os seus alicerces, pilares e telhado forem respeitados. Na base procura-se a produção nivelada, processos estáveis e padronizados, gestão visual e conhecimento da filosofia *Toyota*. Os pilares, que sustentam os alicerces, são o *Just in Time* (JIT) e o *Autonomation*. No centro da casa estão as pessoas e a redução dos desperdícios. Por fim, o telhado representa os objetivos do TPS.

2.1.2 Tipos e fontes de desperdícios

Os desperdícios ocorrem ao longo de todo o processo produtivo e nas mais diversas atividades, sendo que consomem recursos e não acrescentam valor ao produto. Assim é boa prática identificar os desperdícios e elimina-los. Nem sempre é possível fazê-lo já que, como referido anteriormente, existem atividades que apesar de não acrescentarem valor ao produto sobre o ponto de vista do cliente são necessárias.

Ohno (1988) e Shingo (1989) definiram e caracterizaram sete tipos de desperdícios, conhecidos como os desperdícios do TPS, representados na *Figura 3* e brevemente definidos de seguida.



Figura 3. As sete formas de desperdícios (Sonae, 2016)

Sobreprodução: Trata-se do pior e mais frequente desperdício segundo Ohno, uma vez que é a base de vários problemas (Bicheno & Holweg, 2009). Caracteriza-se por produzir mais do que necessário e/ou produzir antecipadamente à encomenda efetivada pelo cliente. Assim este desperdício é, em grande medida, responsável por desencadear o aumento dos outros desperdícios (Russell & Taylor, 1997). WIP, elevadas quantidades de *stock*, consumo excessivo de matérias-primas, equipamentos, recursos humanos são alguns dos desperdícios que ocorrem na sobreprodução.(Ortiz, 2006).

Espera: Verifica-se quando o tempo despendido não é aproveitado de uma forma eficaz (Bicheno & Holweg, 2009). Ocorre quando os produtos ou informação estão parados (sem adição de valor) ou quando recursos esperam por trabalho. Exemplos da origem deste tipo de esperas são, por exemplo, avarias nos equipamentos, falta de matéria-prima, elevados tempos de setup, mão-de-obra insuficiente, entre outros (Ortiz, 2006). Como seria de esperar, estas esperas acentuam um custo de operação elevado.

Transporte: Refere-se a qualquer movimentação de um material e/ou produto na organização que não adicione qualquer valor. Estas movimentações podem conduzir a tempos de espera e a

uma utilização excessiva de recursos em relação ao imprescindível (Ortiz, 2006). O transporte não pode ser integralmente eliminado, contudo com o decorrer do tempo pode ser continuamente reduzido (Bicheno & Holweg, 2009) .

Processamento Inadequado: Verifica-se quando existe uma repetição de um processo não efetuado de forma eficiente, ou então de operações efetuadas incorretamente. A presença deste desperdício coexiste devido à inexistência de procedimentos normalizados, uso de ferramentas e/ou equipamentos de forma incorreta, falta de formação, falhas na comunicação e à formação dos colaboradores (Bell, 2005). A melhor forma de combater este desperdício é recorrer a formação, normalização do trabalho e automatização.

Inventário: Traduz-se na acumulação de produtos ou matérias-primas ao longo do sistema produtivo. Neste sentido sucede-se um aumento de outros desperdícios como dos defeitos e transporte. É ainda importante referir que a existência deste desperdício esconde, na maioria dos casos, problemas de qualidade. Assim é denominado de inimigo da qualidade e da produtividade (Bicheno & Holweg, 2009).

Movimentações: Refere-se a deslocações desnecessárias por parte dos colaboradores ou equipamentos, que não se traduzem em valor para o produto. São exemplos destas movimentações a procura de documentos, materiais, equipamentos, abastecimento do posto de trabalho, entre outras. Trata-se de uma das principais causas deste desperdício é a falta de ergonomia do posto de trabalho, forçando o operador a encontrar novas posições de conforto (Bicheno & Holweg, 2009).

2.1.3 Princípios Lean Thinking

Com o decorrer das suas pesquisas e para responder às perguntas das empresas sobre como implementar *Lean Production*, Womack e Jones publicaram um novo livro: *Lean Thinking* (Womack, & Jones, 1996).

Sempre tendo como meta a procura da eliminação de atividades que não acrescentem valor ao produto, os autores definiram cinco princípios básicos intrínsecos a esta forma de “pensar magra”: identificação do valor, identificação da cadeia de valor, produzir com base na produção pull, criar fluxo de valor contínuo e procurar a perfeição, representados na *Figura 4*.

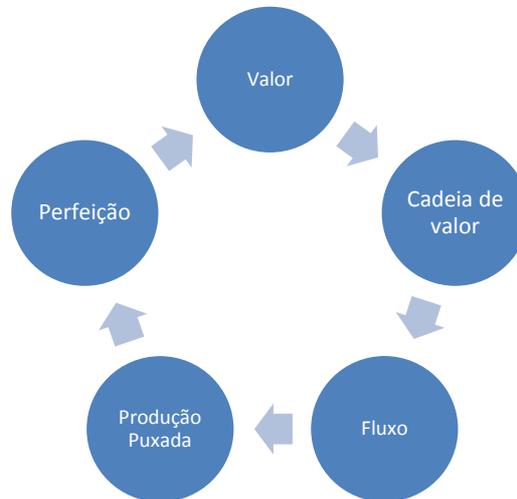


Figura 4. Princípios *Lean Thinking*

Uma descrição sucinta destes princípios é apresentada de seguida:

Defeitos: Desperdício associado a erros que se manifestam durante o processo produtivo e requerem retrabalho ou trabalho adicional (Melton, 2005). Em alguns casos os produtos não conseguem ser reparados e são sucitados. Para evitar o aparecimento de defeitos, as empresas aumentam a inspeção aos produtos e os *stocks*, para compensar os produtos com defeito, influenciando, o custo do produto final.

Mais tarde, outros desperdícios foram surgindo: desperdício de potência e energia; desperdício do potencial humano; poluição ambiental; sistemas de fabrico inapropriados; informação inapropriada e sobrecarga desnecessária (Brunt & Butterworth, 2001). Também o desperdício de materiais; desperdício nos serviços e escritórios; desperdício do tempo do cliente e desperdício de perda de clientes existentes (Bicheno & Holweg, 2009).

Valor: a identificação e a criação de valor é o primeiro passo para atingir o *lean*. O valor é definido pelo cliente, este define qual o valor que está disposto a pagar pelo produto. Neste sentido, tudo o que o cliente não está disposto a pagar é considerado desperdício e deve ser eliminado.

Cadeia de valor: a identificação de quais as atividades, de entre todas as atividades desde o fornecedor até ao cliente, que acrescentam ou não acrescentam valor para o cliente. Nesta identificação surgem três tipos de atividades: as que acrescentam valor para o cliente ou

produto; as que não acrescentam valor mas são indispensáveis e as que não acrescentam valor nem são necessárias, descritas de seguida:

1) Atividades que acrescentam valor ao produto: abrangem todas as atividades pela qual o cliente está disposto a pagar. Estas representam cerca de 5% do tempo total da produção

2) Atividades que não acrescentam valor ao produto: incluem todas as atividades que o cliente considera que não possuem valor para o produto final. São atividades de puro desperdício

3) Atividades que não acrescentam valor ao produto mas que são indispensáveis: incluem todas as atividades que não possuem valor para o produto final e que, embora sejam um desperdício, são necessárias.

Fluxo: após a definição de valor, a identificação da cadeia de valor para cada produto ou famílias de produtos segue-se a criação de um fluxo contínuo de produção. Os produtos devem percorrer toda a cadeia de valor até ao cliente sem interrupções, sem esperas, sem *stocks* e sem desperdícios.

Produção Puxada: considera que o cliente puxa a produção, ou seja, o processo produtivo só tem início quando o cliente envia uma encomenda. Com este tipo de produção as empresas produzam a quantidade certa, no momento certo, evitando assim a produção em excesso e a acumulação de *stocks* intermédios e finais.

Perfeição: a busca pela perfeição consiste em eliminar os desperdícios, os erros e criar valor. Para atingir a perfeição as empresas devem estar em constante progresso de forma a melhorar o seu desempenho.

Considera-se ainda a existência de mais dois princípios para além dos propostos por Womack e Jones (1996) no caso “Conhecer os *stakeholders*” e “Inovar sempre” (Pinto, 2014), embora a maioria dos autores considere que estes não são necessários por já estarem implícitos nos cinco definidos acima.

2.1.4 Sinergia dos princípios Lean Thinking com a sustentabilidade

A implementação *Lean* tem sinergias com outras áreas, nomeadamente, com a sustentabilidade, ao que muitos autores designam de *Lean-Green* (Alves, Moreira, Abreu, & Colombo, 2016). Esta relação sinérgica foi identificada em 1993, sendo o paradigma *Lean-Green* associado à adoção de estratégias e metodologias organizacionais que promovem a redução dos chamados desperdícios ambientais.

O *Lean Manufacturing* pode levar ao aumento da eficiência energética através do *Lean Green* – filosofia que coloca no seu centro de análise o ambiente. As questões e crescentes preocupações ambientais são também agora uma das responsabilidades de todas as empresas e organizações em geral pelo fato dos efeitos provocados pelas alterações climáticas se terem agravado nos últimos anos, e a natureza ser um bem essencial à vida (Moreira, Alves, & Sousa, 2010).

Entenda-se por desperdícios ambientais o uso desnecessário ou excessivo de recursos ou substâncias libertadas para o ar, água ou terra que possam prejudicar a saúde humana ou o meio ambiente. Todos estes desperdícios ambientais não acrescentam valor para o cliente e podem afetar diretamente o fluxo de produção, tempo, a qualidade e os custos (EPA, 2007). Além deste, tem-se um consumo de materiais, energia, água maior do que o necessário.

Também os químicos usados nos diversos processos produtivos devem ser abordados tendo em conta uma ótica “*green*”, assim deve-se procurar eliminar consumos desnecessários de químicos.

É ainda de ressaltar o caso da madeira, tratado nesta dissertação, já que se trata de uma matéria-prima que tem vindo a ser amplamente consumida. Torna-se imperativo racionar o seu consumo e procurar formas de reaproveitar os resíduos decorrentes das atividades produtivas que promovam a reutilização, recuperação e reciclagem. Assim é possível promover a eco inovação, minimizar a produção de resíduos e manter os produtos, materiais e recursos na economia pelo maior período de tempo possível. Este é o princípio da economia circular (BCSD, 2017). O conceito de economia circular constitui uma resposta ao desejo de um crescimento sustentável no contexto da pressão crescente que a produção e o consumo exercem sobre o ambiente e os recursos mundiais (Comissão Europeia, 2014).

Existem vários estudos de casos da sinergia *Lean-Green* na literatura. A BASF desenvolveu uma ferramenta estratégica de ciclo de vida para comparar as vantagens e desvantagens económicas e ecológicas de produtos e processos. A ferramenta utiliza um gráfico de dois eixos que traça os dois valores de carga ambiental e custo total. Ao avaliar os impactos ambientais, são examinadas seis categorias: consumo de matéria-prima, consumo de energia, emissões e consumo de ar e água, toxicidade potencial, riscos potenciais e uso da terra. Os resultados da análise de ecoeficiência ajudaram a empresa a melhorar produtos e processos, o meio ambiente e demonstram os benefícios financeiros. O sistema também permite à BASF definir e monitorar metas de pesquisa e desenvolvimento.

Outro exemplo são os diversos fornecedores da Nike que fazem parte de sua iniciativa de sustentabilidade que visa preservar e conservar água e reduzir os impactos ambientais da descarga de águas residuais em operações de produção.

Também a HP, em 2003, cumpriu o objetivo de introduzir um produto de *hardware* contendo material reciclado recuperado de produtos HP em final de vida. Engenheiros de várias linhas de produtos fizeram parceria com a equipa de reciclagem da HP para desenvolver e qualificar uma formulação de plástico que poderia substituir o plástico virgem por material obtido de produtos HP em fim de vida. A equipa desenvolveu um material chamado tereftalato de polietileno reciclado (RPET). O RPET é um material misturado que contém plástico dos cartuchos de impressão HP reciclados e garrafas de plástico reciclado. Assim ocorre uma redução do uso de materiais virgens, e com volumes e experiência adicionais pode levar a poupanças (WBCSD, 2006).

2.1.5 Ferramentas Lean e outras ferramentas

As ferramentas *Lean* permitem a implementação e a manutenção da filosofia *Lean* nas organizações. Ao longo dos anos a sua implementação permitiu às organizações eliminar os desperdícios e aumentar a produtividade.

2.1.5.1 Value Stream Mapping (VSM)

Tendo como objetivo desenhar o fluxo de valor de um produto Rother, e Shook, J. desenvolveram a ferramenta *Value Stream Mapping* (VSM) (Rother & Shook, 2003). Segundo os autores, o VSM tem como objetivo representar o processo produtivo necessário para fazer o produto, tanto as atividades que acrescentam valor como as atividades que não acrescentam valor ao produto, tanto a nível de fluxo de materiais como de fluxo de informação. Estes representam todos os fluxos desde a receção da matéria-prima até à expedição do produto final.

A construção do VSM pressupõe quatro fases: escolha do produto ou família de produtos, desenho do estado atual, desenho do estado futuro e plano de trabalho e implementação (Rother & Shook, 2003).

Na primeira fase escolhe-se o produto ou família de produtos que será alvo de análise. Esta recolha deve recair sobre o produto/família de produtos que apresenta maior importância para a empresa. Na segunda fase analisa-se o estado atual do sistema. Para tal são recolhidos dados tais como: tempo de ciclo, tempo de *setup*, inventário, tamanho de lotes da produção, *lead time*, número de operadores, turno de trabalho, disponibilidade. Recolhidos os dados elabora-se um desenho do estado atual do sistema produtivo. Numa terceira fase e após analisar e identificar

os problemas existentes no estado atual é possível definir o estado que será o desejado no futuro. Neste sentido é criado um novo VSM, mas agora do estado futuro. Este estado futuro acomoda uma melhoria do estado atual através da otimização dos processos, pela redução dos desperdícios, dos fluxos de informação e de materiais. Na última fase define-se um plano de trabalho de forma a alcançar o estado futuro pretendido.

2.1.5.2 Técnica 5S e Gestão Visual

A técnica 5S surgiu no Japão em 1960 com Sakichi Toyoda e trata-se de uma metodologia de trabalho que procura a disciplina na organização, através da consciencialização e responsabilidade de todos os colaboradores (Ohno, 1988) . Esta técnica permite a redução dos desperdícios e um melhor desempenho das pessoas e processos através da manutenção das condições ótimas dos locais de trabalho, ou seja, mantendo-os limpos, arrumados e organizados (Pinto, 2014).

A origem da sigla 5S é japonesa e advém dos 5 pilares que a sustentam, representados na *Figura 5*. São eles *Seiri* (Separar), *Seiton* (Organizar), *Seiso* (Limpar), *Seiketsu* (Normalizar) e *Shitsuke* (Autodisciplina).



Figura 5. Modelo 5S (Sonae, 2016)

1ºS – Senso de **Separação/Triagem** (*Seiri*)

Reside em separar as ferramentas e material efetivamente necessário durante o processo produtivo, dos desnecessários, removendo-os, mantendo no local de trabalho apenas o material e as ferramentas realmente necessários. Para auxiliar este processo de catalogação recorre-se, normalmente, a etiquetas vermelhas que identificam o material desnecessário e que deverá sair daquele local.

2ºS – Senso de **Arrumação** (*Seiton*)

Trata da organização do posto de trabalho. Assim é fundamental a organização e arrumação das ferramentas e material para que exista um fluxo de trabalho contínuo. Nesta fase, os

equipamentos devem estar marcados e identificados para uma fácil/imediata visualização. O uso de técnicas como a aplicação de etiquetas coloridas ou fitas coloridas devem ser utilizadas para delimitar a ferramenta e material (Ortiz, 2006).

3ºS – Senso de **Limpeza** (*Seiso*)

Procura a limpeza do posto de trabalho, garantindo que no final do turno tudo é colocado no lugar devido para aumentar a segurança e a qualidade. Pretende-se que os colaboradores da organização adquiram uma rotina de limpeza diária e não a encarem como uma tarefa ocasional.

4ºS – Senso de **Normalização** (*Seiketsu*)

Em primeiro lugar é necessário averiguar se os sentidos anteriores estão a ser corretamente aplicados. Garantido o cumprimento dos sentidos anteriores, passa-se a normalizar as melhores práticas de trabalho através da criação de regras, procedimentos e planos de ação que permitam sustentar os 3S's anteriores.

5ºS – Senso de **Autodisciplina** (*Shitsuke*)

Este último senso foca-se na sustentabilidade da metodologia 5S e na criação de hábitos que permitam manter e controlar os sentidos anteriores. Uma vez ultrapassada a resistência à mudança é mais simples a continuação eficiente do programa.

A aplicação dos 5S's permite reduzir o tempo de *setup*, reduzir os defeitos, reduzir o desperdício, reduzir os atrasos, reduzir os acidentes e reduzir o número de avarias (Hirano, 1995).

A Gestão Visual ou Controlo Visual é uma ferramenta indispensável aos 5S que pretende auxiliar os colaboradores nas suas operações de uma forma simples e fácil. A Gestão Visual representa o conceito de sinalização, isto é, tudo está exibido, sinalizado, documentado para que qualquer pessoa possa caminhar pela fábrica e, em pouco tempo, conhecer o estado da produção (Feld, 2001).

Esta ferramenta promove o desenvolvimento e a melhoria contínua das organizações apresentando real importância na aplicação do *Lean Production* (Pinto, 2008).

2.1.5.3 Mecanismos *Poka-Yoke*

Shingo criou e desenvolveu sistemas *Poka-Yoke* (sistemas “Anti-Erro” em Português e “Mistake-Proofing” em Inglês). Estes mecanismos são dispositivos, com um custo muitas vezes insignificante, que eliminam os defeitos com origem em falhas ou erros humanos recorrendo à

deteção de erros (Shingo, 1989). O mesmo autor considera que os erros são inevitáveis, no entanto os defeitos (erros) que chegam ao cliente podem ser evitados.

O princípio *Poka-Yoke* contempla, métodos de prevenção de defeitos e métodos de detecção de defeitos. Os métodos de prevenção podem ser divididos em três categorias (Shingo, 1986): **1) Controle:** ações que autocorrigem o problema; **2) Paragem:** Na presença de um erro, o sistema desliga-se; **3) Fatores Humanos:** Processos que evitam a ocorrência de erros recorrendo a cores, formas símbolos, sons, tamanhos, entre outros.

Os mecanismos *Poka-Yoka* podem, ainda, categoriza-se em: **1) Poka-Yoke de controlo:** impedem que o defeito passe até ao produto final ou até ao cliente, para tal sempre ocorre uma anomalia a máquina para e assim evita-se a produção de produtos defeituosos; **2) Poka-Yoke de advertência:** tratam-se de mecanismos como sinais sonoros ou indicações luminosas que alertam os operadores para situações anómalas;

2.1.5.4 Single Minute Exchange of Die (SMED)

Entre as décadas de 60 e 70, Shingo desenvolveu uma técnica que permite a troca rápida de ferramentas (setup), denominada *Single Minute Exchange of Die* (SMED). O tempo de *setup* é o tempo necessário para efetuar um conjunto de operações que fazem parte do método de preparação das máquinas, aquando da alteração do tipo de produto a produzir (Shingo & Dillon, 1985).

O SMED tem como objetivo reduzir o tempo de inatividade das máquinas quando se troca as ferramentas. Esta ferramenta *Lean* apresenta como objetivo principal a troca de ferramentas ou de um posto de trabalho de forma rápida, em menos de 10 minutos. Estes tempos de inatividade originam custos muito elevados. A melhor forma de reduzir os custos consistia na produção de grandes lotes de forma a reduzir as trocas de ferramentas (Holweg, 2007). O mercado atual procura uma grande variedade de produtos. Neste sentido a produção com recurso a grandes lotes dá lugar à produção de lotes mais pequenos. Assim é necessário que o tempo destinado ao *setup* da máquina seja cada vez menor.

Esta técnica permite responder facilmente às oscilações na procura, já que leva a menores tempos de processamento (*lead time*), diminuindo os prazos de entrega, reduzir os níveis de *stock*, uma maior flexibilidade de produção, o aumento da eficiência. A aplicação desta técnica inclui quatro etapas (Shingo & Dillon, 1985):

Etapa 0: consiste na classificação das operações de *setup* em operações internas e externas. As operações internas são aquelas que se realizam com as máquinas paradas, enquanto as externas podem ser realizadas com a máquina em andamento.

Etapa 1: consiste na divisão das atividades internas e externas. Esta etapa, segundo (A. C. Moreira & Pais, 2011) é crítica para o sucesso da aplicação da técnica, uma vez que a divisão das atividades permite poupar entre 30 a 50% do tempo gasto em *setup*.

Etapa 2: consiste na conversão das operações de *setup* interno em operações de *setup* externo, de forma a conseguir executar o máximo de operações de *setup* com a máquina em funcionamento.

Etapa 3: consiste em otimizar todos os aspetos das operações de *setup*, tendo como meta tornar o *setup* cada vez mais rápido.

2.1.5.5 Trabalho Normalizado

No início do ano de 1950, Ohno desenvolveu uma técnica, *Standard Work* ou Trabalho Normalizado, que consiste na execução das tarefas, relativas a cada posto de trabalho, da mesma forma e na mesma sequência de operações por parte de todos os colaboradores. Com isto, a produção torna-se uma rotina, onde as tarefas se encontram bem definidas (Ungan, 2006).

Normalizar implica criar um sistema documentado e visual de toda a sequência de operações a serem realizadas pelos operadores/colaboradores numa determinada tarefa. Para Dennis o objetivo do trabalho normalizado deve ser a otimização da utilização das pessoas em vez das máquinas (Dennis, 2007).

O trabalho normalizado só é aplicável no âmbito empresarial se todo o processo produtivo for estável e é necessário que exista pré requisitos a ser implementados para o seu sucesso, como as ferramentas 5S, *Jidoka*, *Poka-Yoke*, entre outras (Dennis, 2007).

Com recurso ao trabalho normalizado é possível, para a empresa, reduzir a variabilidade, os desperdícios e os custos, e aumentar a qualidade. Os colaboradores tornam-se mais polivalentes e apreendem com maior facilidade as operações. Monden (1983) e Womack & Jones, (1996) consideram que a aplicação de trabalho normalizado contribui para a redução da aleatoriedade dos processos de fabrico que diminui as variações nos tempos de ciclo, já que a sequência das operações é determinada de acordo com o *Takt Time*.

Após a aplicação do Trabalho Normalizado é possível um melhor controlo do processo produtivo, alcançar a eficiência pretendida e garantir a sua qualidade.

A normalização é composta por um conjunto de normas, onde os colaboradores detêm um papel importante a fim de alcançar o mais fiável método de trabalho. Para Dennis as normas devem ser simples, claras e essencialmente visuais (Dennis, 2007).

Etapas na aplicação de Trabalho Normalizado

Existem quatro regras fundamentais para a normalização do trabalho (Bowen, 1999). Assim:

- 1) Todo o trabalho deve ser analisado com detalhe;
- 2) A ligação entre cliente e fornecedor deve ser direta, precisa e clara;
- 3) O transporte dos produtos para os postos de trabalho deve ser simples e direto;
- 4) Todas as melhorias devem ser realizadas seguindo o método científico e sob a orientação de uma pessoa especializada, nos níveis hierárquicos mais baixos;

Associado às regras estabelecidas é fundamental a existência de três elementos do trabalho normalizado representados na *Figura 6*.

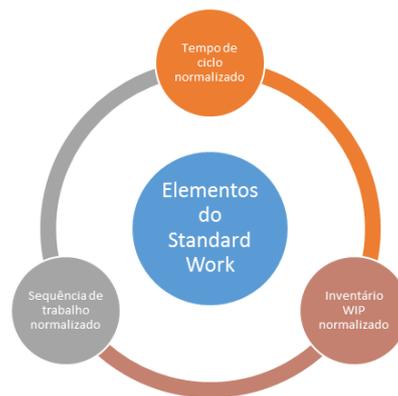


Figura 6. Elementos do *Standard Work*

Tempo de Ciclo Normalizado: Indica o tempo de produção de um produto, sendo a sua procura definida pelo mercado. É medido como o tempo entre a finalização da produção de uma peça e a finalização da produção da peça seguinte (Monden, 1983).

Sequência normalizada de trabalho: Indica a melhor sucessão pela qual os elementos de um trabalho devem ser realizados. O cumprimento da sequência de trabalho por parte dos operadores diminui as variações do Tempo de Ciclo;

Inventário do WIP normalizado: quantidade mínima de inventário necessária para o operador executar o trabalho sem interrupções no fluxo de produção;

De modo a analisar e definir o processo, assim como para identificar pontos de melhoria, Dennis propõe a utilização dos seguintes gráficos: *Standardized work combination table e Standardized work analyses chart* (Dennis, 2007).

O *Standardized work combination table* relaciona os movimentos do operador com o tempo de máquina, assim este gráfico é constituído por elementos do trabalho e a respetiva sequência como se verifica na *Figura 7*.

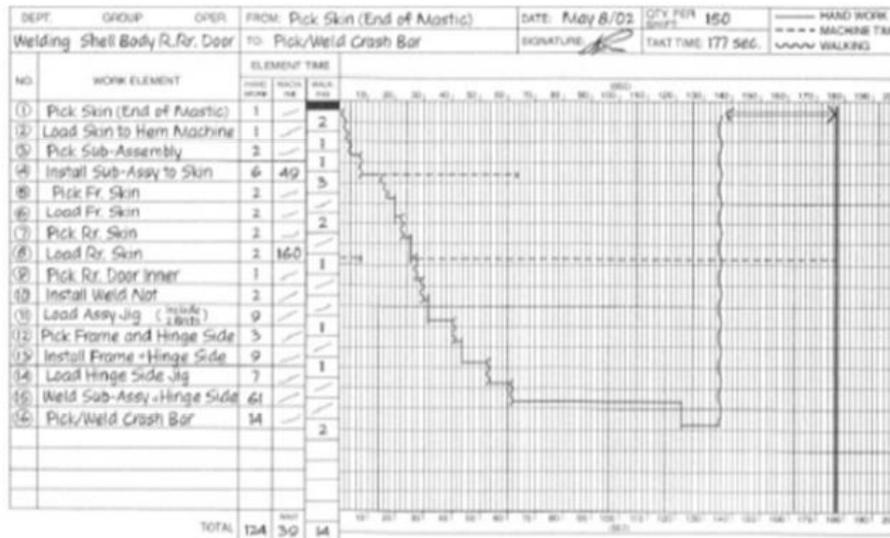


Figura 7. *Standardized Work Combination Table* (Dennis, 2007)

O *Standardized work analyses chart*, *Figura 8*, auxilia a racionalizar o espaço de trabalho e a treinar os operadores (Dennis, 2007).

Assim este gráfico é constituído pelo *layout* do espaço de trabalho, pelos passos de trabalho e respetivos tempos, pelo *stock* em processo (WIP) e alertas de qualidade e segurança.



Figura 8. *Standardized Work Analyses Chart* (Dennis, 2007)

Em processos mais complexos é normal dividi-los em processos mais simples. Neste sentido utiliza-se o *Job Element Sheets*, *Figura 9*, que representam um grupo de ações de um processo complexo.

Model		Date Created:			
Element:	Horn Install	T	Critical		
		Y	Option		
		P	Functional		
		E	Appearance		
Procedure (How to Do)	Key Points/Reason Why	Ergo.	Created By:		
1 Pick horn and gun. 2 Align bolt through horn bracket (as per diagram ①). 3 Align bolt into rod support (as per diagram ②) and tighten.	<ul style="list-style-type: none"> • Keep 20-25 bolts in tool punch. • First hole from right fender. • Torque target 12 Nm (minimum 10 Nm, maximum 15 Nm) • Loose or cross thread condition not allowed (see diagram ③) 				
Revisions	Initials		Safety Key Points		
			Wear your PPE - cotton gloves, safety glasses, safety shoes		

Figura 9. Job Element Sheet (Dennis, 2007)

Dennis descreve um conjunto de passos para a elaboração destes gráficos:

1. Tornar-se familiar com a área do processo e a sua envolvimento;
2. Desenhar a área do processo (layout);
3. Mostrar a sequência do trabalho;
4. Escrever os elementos do trabalho;
5. Medir o tempo de ciclo total (no mínimo 10 vezes);
6. Medir o tempo de cada elemento de trabalho;
7. Identificar e medir trabalho irregular (cujo tempo de processo varie);
8. Escrever o *Standardized work analyses chart* e o *Standardized work combination table*.

2.2 Ferramentas de Identificação e Resolução de Problemas

As ferramentas de identificação e resolução de problemas são um passo importante na implementação de *Lean Production*, já que permitem perceber quais são os problemas de uma forma estruturada. Desta forma é mais fácil perceber quais são as causas raiz dos problemas.

2.2.1 Brainstorming

A tempestade de ideias ou brainstorming pretende reunir um grupo de pessoas de forma a tentar encontrar uma solução para um problema (Osborn, 1979). Numa sessão de *brainstorming*

pretende-se explorar a criatividade do grupo para determinar o objetivo. Para que a sessão seja produtiva apela-se à criatividade dos participantes, bem como existência de críticas apenas construtivas.

2.6.2 Diagrama de Causa-Efeito

Criado por Kaoru Ishikawa o Diagrama de Causa-Efeito, diagrama de Ishikawa ou diagrama espinha de peixe tem a forma de uma espinha de peixe e tem como finalidade organizar o raciocínio e a discussão sobre as causas de um problema prioritário.

A composição do diagrama considera que os problemas podem ser classificados em seis tipos diferentes de causas: método, mão-de-obra, material, máquina e meio ambiente, como ilustra a *Figura 10*.

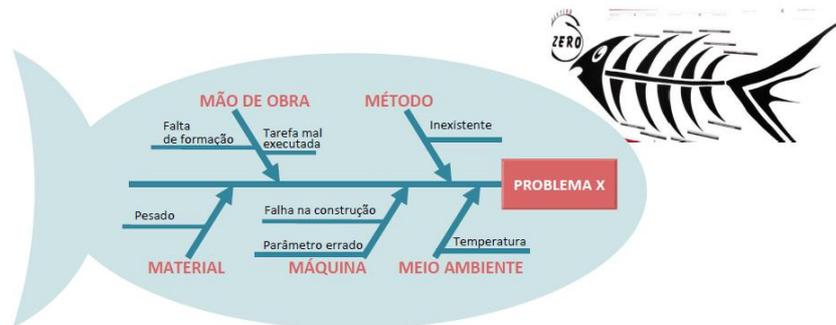


Figura 10. Diagrama de Causa-efeito

O Diagrama Causa-Efeito é uma das ferramentas mais poderosas de melhoria contínua (Pinto, 2008). Para se encontrar as causas dos problemas recorre-se ao brainstorming. Após a realização deste diagrama e a fim de resolver o problema eficazmente é aconselhável elaborar um plano de ações para eliminar/reduzir as causas.

2.2.3 Ciclo PDCA

A sigla PDCA significa: *Plan, Do, Check, Act* como se pode observar na Figura 11. É um ciclo focado na resolução de problemas, reconhecimento da causa e procura da melhor solução. Inclui os passos do planeamento, implementação, verificação, podendo posteriormente agir de forma a ajustar, corrigir ou efetuar a melhoria.



Figura 11. Ciclo PDCA (Sonae, 2016)

Com este conceito, Shewhart, criou uma nova maneira de pensar e de gerir com técnicas simples, mas foi W. Edwards Deming quem o introduziu no Japão por volta dos anos 50. Foi por este motivo que a Toyota adotou o ciclo PDCA e o tornou numa estratégia de acompanhamento e base para melhoria e liderança para todos os níveis de gestão (Rother, 2009). Contudo após uma volta do ciclo PDCA é necessário padronizar as melhorias conseguidas. Isto é conseguido pela estabilização do processo corrente, a este novo ciclo é dado o nome de SDCA (Standardize Do Check Act).

Nesta fase, é fundamental que os colaboradores do Gemba estejam abrangidos na composição e aprovação das normas de trabalho. Para além disso, é importante que a direção dê ênfase à sua importância efetuando auditorias regulares à aplicabilidade das normas.

3. APRESENTAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DA EMPRESA

Neste capítulo apresenta-se brevemente a empresa onde a presente dissertação foi realizada – a Sonae Arauco. Assim, além da sua identificação e localização, apresenta-se a visão, missão e valores, as principais medidas de desempenho e o processo produtivo e fluxo da unidade fabril de Mangualde.

3.1 Identificação e Localização

A empresa onde foi realizada a presente dissertação está sediada em Água Levada, no concelho de Mangualde, distrito de Viseu. Esta unidade foi construída no ano de 1988 num terreno de 27 hectares, dos quais 3,6 são área coberta e 9 área industrial. Esta empresa produz aglomerado de fibras de madeira de média densidade (MDF), painéis, emulsão de parafina e energia. Atualmente, esta unidade da Sonae Arauco emprega cerca de 183 colaboradores. A *Figura 12* mostra a vista superior da unidade situada em Mangualde.



Figura 12. Vista superior da unidade de Mangualde

3.2 Visão, Missão, Valores e Medidas de Desempenho

O grupo tem como visão “Ser reconhecido como um líder mundial sustentável no sector dos painéis derivados de madeira, proporcionando de forma consistente, aos nossos clientes, os melhores produtos, mantendo os mais elevados níveis de serviço e promovendo práticas empresariais e ambientais responsáveis.”

Apresenta como objetivo “retirar o máximo potencial dos painéis derivados de madeira para benefício dos nossos clientes, acionistas, colaboradores e da sociedade em geral”. Pretende que

todas as suas atividades estejam “assentes em boas práticas de governo de sociedades, na melhoria contínua da eficiência das operações e na promoção ativa de inovação, proporcionando um ambiente de trabalho motivador, seguro e justo”.

Os valores do grupo passam por Cooperação, Consciência Social. Autenticidade, entre outros como se observa na Figura 13.



Figura 13. Valores do grupo Sonae Arauco

As medidas de desempenho não financeiras adotadas pela Sonae Arauco são a Eficiência, as Avarias, a Qualidade, o Nível de serviço ao cliente, o Desvio de Consumo de Químicos, e as Horas-extras.

3.3 Produtos

A unidade fabril da Sonae Arauco, em Mangualde, produz placas de aglomerado de fibras de madeira de média densidade (MDF) que apresentam diferentes dimensões e características de acordo com as especificações do cliente. De acordo com diversas combinações possíveis as características das placas mudam. Neste sentido as características das placas podem variar a nível de dimensões e ao nível do tipo de *mix* de madeira, como se observa na *Tabela 1*.

Tabela 1. Características variáveis nas placas de MDF

Dimensões		MIX Madeira	
Espessura (mm)	Largura (mm)	Pinho (%)	Eucalipto (%)
Varia entre [2.5 - 36]	Varia entre [600- 2500]	[0 – 100]	[0 - 15]

Também a percentagem de químicos usados (resina, parafina, catalisador, ureia, pigmento, ignífugante) é diferente de produto para produto, como se observa na *Tabela 2*.

Tabela 2. Características variáveis nas placas de MDF

Químicos					
Resina (%)	Parafina (%)	Catalisador (%)	Ureia (%)	Pigmento (%)	Ignífugante (%)
Varia entre [0 - 15]	Varia entre [0 - 15]	Varia entre [0-15]	Varia entre [0 -20]	Varia entre [0 - 15]	Varia entre [0 -20]

Assim, de produção para produção as características do produto são, muitas vezes, alteradas.

3.4 Processos produtivos, fluxo de materiais e *layout* geral

A conceção de painéis de MDF resulta de um complexo e meticuloso processo produtivo, que transforma diferentes formas de madeira (costaneiro, rolaria, estilha) em placas rígidas, muito estáveis e que podem ser cortadas, pintadas, fresadas, lixadas e revestidas com folha de madeira, PVC, papel ou qualquer outro tipo de acabamento superficial.

Este processo inclui 11 operações: 1) crivagem; 2) Lavagem da estilha 3) Cozimento de estilha; 4) Desfibramento; 5) Encolagem; 6) Secagem; 7) Formação; 8) Prensagem; 9) Lixagem; 10) Corte; 11) Embalagem. Estas operações são desenvolvidas em duas linhas de prensa e duas linhas de acabamento representadas no *layout* no Anexo I.

É ainda possível visualizar o armazém de semiacabado e da 2ªEscolha, no primeiro armazém as placas esperam a validação das suas propriedades e seguem depois para as linhas de acabamento. Esta designação de armazém de 2ªEscolha foi atribuída por se tratar de placas que já percorreram a etapa de acabamento, mas que apresentam características dúbias e necessitam de posterior análise.

4. DESCRIÇÃO E ANÁLISE CRÍTICA DA SITUAÇÃO ATUAL DA LINHA DE PRENSA 2

Neste capítulo descreve-se, de forma detalhada, o sistema produtivo, o processo e as operações executadas na linha de prensagem 2 por ser esta a secção de estudo nesta dissertação. Neste sentido, depois da descrição, procede-se a uma análise crítica da área para identificar os problemas existentes.

4.1 Descrição do sistema produtivo da linha de prensagem 2

A descrição de um sistema produtivo implica descrever todas as entradas, processo e saídas. Assim nesta secção, é descrito o sistema produtivo da linha de prensagem 2. A linha de prensagem 2 é responsável pela produção de placas de MDF com espessuras que variam desde os 2,5 mm a 36 mm. A largura das placas também difere.

4.1.1. Fatores de produção

A linha 2 funciona a cinco turnos, permitindo uma laboração contínua e a existência de um horário normal de terça a sexta, que funciona das 8h30 as 16h30. Assim os cinco turnos (A, B, C, D e E), permitem a existência do horário normal e o descanso dos operadores. Por cada turno existe na linha um supervisor, um operador de painel, dois operadores de exterior e dois operadores responsáveis pela manutenção corretiva. Ao supervisor cabe a tarefa de gerir todos os operadores. O operador de painel controla todas as variáveis do processo e coordena tanto os operadores de exterior como os operadores responsáveis pela manutenção.

Dado que o fluxo de produção se dá de uma forma automatizada, os colaboradores apresentam como funções principais o controlo das variáveis do processo, as mudanças de produção, a resolução de avarias, o controlo manual de dimensões e o contínuo funcionamento da linha e da produção.

Para a fabricação de painéis de MDF as matérias-primas utilizadas são a madeira e os químicos, nomeadamente resina, catalisador, ureia, emulsão e pigmento e ignífugante. A resina e a madeira estão representadas na *Figura 14*.



Figura 14. Chegada da matéria-prima: a) Resina; b) Estilha

A madeira, a matéria-prima mais consumida na unidade fabril, é recebida na forma de rolaria, falheiro/costaneiro ou estilha. Aquando da receção da matéria-prima, a rolaria e falheiro são avaliados quanto ao teor de humidade, diâmetro e aspeto visual. No caso da estilha é avaliado o teor de humidade, o aspeto visual e a quantidade de casca.

Na linha de prensagem 2 entra a fibra já com a incorporação dos químicos, proveniente respetivamente do processo de desfibramento e encolagem, que formará um colchão de fibra que entrará na prensa. A informação acerca das dimensões do colchão de fibra, bem como a sequência de produção é feita de acordo com um plano de produção, enviado duas vezes por semana.

4.1.2. Processo produtivo, fluxo de materiais e layout

A produção de MDF centra-se na prensa de pratos da linha de prensagem 2 (*Figura 15*) com uma prensa contínua. Entenda-se por prensa contínua uma prensa que produz placas em contínuo.



Figura 15. Linha de prensagem 2

O processo de produção de painel de MDF da linha de prensagem 2 compreende várias etapas que são descritas de seguida e podem ser observadas no fluxograma da Figura 16. No Anexo I pode-se observar o *layout* fabril.

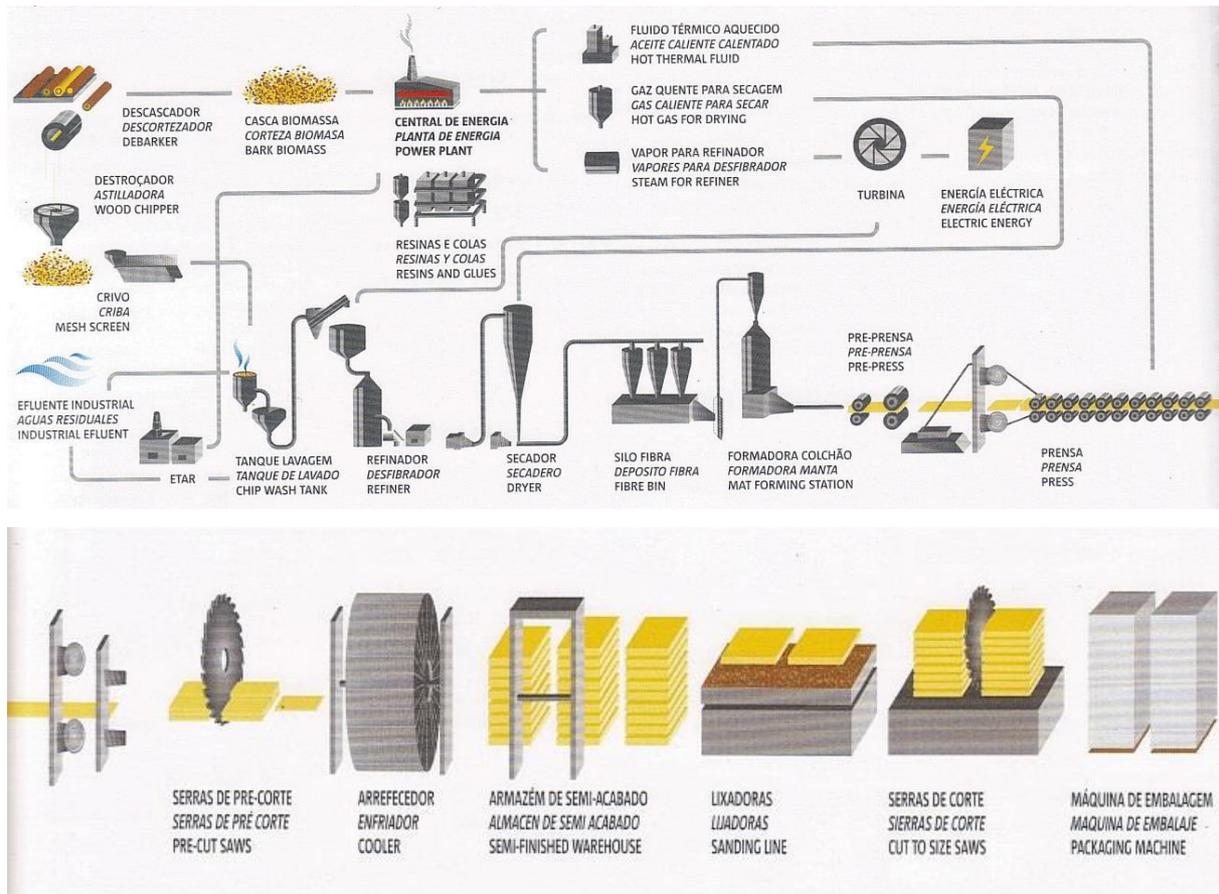


Figura 16. Processo produtivo da linha 2

4.1.2.1 Produção de estilha

A madeira adquirida é recebida e armazenada em pilhas. Esta madeira (costaneiro ou por rolaria de pinho ou eucalipto) alimenta o destroçador de lâminas sendo transformada em estilha e armazenada em silos, *Figura 17*. Também se recebe estilha do exterior, como no caso da madeira, mas esta é armazenada no Parque de Madeiras.

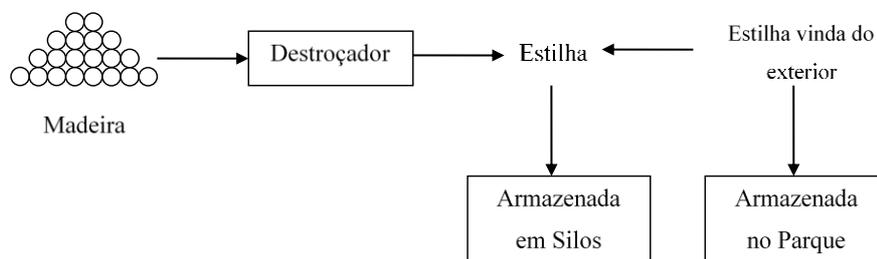


Figura 17. Processo de produção de estilha

4.1.2.2 Crivagem

A estilha vinda dos Silos ou do Parque é crivada, isto é, ocorre a separação mecânica de partículas de pequena dimensão (finos) e de grande dimensão (grossos) com recurso a dois

crivos de diferentes tamanhos. Os grossos voltam ao Parque de madeiras para novamente serem destroçados. Os finos são rejeitados do processo e irão alimentar a caldeira.

4.1.2.3 Lavagem de estilha

Depois de crivada a estilha passa por um Tambor Magnético seguindo para o Tambor Lavador. Existe, então, uma separação dos resíduos sólidos (areias e outros). Após a lavagem é transportada pela água bombeada para a Tremolha como se pode observar na *Figura 18*. A água utilizada na lavagem é descarregada para o Tanque de Sedimentação, onde segue para o Tanque de Água voltando de novo a ser reutilizada neste processo.

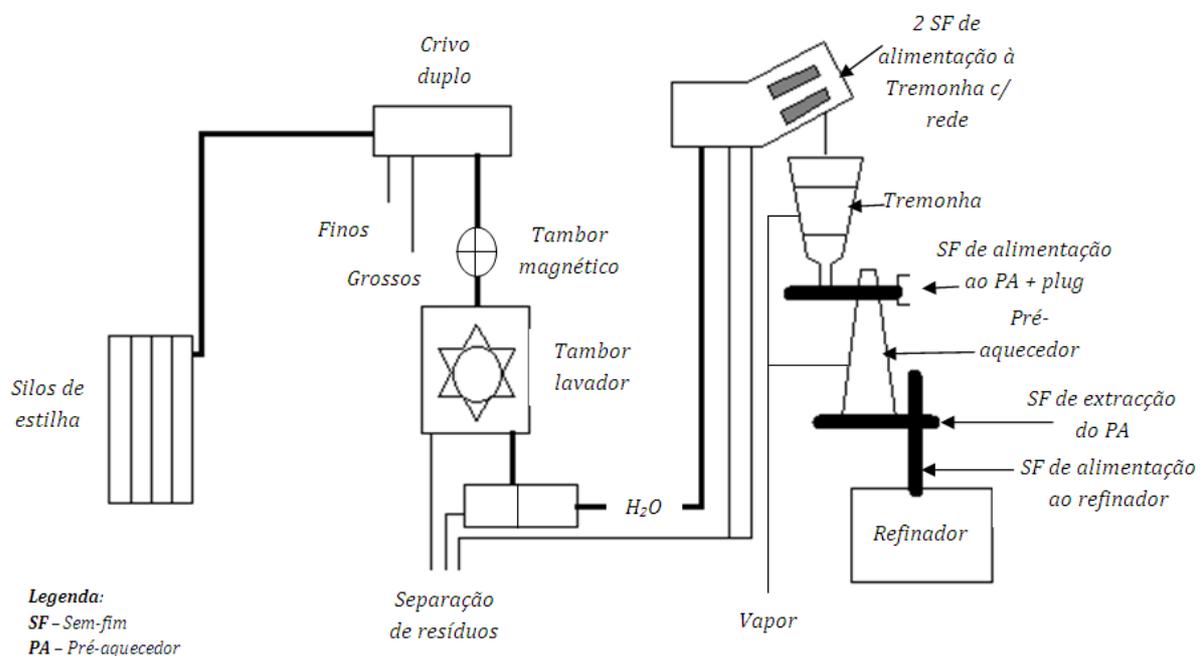


Figura 18. Processo de Crivagem e Lavagem de Estilha

4.1.2.4 Cozimento da estilha

A Tremolha recebe a estilha, bem como um caudal de vapor de cerca de 3 ton/h, permitindo um pré-cozimento da estilha e a sua homogeneização. Através de um sem-fim equipado de um espremedor, a estilha é alimentada ao Pré-Aquecedor, onde permanece um certo tempo a fim de cozer. Após esse tempo a estilha é alimentada para o Desfibrador através de um sem-fim.

4.1.2.5 Desfibramento

Existe a separação mecânica das fibras lenhosas no desfibrador, pela passagem das partículas de madeira entre dois discos, um dos quais rotativo, separados por décimas de milímetros. Assim como é possível observar na *Figura 19* a estilha torna-se fibra.

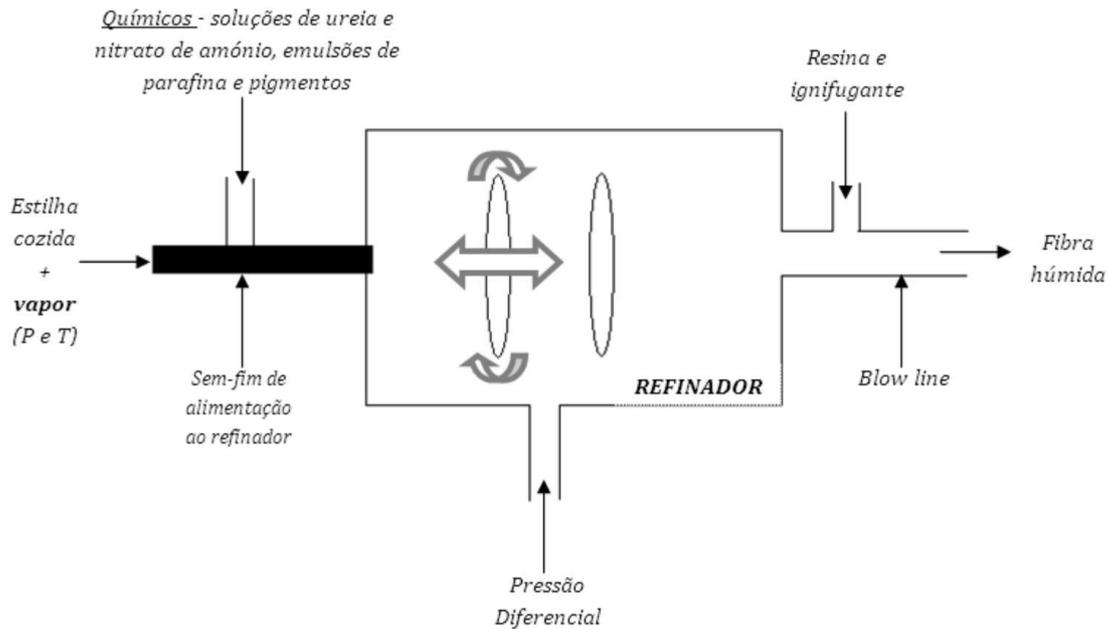


Figura 19. Processo de desfibração de estilha

4.1.2.6 Encolagem

Etapa onde se injeta cola na fibra. A cola é formada por produtos químicos convenientemente misturados que atuarão, posteriormente, como agentes ligantes da fibra.

4.1.2.7 Secagem

Se a fibra possui humidade então o excesso de humidade na fibra é retirado termicamente através dos gases quentes produzidos na caldeira, com libertação da humidade sob a forma de vapor de água. O processo está ilustrado na *Figura 20*.

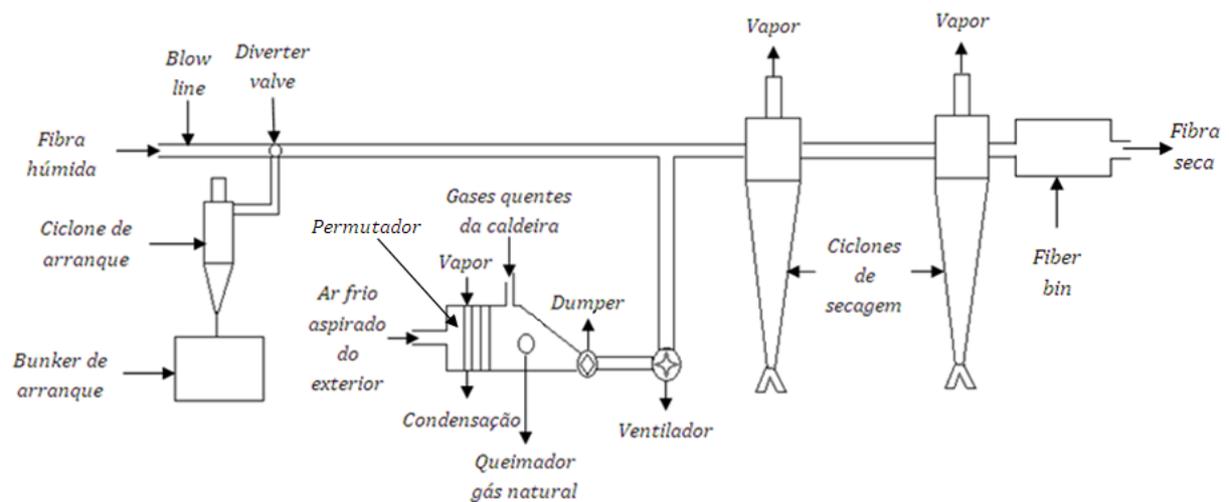


Figura 20. Processo de Secagem de fibra

4.1.2.8 Formação

Etapa onde se dá uma distribuição uniforme da fibra sobre uma cinta transportadora mecanicamente por rolos. À camada de fibra obtida chama-se manta ou colchão.

4.1.2.9 Prensagem

Processo de compactação do colchão de fibra contínua (Figura 21), por efeito de pressão e temperatura. Uma vez atingida a sua temperatura de polimerização, a reação da cola permite formar a placa.

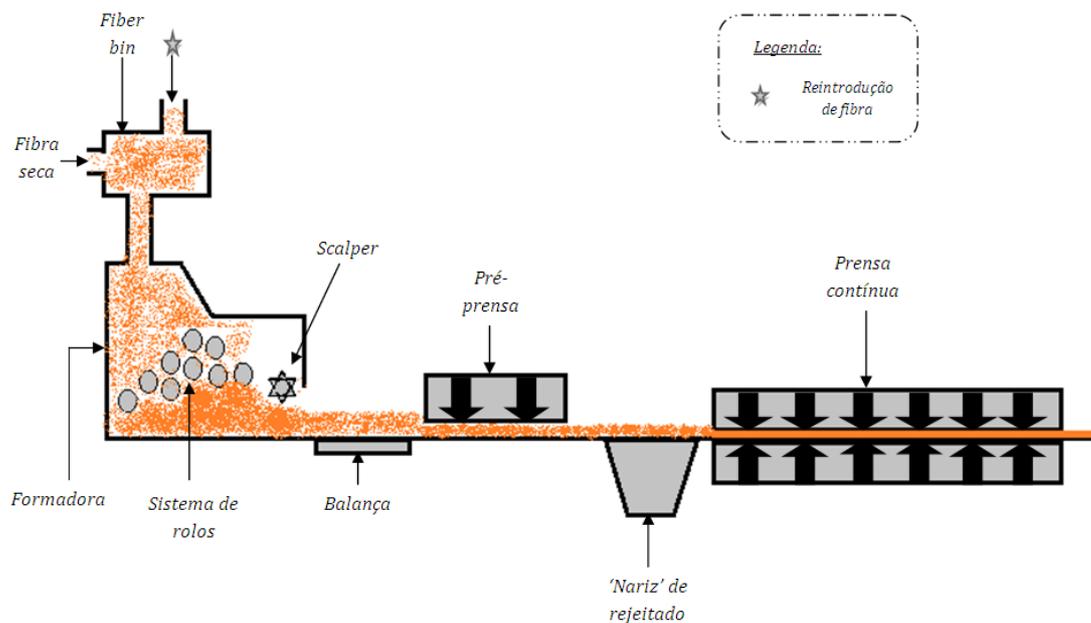


Figura 21. Processo de prensagem

4.1.2.10 Lixagem

Operação onde se dá um acabamento superficial às placas, através da sua passagem por várias lixas. Estas lixas, com tipos de grão sucessivamente mais finos, eliminam, por desgaste, a camada externa menos densa (sobre espessura).

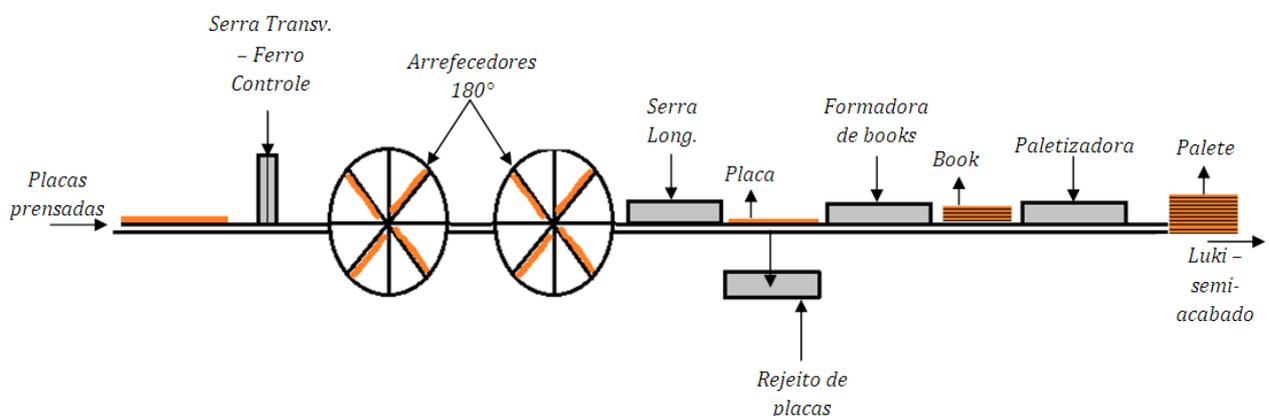


Figura 22. Processo de lixagem

A Figura 22 e a Figura 23 representam o processo de lixagem.

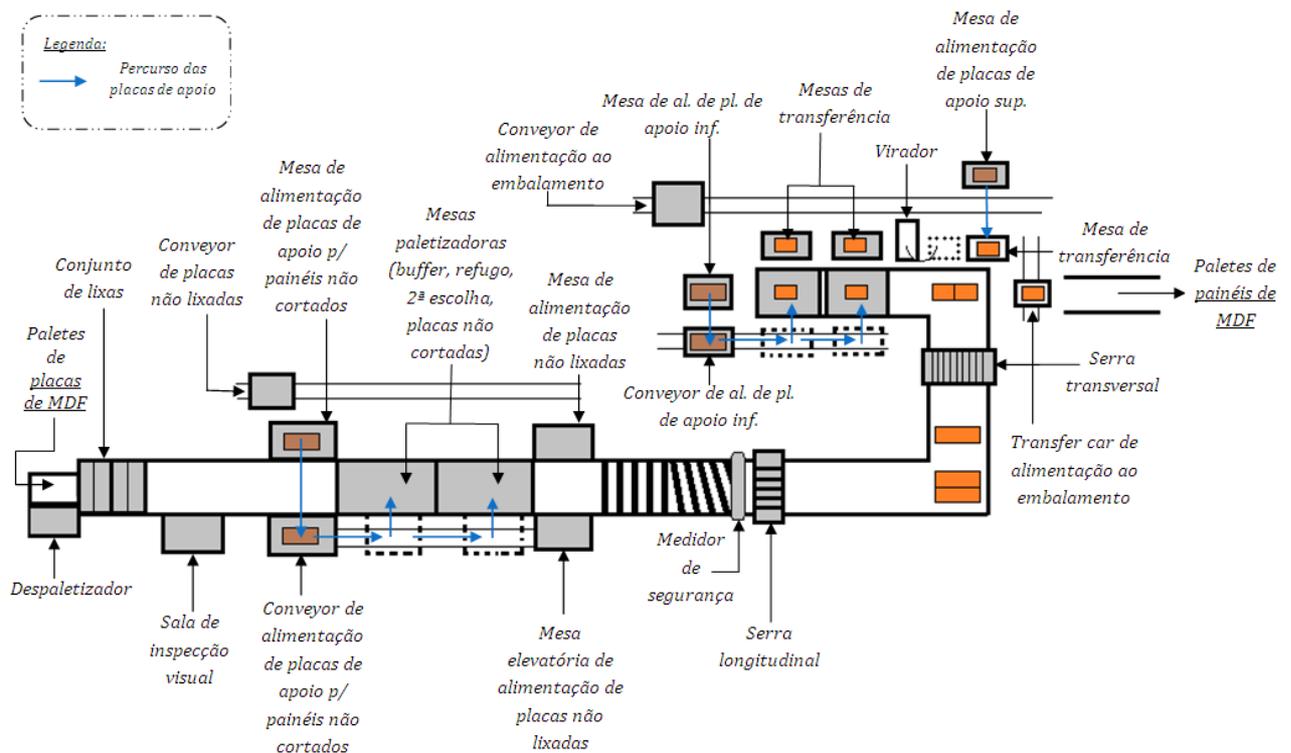


Figura 23. Processo de lixagem

4.1.2.11 Corte

Processo onde as placas são cortadas, para obtenção das dimensões dos painéis requeridas pelo mercado. Como exemplo de cortes finais das placas têm-se 2750x1220x6, 2950x1220x10, 2850x600x15, 1200x600x15, respetivamente comprimento, largura, espessura.

4.1.2.12 Embalagem

Esta etapa corresponde à paletização dos painéis e colocação dos elementos que os protegem e identificam o lote até à sua chegada ao cliente.

4.1.3 Processo de rejeição de fibra no “nariz” e armazenamento de placas

Uma das etapas fundamentais em todo o processo produtivo é a transformação da estilha em fibra no desfibrador. À fibra unem-se os químicos e esta mistura segue para o secador, onde se consegue alcançar a humidade tecnologicamente viável para o processo. De seguida a fibra é alugada no *fiber bin*, que funciona como um *buffer* temporário.

Com o intuito de fazer um abastecimento contínuo à linha de formação de colchão a fibra que está no *fiber bin* alimenta a formadora, o que permite a formação de um colchão. Este colchão

sofrerá uma pré-prensagem e entrará na prensa, onde será sujeito a elevadas pressões e temperatura consoante o tipo de produto e espessura.

Entre a Pré-Prensa e a Prensa existe um equipamento, “nariz”, que permite rejeitar a fibra caso esta não apresente as características pretendidas. A rejeição de fibra ocorre por peso, humidade, deteção de metais e alguns casos de mudança de produção. Caso se verifique algum dos fatores descritos anteriormente o “nariz” “abre” e a fibra é rejeitada. Esta situação pode ser observada na *Figura 24*. Para-se assim a formação de colchão, isto é corta-se a alimentação à linha. Esta fibra será posteriormente queimada na caldeira.

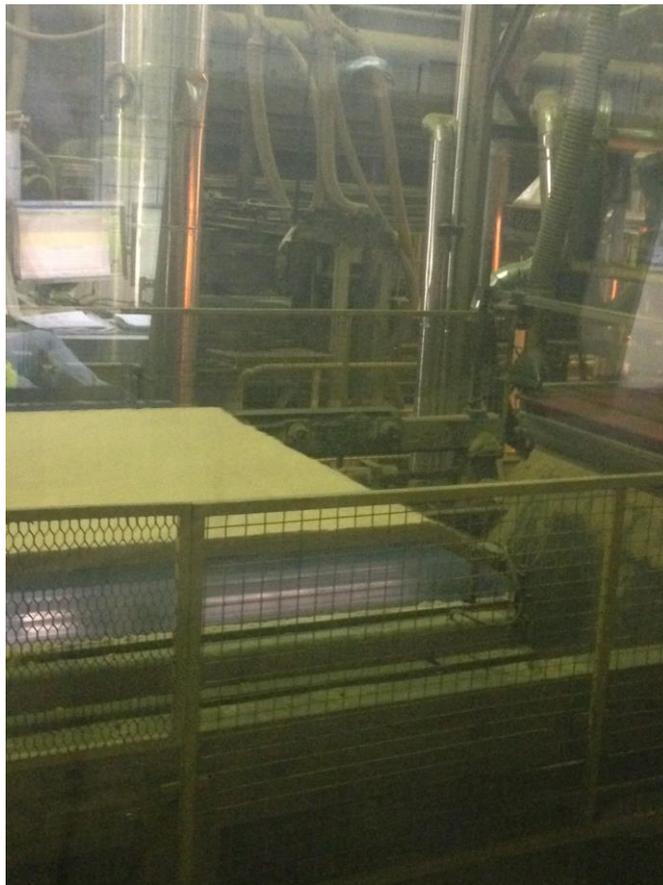


Figura 24. Equipamento Nariz aberto

Após a prensagem, o material conforme é armazenado no armazém de semi-acabado representado na *Figura 25*. O armazém de semiacabado possui produtos decorrentes de encomendas e produtos da gama expresso. A gama expresso são produtos que podem ser entregues ao cliente em três dias, enquanto as encomendas demoram no mínimo 21 dias. Depois de um período de estabilização, varia entre 24 horas e 72 horas, as placas serão lixadas e cortadas, na seção de acabamento.



Figura 25. Armazém de Semiacabado

Entre estes processos as placas são classificadas tendo em conta as suas características. As classificações possíveis são: 1ª qualidade, 2ª qualidade, refugo e 2ª Escolha. A 2ª Escolha diz respeito a lotes que são duvidos e que terão de ser alvo de análise placa a placa. Este material é armazenado no armazém de 2ª Escolha e quando é escolhido pode dar origem a 1ª qualidade, 2ª qualidade e refugo. Pode ainda seguir para a Serra TM, onde será cortado em dimensões que a serra de corte da linha não está apta.

Após o corte o material segue para a Expedição, onde será embalado. Todo este processo está esquematizado na *Figura 26*.

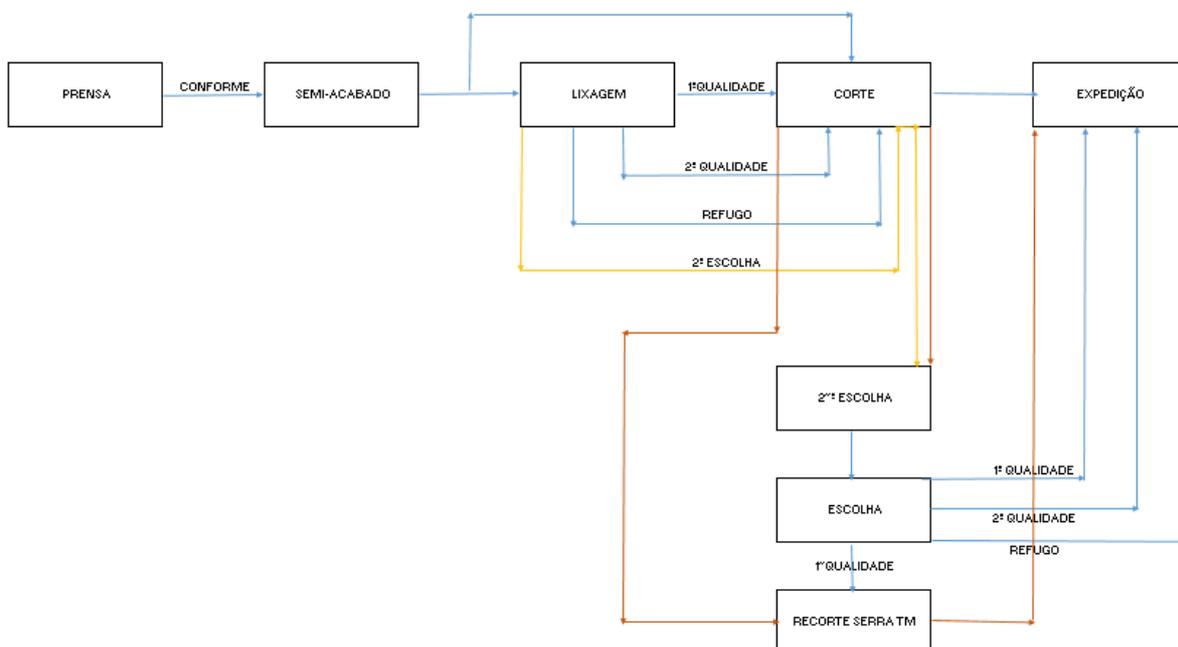


Figura 26. Esquema de funcionamento do acabamento

Existem duas linhas de acabamento, a linha de acabamento 1 que processa produtos da prensa 1 e da prensa 2 e a linha de acabamento 2 que apenas processa produtos da prensa 2. Cerca de 15% dos produtos produzidos na prensa 2 são encaminhados para o acabamento 1, uma vez que este apresenta uma maior polivalência a nível de corte como se verifica no esquema da *Figura 27*.

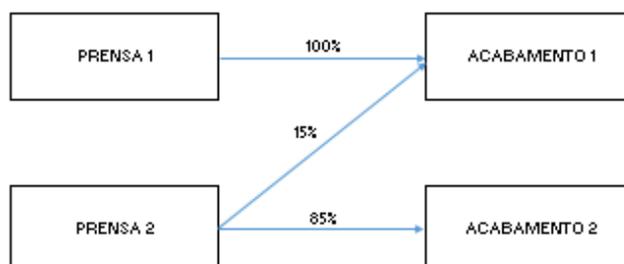


Figura 27. Esquema representativo dos roteiros de acabamento

O Planeamento recorre a um plano de produção que gera Ordens de Produção de Acabamento (OPA's) que dão origem a Ordens de Produção de Prensa (OPP's). Assim por cada OPA existem várias OPP's. Com a execução das OPA's fica completo o processo de acabamento das placas.

4.1.4 Parâmetros da ficha técnica e variáveis da mudança de produção

Para cada tipo de produto produzido na Linha de prensagem 2 existe uma ficha técnica, que funciona como uma espécie de receita para o produto. Na ficha técnica constam os parâmetros de dimensões, parâmetros de formulação de químicos e parâmetros de prensa, como se observa na *Tabela 3*.

Tabela 3. Parâmetros da Ficha Técnica

Parâmetros Madeira	Parâmetros Dimensões/Formação	Parâmetros Formulação de Químicos	Parâmetros de Prensa	Parâmetros Gerais
Tipo Fibra	Espessura	Tipo Resina	Factor prensagem	Densidade
	Espessura bruta	Fx Resina	Velocidade prensa mm/s	Humidade da Fibra
	Sobre espessura	Fx Ureia	Temperatura tambor	
	Largura bruta do colchão	Fx Pigmento	Temperatura dos pratos (5 pratos)	
	Peso	Fx Emulsão	Couplings	
		Kg catalisador/100 Kg resina	Ângulo Prensa	
		Doseamento de Sprays	Espessura/ e ou pressão consoante a arcada	

De acordo com o plano de produção existente realizam-se as mudanças de produção, recorrendo para tal aos parâmetros mencionados nas fichas técnicas. Existem diversos tipos de mudanças

de produção, estas podem realizar-se com “abertura” de nariz ou sem “abertura” de nariz, com vazamento de prensa ou sem vazamento de prensa, com ou sem mudança de ângulo da prensa e ainda com ou sem arrefecedores. Todas estas variáveis podem ser visualizadas na Tabela 4.

Tabela 4. Variáveis consideradas nas Mudanças de Produção

Variáveis nas Mudanças de Produção							
Abertura Nariz		Vazamento Prensa		Mudança de Ângulo da Prensa		Arrefecedores	
Sim	Não	Sim	Não	Sim	Não	Sim	Não

Estas variáveis são consequência da mudança de produto que ocorre.

4.2 Controlos periódicos do processo

O processo de produção de MDF requer alguns controlos para assegurar a qualidade do produto final. Neste sentido são avaliados alguns parâmetros de controlo em verificações periódicas ao longo de todo o processo. Assim, quatro controlos realizados são: o *sander-test* no acabamento, o controlo de dimensional e visual na paletização, o controlo da humidade da fibra e um ensaio laboratorial ao produto.

4.2.1 *Sander-Test*

O *Sander-Test* é levado a cabo de 4 em 4 horas e tem como finalidade detetar a existência de defeitos que possam comprometer a produção. Para realizar este controlo procede-se ao corte de parte de uma placa acabada de prensar (amostra) na zona do ferro-control ou na paletização (para velocidades de linha superiores a 320 mm/s). Esta amostra passará por um processo de lixagem no Acabamento. De acordo com os resultados, a produção pode prosseguir ou caso seja detetado alguma anomalia na amostra a produção deverá ser interrompida.

4.2.2 Controlo Dimensional e Visual

Aquando da paletização o produto sofre um controlo visual, onde o operador de linha analisa a placa e deteta defeitos bem como verifica se as dimensões da placa estão de acordo com os parâmetros definidos para a OPP (Ordem Produção de Prensa) em causa. Estes parâmetros são anotados e estão disponíveis para posterior consulta.

4.2.3 Controlo da Humidade da Fibra

Neste controlo retira-se um pouco de fibra da linha de formação entre a zona da pré-prensa e da formadora. A fibra é colocada no Medidor de Humidade existente na Sala de Controlo 2 e

compara-se se a humidade da fibra marcada no medidor é a similar à humidade indicada no PC de controlo de processo.

Esta medição é feita periodicamente e registada na sala de controlo.

4.2.4 Ensaio Laboratorial ao Produto

Para que exista a validação do produto e este possa seguir para o cliente é necessário que o produto se encontre dentro das especificações. Assim são levados a cabo ensaios laboratoriais que atestam a conformidade do mesmo. Neste sentido é cortada uma amostra de uma placa à saída da prensa, para todas as OPP's, que é analisada em laboratório. Nestes ensaios testa-se a resistência à tração, o perfil de densidade, inchamento e o formaldeído. Estando todos os parâmetros acima conformes, o produto pode avançar para a fase de Acabamento. É ainda possível reavaliar alguns destes parâmetros, fazendo para tal um novo corte na placa.

4.3 Análise crítica e identificação de problemas

A observação da linha de prensagem, a consulta de informação sobre o processo, a análise e debate com as pessoas permitiu identificar vários problemas. Além destes elementos de recolha, usaram-se algumas ferramentas para fazer a análise crítica da área. Assim, depois de seleccionar o produto a analisar por uma análise ABC, foi realizado um mapeamento do processo da linha para esse produto.

4.3.1 Análise ABC para seleccionar o produto a analisar

No ano de 2016 produziram-se 128 produtos diferentes na Linha de Prensa 2, sendo que os produtos mais produzidos estão representados de seguida num diagrama de *Pareto* na *Figura 28*.

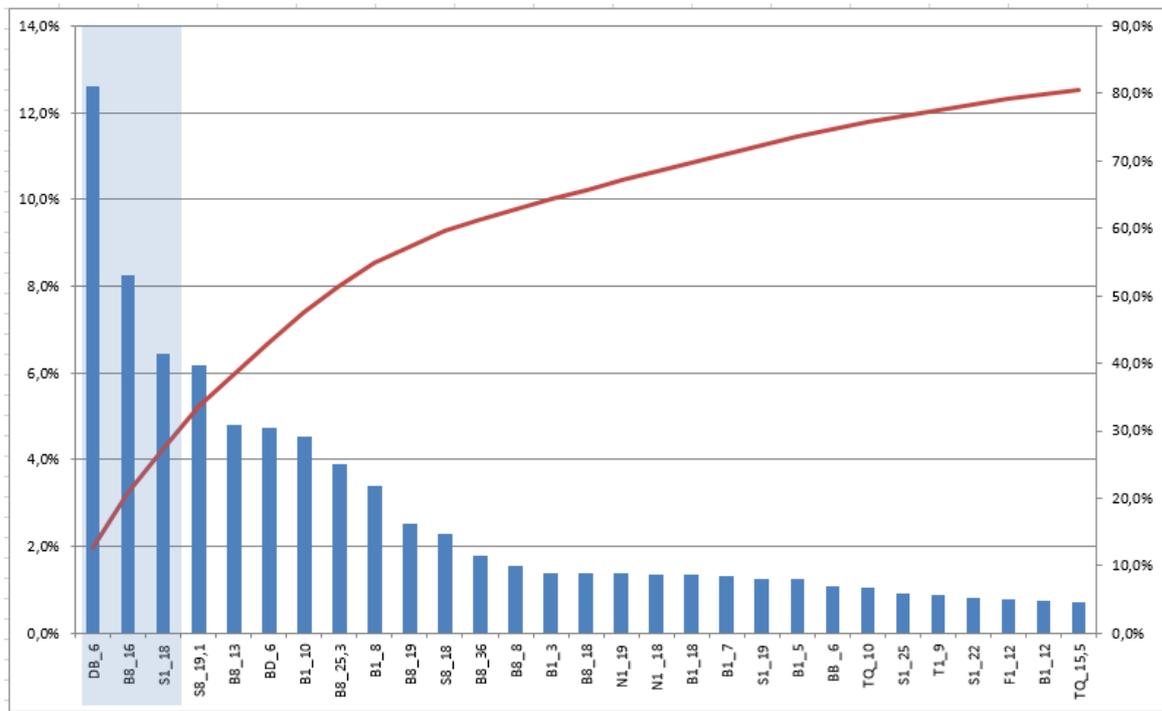


Figura 28. Diagrama de *Pareto* Produtos Prensa 2 em 2016

Da análise do Diagrama de *Pareto* depreendeu-se que os três produtos mais produzidos seriam: DB_6, B8_16 e S1_18. Na análise que será efetuada de seguida o produto utilizado foi o DB_6. Note-se, ainda, que o número de referências de produto acabado é superior, uma vez que existem diversas dimensões requeridas pelo cliente para cada tipo de produto e espessura.

4.3.2 Mapeamento do processo produtivo da Linha de Prensagem 2

Para conhecer e perceber o processo produtivo desenvolvido na linha de prensagem 2 fez-se um mapeamento do processo, considerando o produto escolhido DB_6. A *Figura 29* mostra esse mapeamento.

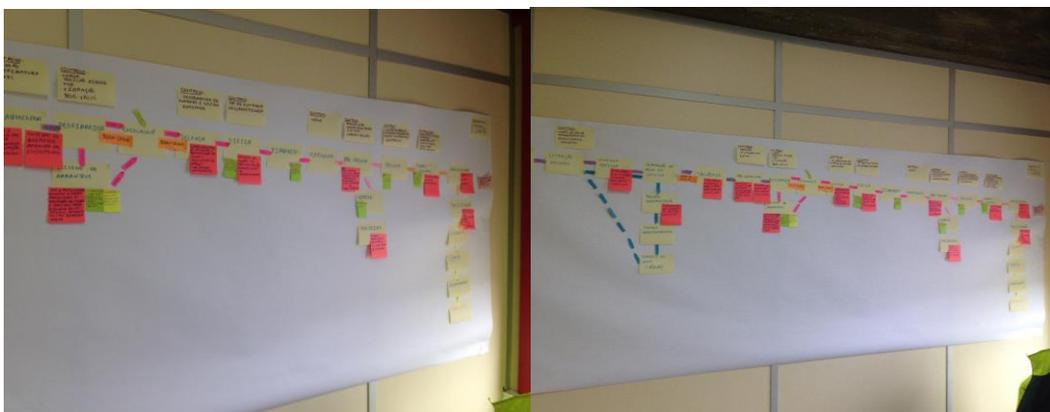


Figura 29. Mapeamento do Processo Produtivo

Com o auxílio do mapeamento analisou-se o fluxo de materiais e informação existente, bem como a identificação de desperdícios.

No decorrer da análise deste mapeamento percebeu-se que não existia uma Rotina de Limpeza na Crivo, o que originava desperdícios de estilha que podiam ser evitados. Esta falta de rotina levava a que existissem grossos acumulados nas malhas no crivo, o que levava a uma má crivagem da estilha. Na *Figura 30* observa-se a estilha já separada após o processo de crivagem em finos e grossos.



Figura 30. Estilha após crivagem: finos e grossos

Também existia uma acumulação de fibra junto à pré-prensa, uma vez que as paredes da mesma eram ajustáveis, o que provocava um desperdício de fibra sobretudo em espessuras grossas.

4.3.3 Elevado número de paragens na linha de prensagem 2

A linha de prensagem 2 sofria algumas paragens que depois de estudadas foram classificadas em seis grupos: paragens elétricas, mecânicas, processo, logísticas, externas e outras, como se pode observar na Tabela 3.

Tabela 3. Número de horas de paragem na linha 2 por grupo em 2016

Paragens Elétricas (horas)	Paragens Mecânicas (horas)	Paragens Processo (horas)	Paragens Logísticas (horas)	Paragens Externas (horas)	Outras (horas)
239,48	471,66	200,74	175,22	21,28	3,44

O foco deste projeto centra-se nas paragens logísticas. Dentro do grupo das paragens logísticas estas podem ainda ser classificadas em quatro tipos: 1) Mudança de Produção, 2) Produto Químico, 3) Mudança de produção de/para ignífugo e 4) Linha Formação – deteção de metais.

Na análise do gráfico da *Figura 31* depreende-se que a principal paragem logística deve-se às mudanças de produção. Assim, verificou-se que não existia um método definido para a sua execução, provocando assim uma enorme variabilidade na execução de tarefas por parte dos operadores.

Esta operação afeta diretamente os indicadores dos resíduos de madeira, bem como o *up-time* da linha, uma vez que existem mudanças de produção que não necessitam que exista “abertura de nariz” e consequente rejeição de fibra e estavam a ocorrer por falta de normalização.

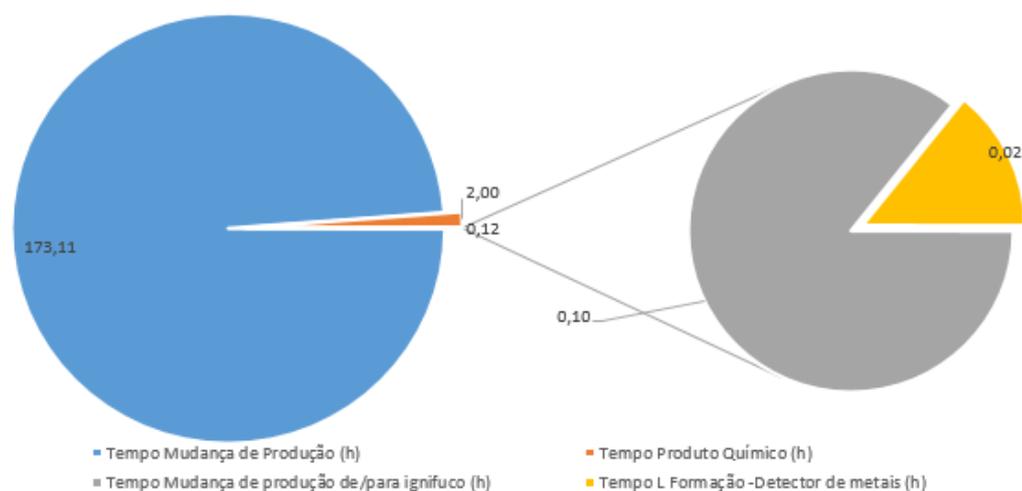


Figura 31. Tipos de paragens logísticas e percentagem de ocorrência

Tendo em conta os dados referentes a 2016 ocorreram 1485 mudanças de produção com uma duração total de 174,71 horas, o que se traduz numa média de 32 minutos de mudanças de produção num dia (considerando 330 dias de trabalho). Estima-se que exista uma rejeição de 1,41 de fibra toneladas por cada mudança de produção (1485 mudanças de produção).

Do levantamento às Mudanças de Produção da linha 2 verificou-se que existem 150 tipos de mudança de produção diferentes (Anexo II), tendo em conta a variação de espessuras, larguras, mudança de ângulo, uso ou não de arrefecedores e vazamento ou não da prensa. Considerou-se todas as mudanças entre espessuras possíveis. Para uma melhor perceção de quais os grupos onde ocorrem as mudanças de ângulo realizou-se a Tabela 4.

Tabela 4. Tabela de mudança de ângulo

Grupo Atual	Grupo Destino				
	G1	G2	G3	G4	G5
G1 [2,5 - 6 [mm		X	X	X	X
G2 [6 - 10 [mm	X				X
G3 [10 - 18 [mm	X				X
G4 [18 - 25.3 [mm	X				X
G5 [25.3 - 36 [mm	X	X	X	X	

Na Tabela 4 é possível observar quais as espessuras do grupo atual e do grupo destino, isto é o próximo grupo de espessura a ser produzido. Nos casos representados na Tabela 4 existe mudança de Ângulo.

4.3.4 Elevado tempo de mudança do “nariz”

No ano de 2016 rejeitaram-se cerca de 3000 toneladas de fibra no “nariz”, o que representava um valor de 298000,00 euros. Estas 3000 toneladas de fibra rejeitada compreendem os quatro tipos de rejeição de fibra não apenas os casos de mudança de produção. No entanto as mudanças de produção são a principal causa de “abertura” de “nariz” levando a que o equipamento abra 70% das vezes por este motivo (*Figura 32*).

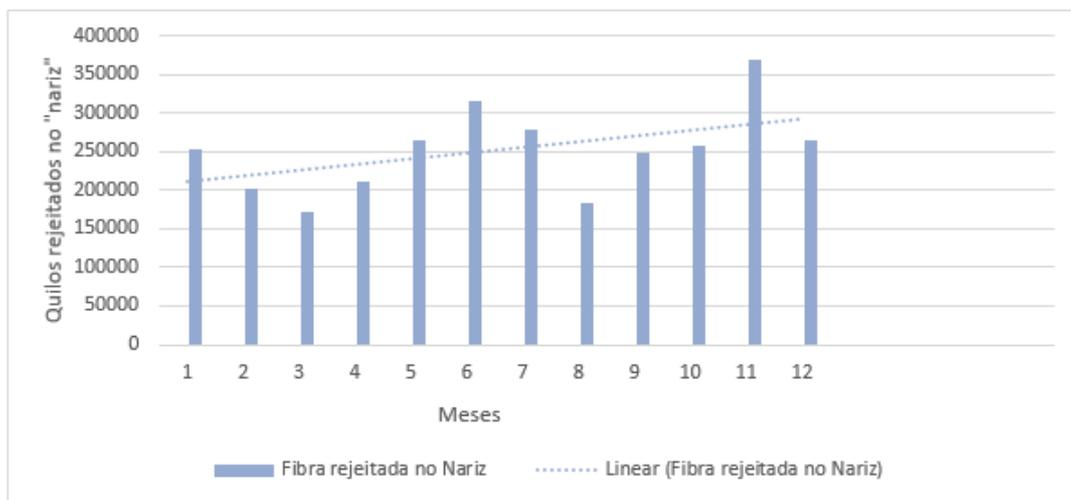


Figura 32. Fibra rejeitada no “nariz” ao longo do ano de 2016

Tendo como objetivo perceber qual o impacto que as mudanças de produção têm na abertura de “nariz”, realizou-se um estudo às paragens na linha 2 e estima-se que 70% do total de aberturas do “nariz” sejam devido a mudanças de produção. O que representa uma rejeição de fibra de 2100 toneladas, correspondente a cerca de 207000,00 euros. Assim as mudanças de produção correspondem ao maior *downtime* da linha 2. Seguem-se as avarias de equipamentos, como se observa na *Figura 33*.

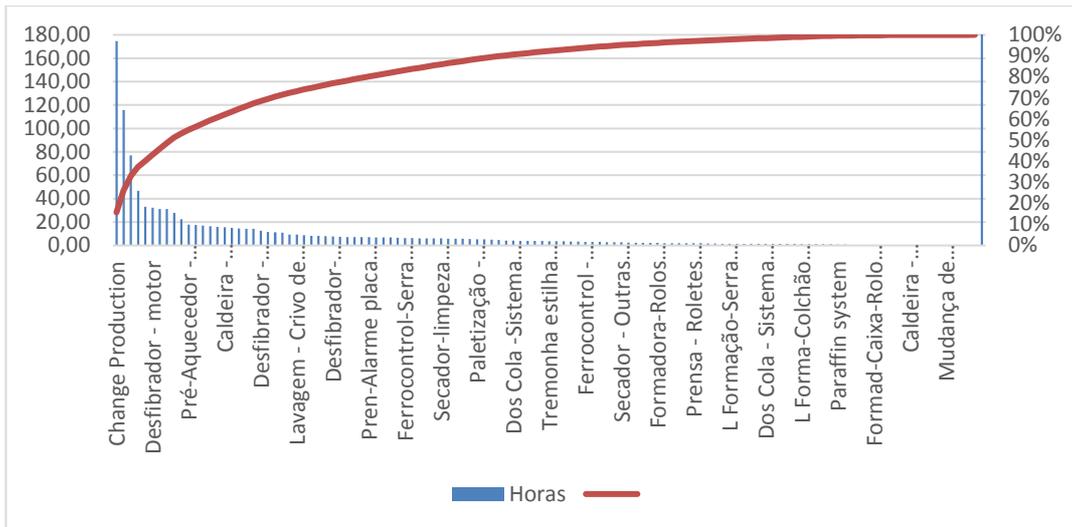
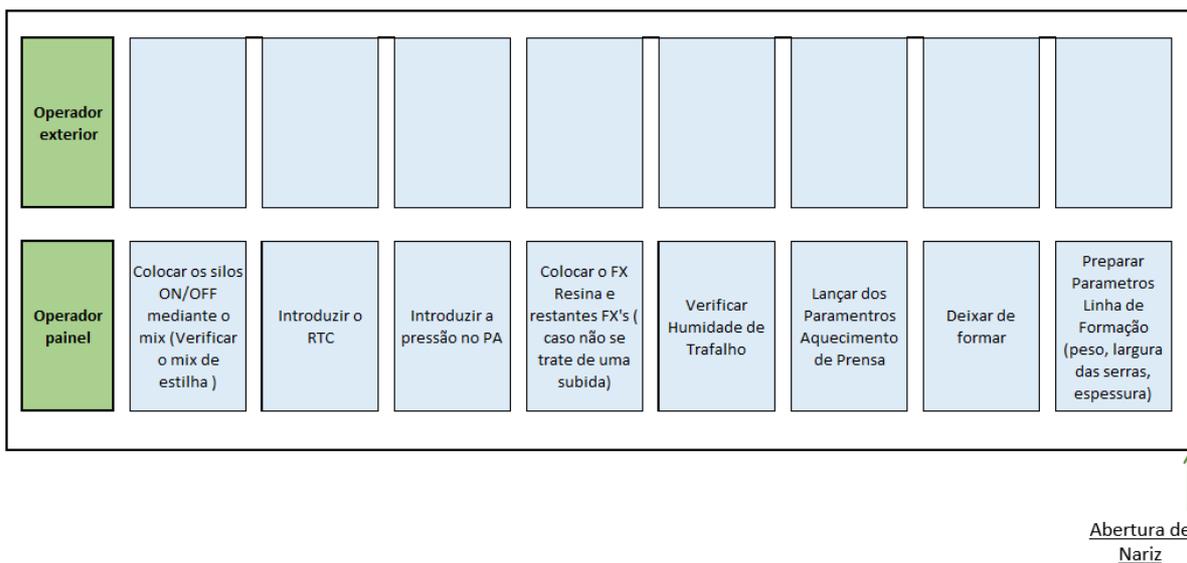


Figura 33. Principais Causas de Paragem na Linha 2 no ano de 2016

Na *Figura 34* é possível observar o mapeamento de uma mudança de produção com recurso a “nariz” aberto.



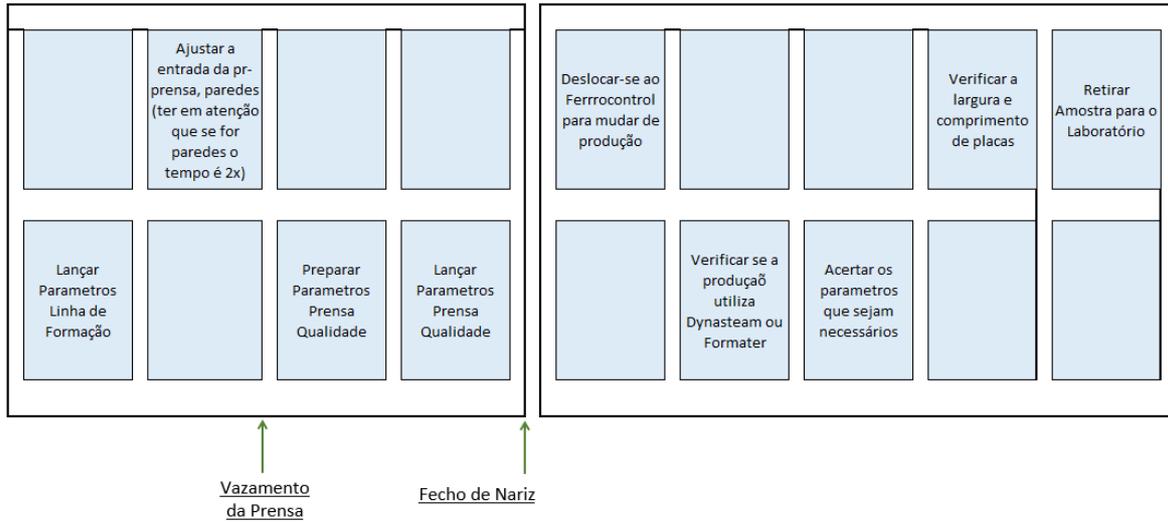


Figura 34. Mapeamento da Mudança de Produção com “nariz” Aberto

Da análise de todos os tipos de mudanças de produção (150 tipos) constatou-se que 11% destas mudanças podem ser realizadas com o “nariz” fechado. Este tipo de mudanças não provoca abertura do “nariz”, o que permite não rejeitar fibra na linha de formação. Este tipo de mudanças pode ser observado no mapeamento da *Figura 35*.

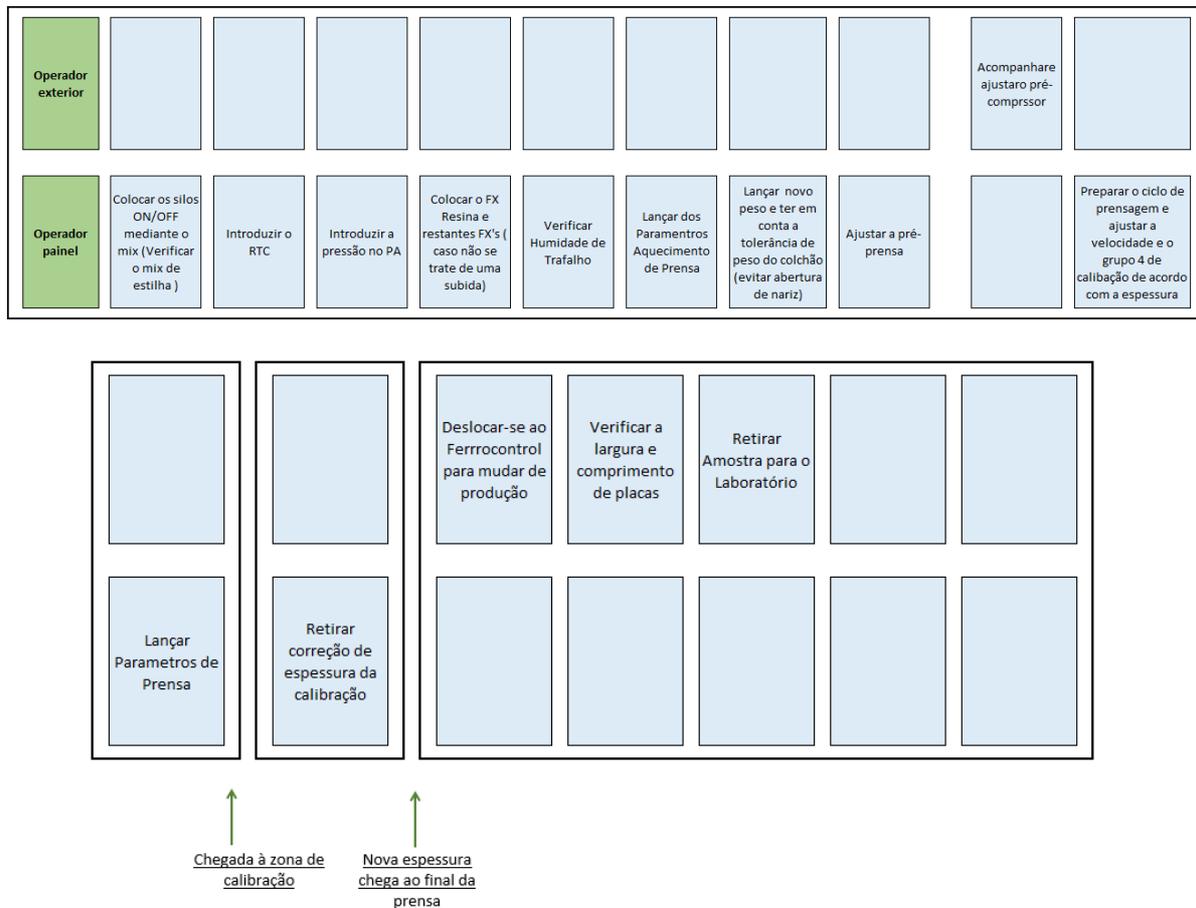


Figura 35. Mapeamento da Mudança de Produção com “nariz” fechado

No caso verificado na *Figura 35* é possível uma poupança de 1,41 toneladas de fibra. É ainda de ressaltar que a primeira placa prensada será rejeitada.

4.3.5 *Layout* inadequado na Sala de Controlo 2

A sala de controlo onde ocorrem as mudanças de produção não apresenta um *layout* apropriado, obrigando os operadores a realizarem um elevado número de movimentações. Na *Figura 36* está representado o *layout* da sala de controlo e o diagrama de spaghetti das deslocações do operador na mudança da produção.

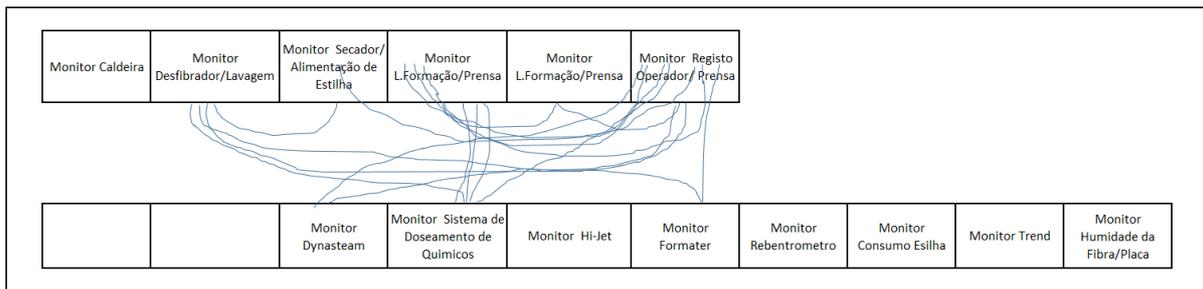


Figura 36. Diagrama de Spaghetti das movimentações do operador na mudança de produção

Neste *layout* é possível visualizar os inúmeros movimentos que o operador de painel tem de realizar quando efetua uma Mudança de Produção. Estas deslocações traduzem-se em tempos desnecessários e afetam a eficácia do operador. Estima-se que o operador percorra 34 metros quando realiza a mudança de produção.

4.3.6 Instabilidade no processo de Acabamento

No ano de 2016 verificou-se que as Prensas pararam 38 horas por falta de espaço no armazém de semiacabado, o que representa um valor de 32600, 00 euros. Numa primeira fase, com o intuito de identificar as causas de instabilidade do acabamento realizou-se um diagrama espinha de peixe de modo a identificar os problemas encontrados na *Figura 37*.

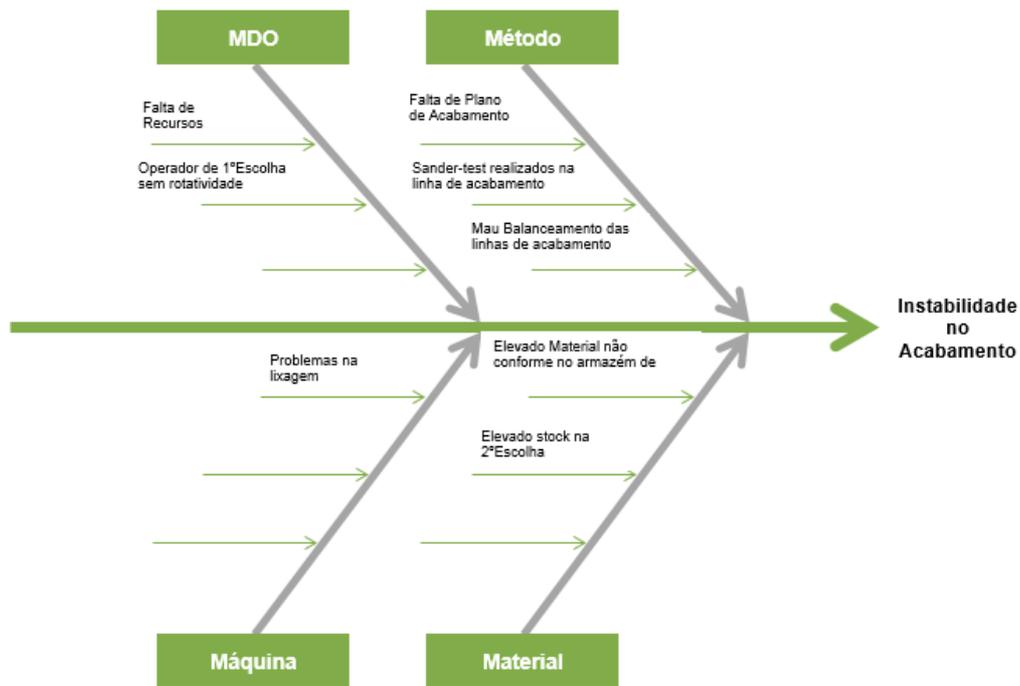


Figura 37. Diagrama Espinha de Peixe da instabilidade do processo de acabamento

Como causas para a instabilidade do processo identificou-se: mau balanceamento das linhas de acabamento, elevado volume de material no armazém de semiacabado, realização de *sander-test* na linha de acabamento, elevado material em armazém de 2ª Escolha.

No Anexo III está representado um A3 com as condições atuais do acabamento. O objetivo do projeto passa por aumentar o output das linhas de acabamento, o *up-time* de ambas as linhas e a consequente redução dos *stocks* nos armazéns intermédios.

No Anexo III é possível ver alguns dos problemas identificados de seguida e aquilo que se pretende que seja a situação futura, bem como o que irá ser desenvolvido para que seja possível alcançar a situação futura.

4.3.6.1 Balanceamento desadequado das Linhas de Acabamento

O acabamento 1 processa placas da prensa 1 e 2, enquanto o acabamento 2 apenas processa placas da prensa 2, como mencionado na secção 4.1.3, o que provocava uma subcarga na linha de acabamento 1 em relação à linha de acabamento 2. Esta situação ocorre devido a problemas de corte no acabamento 2, que impedem alguns produtos de aí serem terminados.

No ano de 2016 a prensa 1 parou 37,9 horas e a prensa 2 parou 0,43 horas devido a falta de capacidade no acabamento.

Recolheram-se 489 referências de produto acabado que estão a ser processados no acabamento 1 e a ser produzidos na prensa 2.

É ainda de notar o caso específico do produto Alvic (cerca 8% do total) permanece a ser produzido na prensa 2 e terminado no acabamento 1, dado a incapacidade do acabamento 2. Espera-se então que esquema ilustrado na *Figura 38* entre em vigor após o *workshop* para a movimentação do Alvic para o acabamento 2.

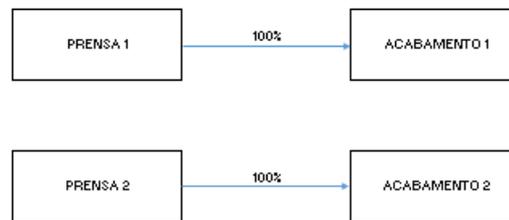


Figura 38. Novo esquema do acabamento

4.3.6.2 Paragens para realização de controlo: *sander-test*

A realização do teste de controlo das placas, *sander-test*, nas linhas de acabamento provocava uma paragem na linha. Na Tabela 5 é possível observar o número de paragens, bem como as horas decorrentes destas paragens para controlo. Neste sentido o *up-time* da linha é afetado por estes controlos.

Tabela 5. Número de ocorrência e de horas de paragem devido à realização de *sander-test*

	Paragens <i>sander-test</i> (ocorrências)	Paragens <i>sander-test</i> (horas)	<i>Downtime</i> (%)
Acabamento 1	76	38,93	0,5
Acabamento 2	66	34,84	0,45

Assim as paragens para realização de *sander-test* perfazem um total de 73 horas e 46 minutos. Para além das paragens de linha de acabamento existem também deslocações do operador ao acabamento que se traduzem numa distância percorrida de aproximadamente 107 metros.

4.3.6.3 Desorganização do armazém de semiacabado

A sobrecarga no acabamento 1 provocava um elevado volume de material no armazém de semiacabado. Na *Figura 39* é possível observar o *layout* do armazém de material semiacabado. Este encontrava-se organizado de forma aleatória, não existindo um local apropriado para o armazenamento dos produtos que saíam das linhas de prensa. Neste sentido a procura dos materiais, por parte dos operadores, para realizarem o processo de abastecimento às linhas de acabamento era bastante demorada. Poderia demorar cerca de quinze/vinte minutos.

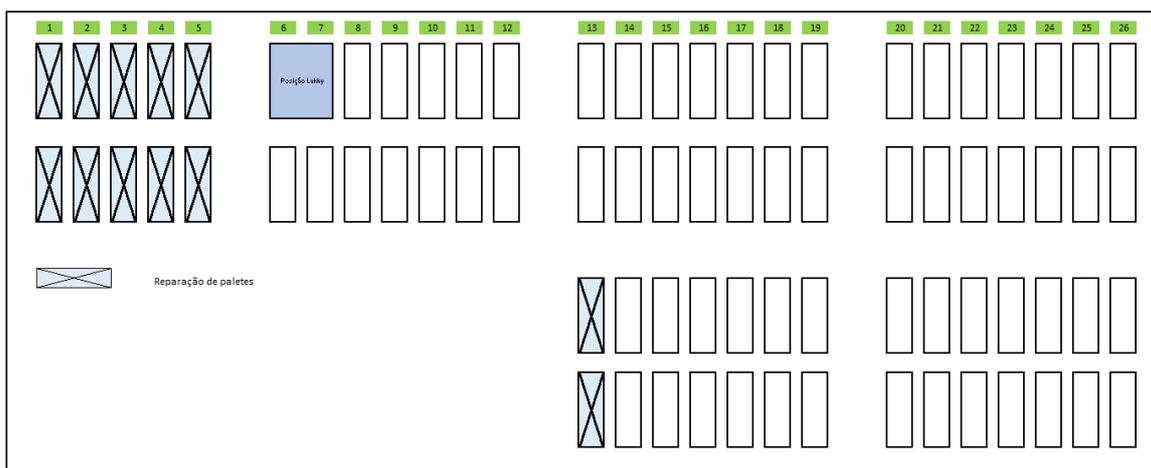


Figura 39. *Layout* do armazém de semiacabado

4.3.6.4 Elevado stock no armazém de 2ªEscolha

Também a nível de *stocks* existia um elevado volume de placas no armazém de 2ªEscolha. Na Tabela 6 observa-se os m³ ao longo de três meses. Isto ocorria porque o processo de seleção de placas na 2ªEscolha não era considerado um posto de trabalho.

Tabela 6. M³médios diários no armazém de 2ªEscolha

Meses	Novembro 2016	Dezembro 2016	Janeiro 2017	Média
M ³ diários no armazém de 2ªEscolha	230	419	462	370

Assim eram os operadores do acabamento e alguns operadores da linha de prensa que realizavam esta função quando se encontravam no horário normal.

Na Tabela 7 é possível observar a estrutura de turnos do Acabamento existente. Nesta fase o Acabamento 1 funcionava a 4 turnos e o Acabamento 2 a 5 Turnos, provocando uma paragem às quartas-feiras de manhã.

Tabela 7. Estrutura Turnos Acabamento

Turnos Semanais	A	B	C	D	E
Polivalente	✓	✓	✓	✓	✓
1ªEscolha L1	✓	✓	✓	✓	X
1ªEscolha L2	✓	✓	✓	✓	✓
Corte 1	✓	✓	✓	✓	X
Corte 2	✓	✓	✓	✓	X
Embalagem	✓	✓	✓	✓	✓
Empilhador	✓	✓	✓	✓	✓

Com esta estrutura de turnos não existia o escoamento do elevado *stock* de placas.

4.3.6.5 Operador da 1ª Escolha sem Rotatividade

O operador das linhas de Acabamento que realiza a classificação das placas como primeira qualidade, segunda qualidade, 2ª Escolha e refugo permanece as oito horas a realizar a função. Esta classificação requer rigor e muita atenção, o que leva a um cansaço visual ao longo do turno, provocando erros na classificação o que se traduzirá em problemas de qualidade para o cliente. No pior cenário um cliente poderá receber placas que são classificadas com primeira qualidade e estas não corresponderem à classificação. Neste cenário o cliente estará a pagar por uma qualidade que as placas não apresentam, o que poderá dar origem a uma reclamação

4.3.6.6 Dificuldades de abastecimento por parte do empilhadorista

Quando as placas passam pela fase do corte são encaminhadas para a embalagem ou para o armazém de 2ª Escolha, de acordo com a qualidade atribuída anteriormente no posto de 1ª Escolha. Quando as placas saem da linha de acabamento são encaminhadas para o armazém de 2ª Escolha ou para a embalagem. Este encaminhamento é realizado através de um empilhador. O abastecimento por parte do empilhadorista não é sequencial. O empilhadorista tem de verificar quais os locais que precisam de abastecimento. Assim geram-se problemas no abastecimento das placas e deslocações desnecessárias.

4.3.7 Falta de polivalência dos colaboradores

A empresa possui uma matriz de polivalência dos colaboradores das linhas de prensagem e das linhas de acabamento. No decorrer da análise destas, representadas integralmente no Anexo IV, verificou-se que existiam operações que os operadores executam e não estão representados na matriz e, ainda, postos que necessitavam de mais mão-de-obra qualificada.

LEGENDA		MATRIZ DE POLIVALÊNCIA							Socae Arauco	
1	APTO PARA FORMADOR	ANÁLISE E QUALIFICAÇÃO DE COMPETÊNCIAS								
2	APTO	SIPCDM - Mangualde							CHEFIA: António Maravalhas Produção MDF Linha 1 e Linha 2	
3	EM FORMAÇÃO									
4	INAPTO									
5	OBJECTIVO									
Nº	COLABORADOR	Panel 1	Exterior 1	Panel 2	Exterior 2	Laboratório/Qualidade	Escolha Folheados	Serra TM	Nº F	%
1000142	ANDRE DE ALMEIDA ALBUQUERQUE								0	0%
1000029	ANTONIO CARLOS AMARAL LOUREIRO SANTOS								2	28%
1000043	ANTONIO JORGE HENRIQUES DOS SANTOS								3	43%
1000046	ANTONIO HENRIQUES RODRIGUES								3	43%
1000004	BRUNO MIGUEL HONTEIRO AUGUSTO								0	0%
1000049	CECÁLIA GOMES FERREIRA								2	28%
1000004	EUGENIO ANTONIO FERREIRA SANTOS								2	28%
1000034	FERNANDO JOSE CARDOSO LUIS								2	28%
1000002	GABRIEL GONCALVES MARQUES								3	43%
1000074	GINOVALDOS SANTOS SOARES								0	0%
1000042	JOAO CARLOS ALMEIDA FIGUEIREDO HENRIQUES								2	28%
1000007	JOSE ANTONIO HONTEIRO ALBUQUERQUE								2	28%
1000071	JOSE ARMANDO RODRIGUES SALVADOR								3	43%
1000081	JOSE CARLOS LOPES ALMEIDA								2	28%
1000044	JOSE FRANCISCO PAZ								2	28%
1000092	JOSE MANUEL GONCALVES MATOS SOARES								2	28%
1000004	LUIS MIGUEL FIGUEIREDO ZHIOES								1	14%
1000094	LUIS MIGUEL LOPES HENRIQUES								3	43%
1000062	LUIS MIGUEL RAMOS FERRO								0	0%
1000050	MIGUEL LOPES CARVALHO								2	28%
1000072	PAULO MANUEL CARVALHO OOUTO								2	28%
1000045	PEDRO MIGUEL HERRERA RODRIGUES								3	43%
1000070	PEDRO NUÑO COSTA DIAS								2	28%
1000006	RUI MIGUEL HERRERA COSTA								0	0%
1000063	RICHARDO COSTA LOPES ARRANTES								0	0%
1000074	RUI MIGUEL ZHIOES SILVA								1	14%
1000027	RUI PEDRO OLIVEIRA GARCIA								2	28%
1000021	TIAGO ANDRE SANTOS LOPES								2	28%

Figura 40. Extrato da Matriz Polivalência das linhas de prensagem

Da análise da *Figura 40* constatou-se que o posto de trabalho 2ªEscolha não é tido em conta na matriz como um posto de trabalho, como por exemplo Painel 1. Esta falta de categorização de todos os postos levava a que fosse difícil perceber quais são os operadores que podem realizar a 2ªEscolha de placas. No Acabamento, Matriz Polivalência no Anexo IV, verifica-se que não existe nenhum operador apto para a 1ªescolha1 e para a 1ªescolha2, o que demonstra que esta matriz não se encontrava atualizada, já que estes se tratam de postos muito importantes na linha de acabamento.

4.3.8 Quadros de melhoria contínua das equipas naturais pouco funcionais

A equipa de gestão da produção de MDF possuía um quadro, onde se podiam observar as medidas de desempenho das linhas, bem como quadro de tarefas e plano de ações. Neste quadro existiam indicadores que não estão a ser mencionados nas reuniões diárias e, por consequente, não estão a ser atualizados. Na *Figura 41* pode-se observar quais os indicadores que não estavam a ser atualizados, ou que se encontravam demasiado confusos e de difícil leitura.

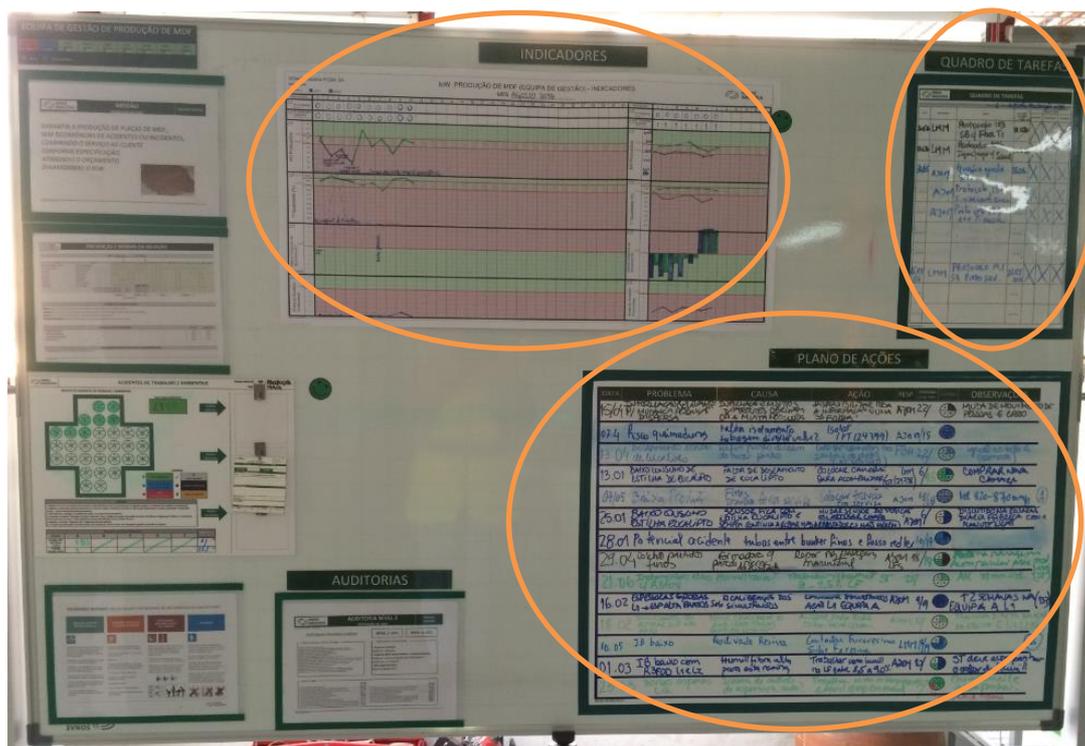


Figura 41. Quadro de equipa natural

4.4 Síntese dos problemas encontrados

Na *Tabela 8* é possível observar a tabela síntese dos problemas encontrados ao longo da fase de diagnóstico mostrando as categorias das causas segundo os 5M1E, as causas e consequências destes problemas.

Tabela 8. Tabela síntese dos problemas encontrados

Nº	Categoria	Problema	Causas	Consequências
1	Machine/Man/Method	Não aproveitamento de estilha no processo de Crivagem	Falta de rotina de limpeza do crivo	Não aproveitamento de estilha conforme para o processo
2	Machine/ Method	Acumulação de fibra junto à pré-prensa	Desajustamento das paredes da pré-prensa	Desperdício de fibra em espessuras mais grossas
3	Man/Method/ Machine	Elevadas paragens logísticas	Falta de normalização das Mudanças de Produção	Altas Taxas de rejeição de fibra ao nível do “nariz”
4	Man/Method/ machine	Elevado número de movimentações do operador aquando das mudanças de produção	<i>Layout</i> inadequado da sala de controlo 2 de prensa	Tempo despendido nas mudanças de produção
5	Man/Method	Balanceamento desadequado do Acabamento	Acabamento 2 processa placas do Acabamento 1	Sobrecarga do Acabamento 1
6	Method/ Machine	Paragem do acabamento para realização de <i>sander-test</i>	Atestar a qualidade do produto	Redução do <i>up-time</i> da linha
7	Method/Manag	Armazém de semiacabado desorganizado	Produtos sem qualidade retidos Gama expresso Subprodução Inexistência de plano de acabamento	Paragem de linha de prensa Deslocações desnecessárias Perda de tempo por procura de lotes
8	Method/Man	Elevado <i>stock</i> no armazém de 2ªEscolha	Placas que são dúbias quanto à qualidade	Elevados <i>stocks</i> de segunda escolha
9	Man/Method	Operador de 1ªEscolha sem rotatividade	Escolha da qualidade das placas	Defeitos podem não ser eficientemente detetados
10	Machine/ Method/Man	Dificuldade no abastecimento de placas pelo empilhadorista	Abastecimento não normalizado	Elevados tempos de paragem por falta de material para processar
11	Man	Pouca versatilidade	Falta de polivalência	Baixa Performance
12	Man/Method	Quadro de equipa pouco funcional	KPI's utilizados não vão de encontro às necessidades	Não preenchimento dos quadros

5. APRESENTAÇÃO E IMPLEMENTAÇÃO DE PROPOSTAS DE MELHORIA

Neste capítulo apresentam-se as propostas de melhoria para tentar reduzir e/ou eliminar os problemas identificados no capítulo anterior. Na *Tabela 9* encontra-se o plano de ação proposto, usando o *What, Why e How* da técnica 5W2H.

Tabela 9. Plano de Ação para os problemas identificados

Nº	What	Why	How
1	Criação de rotina limpeza do crivo	Rejeição de estilha conforme no processo	Norma de Limpeza do Crivo
2	Projeto de paredes ajustáveis na Pré-Prensa	Desajustamento das paredes da pré-prensa que provoca desperdício de fibra	Criar paredes ajustáveis tendo em conta a espessura do material
3	Normalização das Mudanças de Produção	Maior <i>downtime</i> do ano de 2016 e elevada rejeição de fibra no “nariz”	Implantação de <i>Standard Work</i> e <i>BIG DATA</i>
4	Mudança de <i>layout</i> na Sala de Controlo 2	Demasiadas movimentações do operador nas Mudanças de produção	Nova configuração do <i>layout</i>
5	Nivelamento de carga do Acabamento 1 e 2	Acabamento 1 sobrecarregado	Colocação de produtos no Acabamento 2
6	Colocação <i>sander test off-line</i>	<i>Sander test</i> provoca paragens de linha	Implementar controlo <i>off-line</i> com recurso a uma lixadeira externa
7	Reorganização de armazém de semiacabado	Difícil gestão do armazém	Eliminar produto NOK e criar organização eficaz
8	Normalização do número de m ³ no armazém de 2ªEscolha	Elevado <i>stock</i> de material no Armazém de 2ªEscolha	Alocar recursos à 2ªEscolha
9	Implementação de um programa de Rotatividade do operador de 1ªEscolha	Operador acusa fadiga ao final de algumas horas a classificar visualmente as placas	Criar normas de rotatividade
10	Criação de mecanismo de gestão visual para o empilhadorista	Dificuldade em perceber onde tem de realizar o abastecimento	Criar sistema <i>Andon</i>
11	Implementação de uma matriz de Formação	Falta de polivalência	Formação
12	Melhoria do quadro de equipa	<i>KPI's</i> utilizados não vão de encontro às necessidades	Implementar quadro

O plano de ações apresenta propostas centradas na eliminação de desperdícios. Com a implementação de normalização, reconfiguração de *layouts*, gestão visual espera-se que exista a diminuição dos resíduos criados ao longo do processo produtivo e assim, não só melhorar o processo, mas também a melhoria ao nível da sustentabilidade. As propostas a seguir apresentadas estão divididas por área da prensa, acabamento e melhoria continua.

5.1 Área de Prensagem

Esta secção apresenta propostas de melhoria ao nível da área da prensa. As propostas de melhoria não só fornecem bases sólidas para a normalização, mas também para estabilizar as variações que ocorrem durante o processo produtivo.

5.1.1 Criação de Rotina de Limpeza do Crivo

Para colmatar o desperdício de estilha conforme no processo de crivagem que se descreveu na secção 4.3.2 propôs-se a implementação de uma rotina de limpeza do crivo (Anexo V). Com esta rotina espera-se que os operadores tenham definida uma frequência de limpeza que ajudará as malhas do crivo a não acumularem tantos resíduos e assim a triagem de finos e grossos tornar-se-á mais eficaz, evitando a rejeição de estilha conforme. Espera-se que exista a limpeza do crivo uma vez por semana ou então em paragens superiores a 30 minutos, com teto máximo de 60 minutos. Cabe ao supervisor da linha acompanhar e certificar que a limpeza do crivo é realizada em conformidade com a norma.

5.1.2 Projeto de paredes ajustáveis na Pré-Prensa

Para que não ocorra o desperdício de fibra na pré-prensa referido na secção 4.3.2 propõe-se a compra de umas paredes de pré-prensa ajustáveis em altura como se pode observar na *Figura 42*.

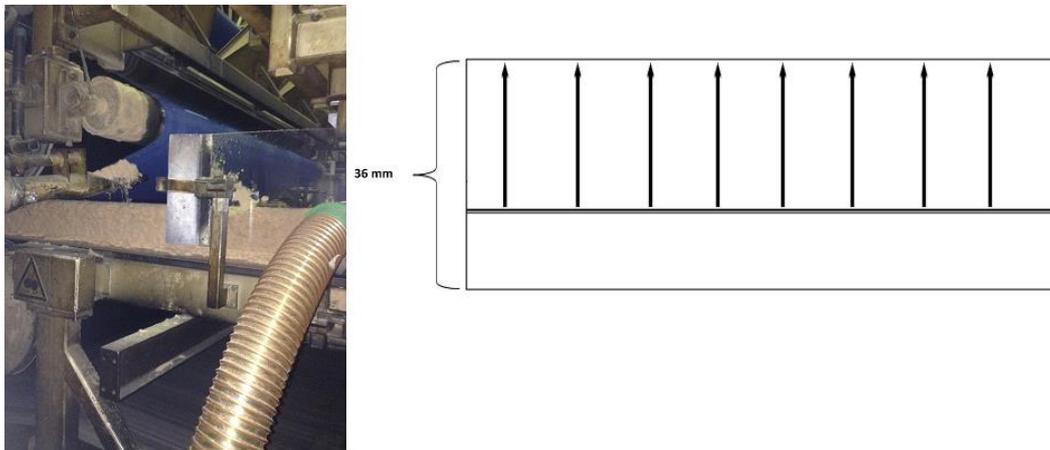


Figura 42. Desenho das paredes ajustáveis para a pré-prensa

As paredes ajustáveis permitirá um ajuste em todas as espessuras produzidas (até 36 mm).

5.1.3 Normalização das Mudanças de Produção

A fim de normalizar as mudanças de produção referidas na secção 4.3.3 procedeu-se à divisão das mesmas em cinco tipos diferentes de Mudanças de Produção. Estes cinco tipos de mudanças de produção e respetivas características podem ser observados na Tabela 10.

Tabela 10. Mudanças de Produção

Tipo	Abertura de Nariz	Vazamento de Prensa	Mudança de Ângulo	Vazamento dos Arrefecedores	Condições de Mudança
1	0	0	0	0	Sem mudança de ângulo e Δ espessura ≤ 2 mm e Δ largura ≤ 150 mm
2	1	0	0	0	Sem mudança de ângulo e Δ espessura=0 e Δ largura > 150 mm
3	1	1	1	1	Com mudança de ângulo e produção com arrefecedores
4	1	1	1	0	Com mudança de ângulo e produção sem arrefecedores
5	1	1	0	0	Sem mudança ângulo e Δ espessura $\neq 0$ e Δ espessura ≤ 2 mm e Δ largura > 150 mm ou Sem mudança ângulo e Δ espessura > 2 mm

Definiu-se uma norma baseada nos grupos definidos na tabela anterior para que a variabilidade deste processo deixe de existir, apresentada no Anexo VI. Neste sentido testou-se para que limite de variação de espessura, isto é quantos milímetros se poderia variar, seria possível realizar a mudança de produção em “andamento”, sem a ocorrência da paragem da linha e a consequente rejeição de fibra. Obteve-se, por experimentação, o valor de dois milímetros de diferença entre a espessura do grupo atual e a espessura do grupo destino. Também a largura foi alvo de análise e constatou-se que a mudança só em possível ocorrer em movimento caso a variação de largura entre a placa a produzir e a próxima produção for inferior a cento e cinquenta milímetros. A somar a esta norma aliam-se as mudanças de ângulo na prensa e o recurso a arrefecedores.

Para auxiliar e normalizar as Mudanças de Produção recorreu-se à implementação de BIG DATA na linha de prensagem 2, Figura 43.

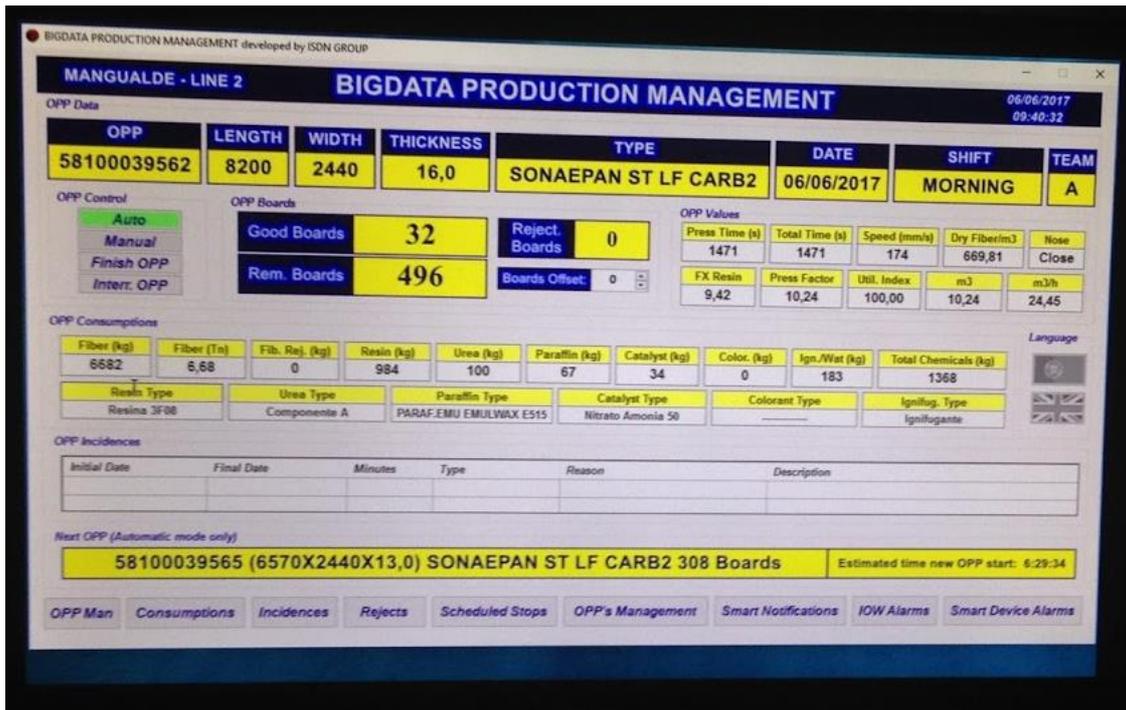


Figura 43. Monitor BIG DATA

Com esta ferramenta será possível os operadores serem alertados para a introdução de novos parâmetros da produção. Estes parâmetros estarão disponíveis numa receita existente num monitor na sala de controlo. Para além da disponibilização da receita do produto, também estará disponível o tipo de mudança de produção, com base na *Tabela 10*. Assim o operador terá conhecimento prévio de que tipo de mudança irá executar. Para além das melhorias mencionadas anteriormente, o operador receberá um aviso para deixar de formar o colchão, um aviso para introdução das novas dimensões da pré-prensa, aviso para o doseamento de químicos e avisos para os cortes nas serras.

Existe também na sala de controlo 2, um monitor tátil, *Figura 44*, onde os operadores aquando da mudança de turno discutem se as ordens de produção estiveram dentro do objetivo pretendido e caso isso não tenha ocorrido discutem de imediato o motivo para tal não ter ocorrido.

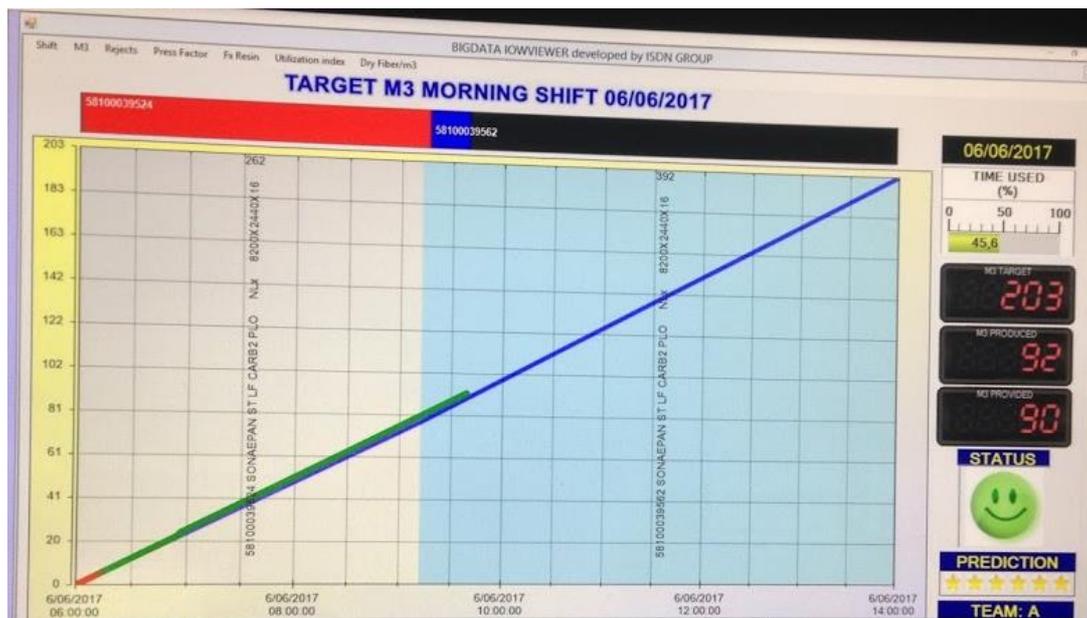


Figura 44. Monitor referente ao target de produção

Torna-se ainda possível o operador de painel acompanhar a produção neste monitor e ter uma percepção se está a cumprir o objetivo em tempo real.

5.2 Área operacional

Esta secção apresenta propostas de melhoria ao nível da área operacional fabril. Neste sentido será abordada a área onde os operadores controlam o processo produtivo.

5.2.1 Reconfiguração de *layout* da Sala de Controlo 2

Também decorrente das Mudanças de Produção constatou-se que o *layout* da sala de controlo não era o mais adequado, o que levava a um elevado número de movimentações, problema descrito na secção 4.3.5. Assim recorreu-se ao diagrama de *Muther* para propor um novo *layout* (Muther, 1978). Este método baseia-se na definição de uma relação de adjacência para cada par de áreas. Esta relação representa a importância da adjacência de áreas usando os seis níveis de valores indicados a seguir, por ordem decrescente de importância, assim:

A: proximidade absolutamente necessária

E: proximidade especialmente necessária

I: proximidade importante

O: proximidade regular

U: proximidade não importante

X: proximidade indesejável

Na *Figura 45* representa-se o diagrama de *Muther* referente às áreas de localização dos monitores para as mudanças de produção da linha 2. Neste diagrama apenas estão presentes os monitores onde os operadores mudam variáveis. Para além destes monitores existem outros que auxiliam no controlo de variáveis.

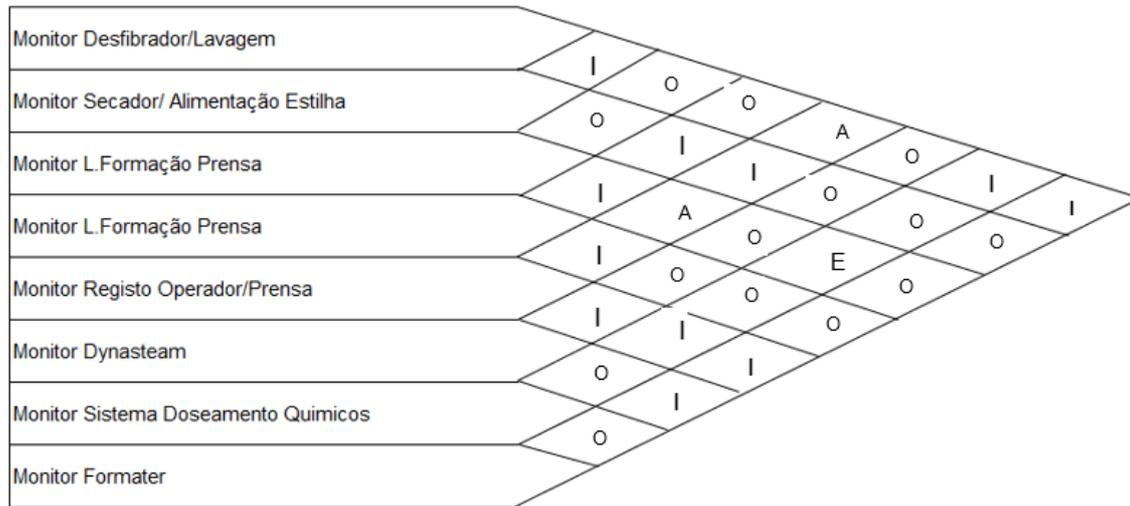


Figura 45. Diagrama de *Muther* com o relacionamento dos locais dos monitores na sala de controlo

Com base na análise do diagrama de Muther propuseram-se duas alternativas de *layout* atendendo aos critérios considerados que tiveram como base a minimização da distância percorrida, bem como a sequência de operações.

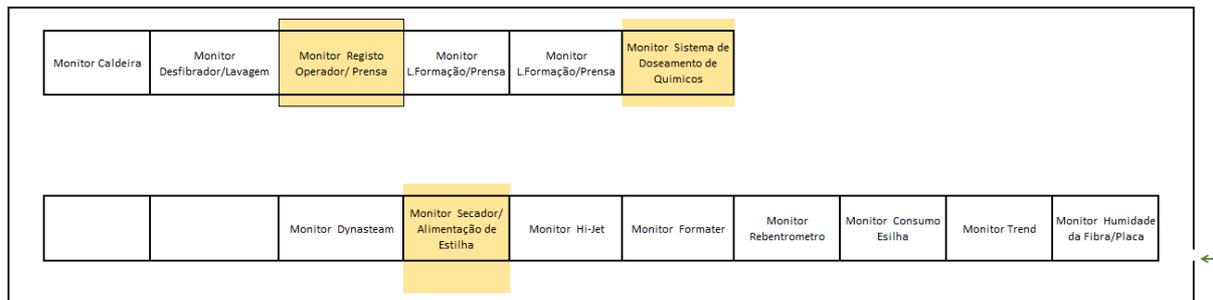


Figura 46. Primeiro *layout* sugerido

No *layout* da *Figura 46* optou-se por aproximar os monitores que apresentavam proximidade absolutamente necessária. É de ressaltar o facto de manter o monitor da caldeira no painel frontal, já que é muito importante os operadores manterem o controlo sobre o mesmo, apesar de não se inserir qualquer variável no mesmo aquando das mudanças de produção. Assim a nível de movimentações conseguiu-se uma redução de 5 metros em relação ao primeiro *layout*, isto é passa-se dos 34 metros iniciais para 29 metros.

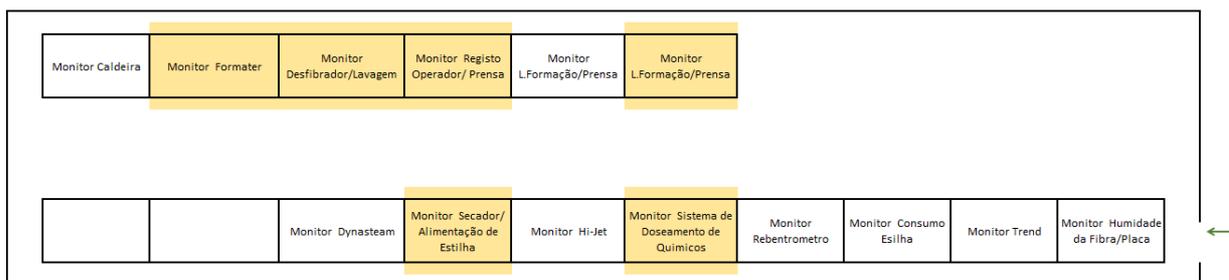


Figura 47. Segundo *layout* sugerido

No *layout* sugerido na Figura 47 optou-se por dar mais importância aos novos equipamentos, como é o caso do *Formater*, no entanto também se teve em conta as relações de proximidade absolutamente necessária.

Em conversa com a chefia chegou-se à conclusão que o segundo *layout* sugerido seria mais benéfico, já que potencia a sequência de operações na mudança de produção. Com este *layout* consegue-se uma redução de 8 metros na distância percorrida, passando agora a ser de 26 metros. Na Tabela 11 é possível observar as distâncias percorridas nos diferentes *layouts*.

Tabela 11. Comparação das distâncias percorridas com os diferentes *layouts*

	<i>Layout</i> inicial	Primeiro <i>layout</i> sugerido	Segundo <i>layout</i> sugerido
Distância percorrida (m)	34	29	26

Assim o segundo *layout*, tendo em conta a distância percorrida, torna-se mais benéfico a nível de movimentações.

5.3 Área do Acabamento

Esta secção expõe propostas de melhoria ao nível da área de acabamento. Assim serão apresentadas algumas formas de aumentar o *up-time* das linhas de acabamento, bem como propostas para uma melhor organização desta área.

5.3.1 Balanceamento de carga do Acabamento 1 e 2

Com mencionado anteriormente, secção 4.1.3, cerca de 15% dos produtos produzidos na prensa 2 são encaminhados para o acabamento 1, dado a maior polivalência deste. Assim surge um desequilíbrio no balanceamento da carga dos acabamentos, o que provocava uma sobrecarga no acabamento 1 e maior disponibilidade no acabamento 2. Neste sentido procedeu-se à análise dos roteiros existentes e colocou-se no acabamento 2 alguns produtos que apresentavam dimensões compatíveis com este acabamento. Assim foram colocadas 140 referências de produto acabado no acabamento 2, num total de 489 referências analisadas. Esta análise foi

realizada entre o Planeamento e Produção a fim de perceber qual os produtos que poderiam ser cortados pela serra 2.

5.3.2 Colocação do *sander test off-line*

Tal como referido na secção 4.3.6.2, o controlo provocava uma paragem de 73 horas e 46 minutos no ano de 2016. Para o resolver, decidiu-se que o processo passaria a ser levado a cabo no laboratório e com recurso a uma lixadeira de duas cabeças. Esta decisão foi tomada depois de verificar que esta paragem provoca um *downtime* na linha desnecessário, cerca de 1% ao longo do ano de 2016. Neste sentido, ao invés de ser retirada uma placa inteira, seriam retiradas várias amostras de uma placa na zona da ferro-crontol. Com isto as paragens para realização de testes seriam eliminadas, o que traduzia em aumento do *up-time* das linhas de acabamento.

Ainda é de mencionar que com esta nova solução a deslocação para a análise das amostras seria 83 metros aproximadamente, uma vez que o laboratório se encontra no centro da fábrica como se pode observar na Figura 48.

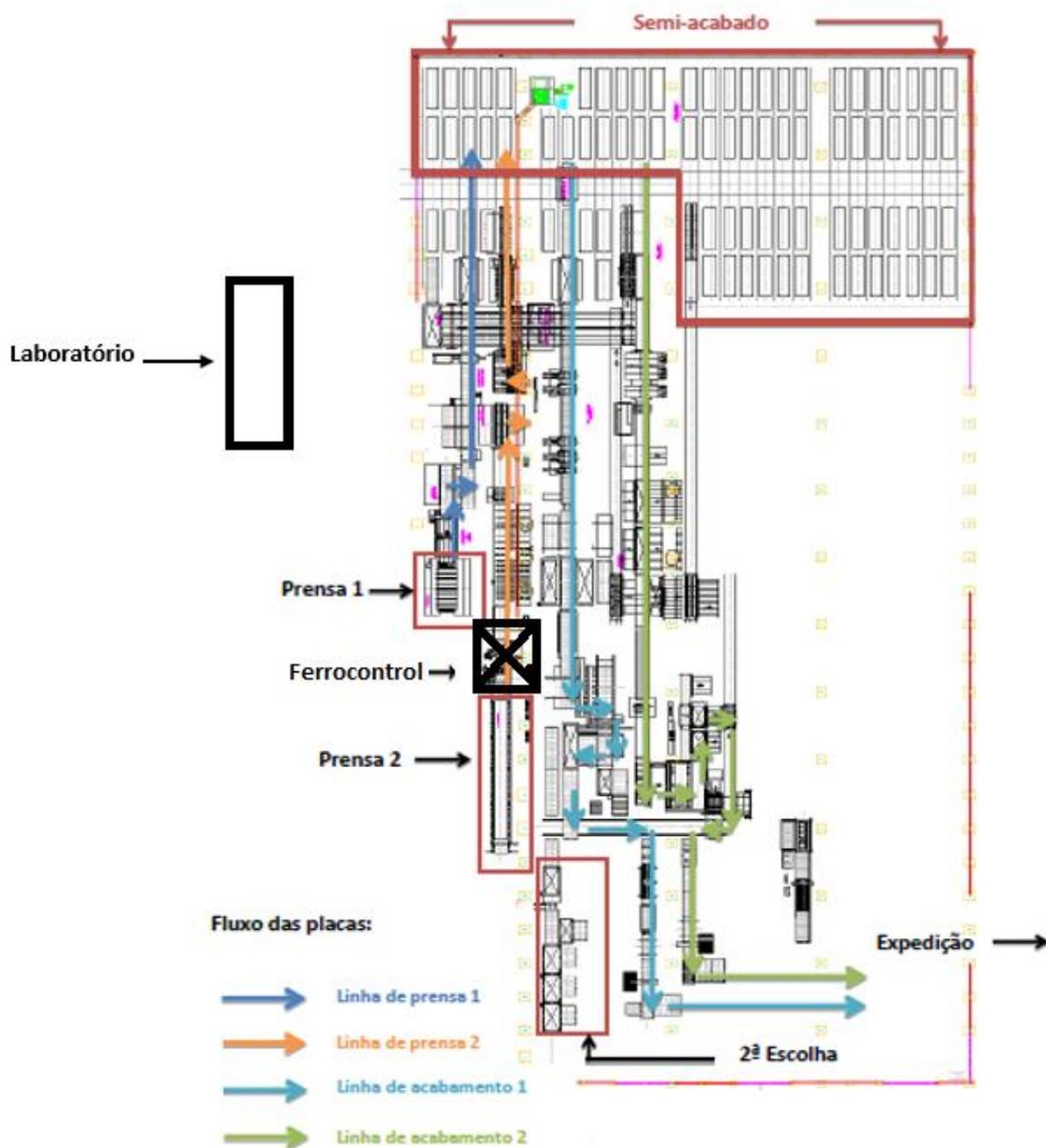


Figura 48. Layout fabril com laboratório

5.3.3 Reorganização de armazém de semiacabado

A desorganização do armazém de semiacabado ficou evidenciada na secção 4.3.6.3. Para melhorar esta situação, optou-se por propor uma nova organização do armazém atendendo à rotatividade dos produtos. Primeiramente foi importante eliminar o material NOK que se encontrava no semiacabado, em alguns casos com rotatividade superior a três meses. Este material não pode ser processado e fica armazenado em semiacabado, o que provocava uma diminuição das células existentes. A solução passaria por queimar este material na caldeira (aproveitamento energético) ou aproveitar o material para placas de apoio necessárias no processo de acabamento.

Após a triagem do material propôs-se a divisão do armazém em duas grandes famílias: os produtos *Make to order* e os produtos *Make to stock* (gama expresso). Após esta primeira divisão pensou-se em subdividir os produtos, pelos grupos mencionados anteriormente, tendo em conta o período de estabilização das placas (72 horas ou 36 horas ou 24 horas) e ainda tendo em atenção qual o acabamento para que o produto irá (Acabamento 1 ou Acabamento 2). Na *Tabela 12* é possível observar como seria o esquema idealizado para o armazém de semiacabado.

Tabela 12. Organização do armazém de semiacabado

Produtos <i>Make to Order</i> (MTO)						Produtos <i>Make to Stock</i> (MTS)					
Período estabilização 24 horas		Período estabilização 36 horas		Período de estabilização 72 horas		Período estabilização 24 horas		Período estabilização 36 horas		Período de estabilização 72 horas	
A 1	A 2	A1	A 2	A 1	A 2	A1	A 2	A 1	A 2	A 1	A 2

Tendo em conta que os produtos MTS, cerca de 70%, representam o maior volume de vendas alocou-se o maior número de células a estes produtos como se observa na *Figura 49*.

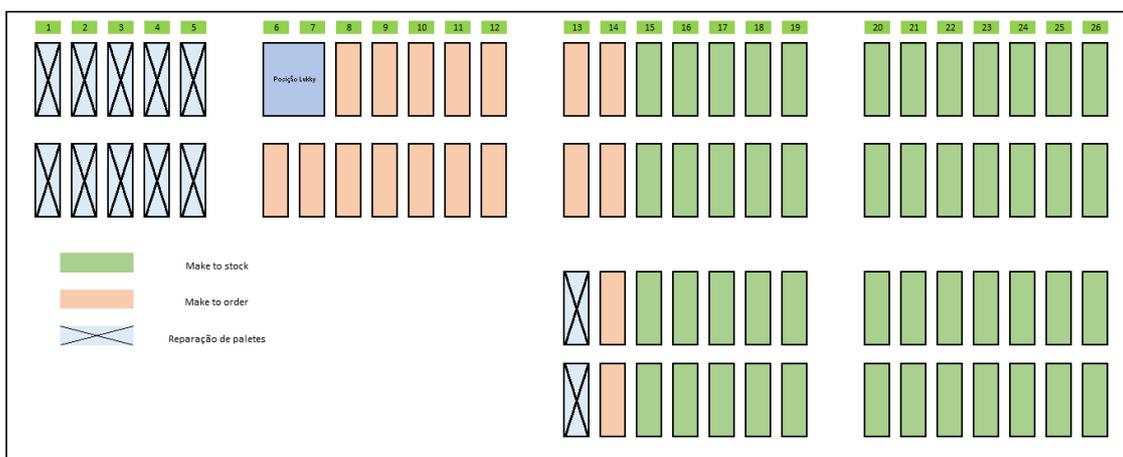


Figura 49. Nova proposta do *Layout* do armazém de semiacabado com nova divisão

É importante ter em conta que cada posição tem alocação para 4 paletes, em altura.

5.3.4 Nova estrutura de trabalhos em turnos no acabamento

Tal como referido na secção 4.3.6.4 o armazém de 2ªEscolha tinha um problema de elevado *stock*. Assim, sugeriu-se uma nova estrutura de turnos no Acabamento com dois recursos novos. Nesta nova estrutura a 2ªEscolha poderia vir a ter um posto de trabalho e recursos alocados, passando ambos os Acabamentos a trabalhar em quatro turnos. Assim tanto o acabamento 1 como o 2 parariam à quarta-feira de manhã. Na Tabela 13 está representada a nossa representação dos turnos.

Tabela 13. Nova Estrutura de Turnos do Acabamento

Turnos Semanais	A	B	C	D
Polivalente	✓	✓	✓	✓
1ªEscolha L1	✓	✓	✓	✓
1ªEscolha L2	✓	✓	✓	✓
Corte 1	✓	✓	✓	✓
Corte 2	✓	✓	✓	✓
Embalagem	✓	✓	✓	✓
Empilhador	✓	✓	✓	✓
2ªEscolha	✓	✓	✓	✓

Com a nova estrutura de turnos é de esperar que a 2ªEscolha trabalhe 160 horas numa semana, o que poderá permitir processar em média 560 m³ de placas numa semana. Consequentemente espera-se que o armazém de 2ªEscolha não possua mais que 100 m³ de placas de MDF.

5.3.5 Implementação de um programa de Rotatividade do operador de 1ªEscolha

Um dos postos de trabalho do Acabamento, a 1ªEscolha, consiste na tomada de decisão referente à qualidade das placas. Estas podem ser classificadas como primeira e prosseguirem para o corte, ou então como 2ªQualidade ou Refugo. Pode, ainda, não ser clara a qualidade das placas e estas são enviadas para 2ªEscolha.

A secção 4.3.6.5. apresentava o problema deste posto de trabalho não ter rotatividade. Assim, o operador que se encontra a atestar a qualidade das placas permanecia oito horas a desempenhar esta atividade o que provocava fadiga. Para solucionar este problema propôs-se a rotatividade entre o operador de 1ªEscolha e o Operador do Corte, como exemplificado na *Figura 50*. Cada operador permanecia apenas quatro horas no mesmo posto de trabalho, o que permitia uma maior atenção o que traduzia em erros de qualificação mais escassos.



Figura 50. Rotatividade de operadores

5.3.6 Criação de mecanismo de gestão visual para o empilhadorista

Quando as placas passam pela fase do corte são encaminhadas para a embalagem ou para o armazém de 2ªEscolha. Este encaminhamento é realizado através de um empilhador, tal como referido na secção 4.3.6.6. O abastecimento por parte do empilhadorista não era sequencial nem regularizado. O empilhadorista tinha de verificar quais os locais que precisavam de abastecimento.

Para colmatar esta ineficiência propôs-se a criação de um sistema *Andon* que permite ao empilhadorista perceber qual o local que precisa de ser abastecido. A solução passaria por existir um sistema *Andon* na zona da Embalagem e da 2ªEscolha, como o ilustrado na Figura 51. Este sistema seria colocado num local alto para facilitar a visibilidade do empilhadorista.

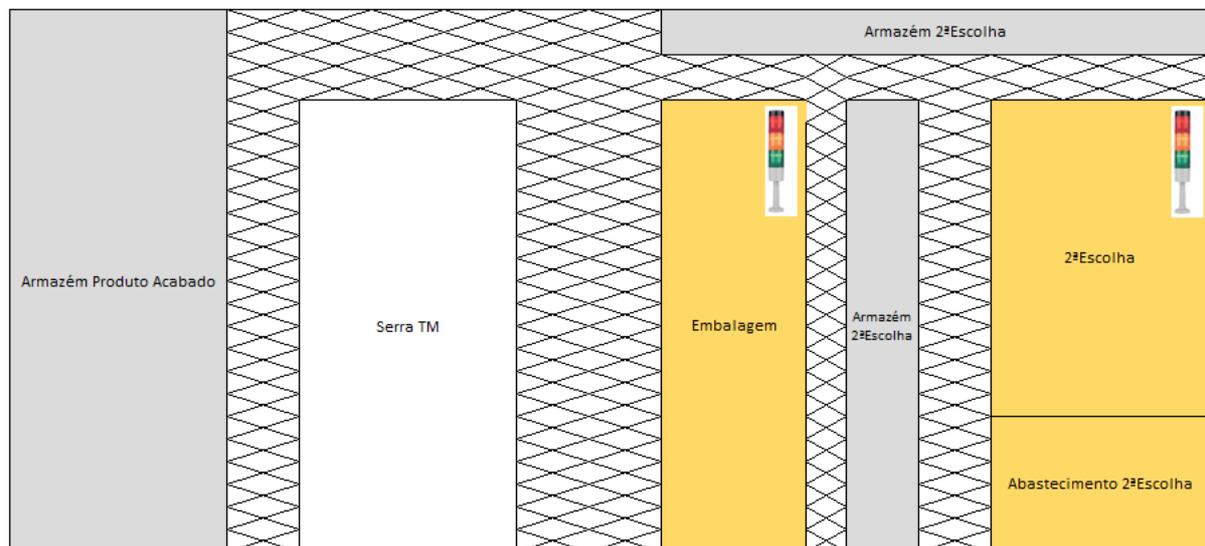


Figura 51. Sistema *Andon* na 2ªEscolha e na Embalagem

A cor vermelha significa que necessita de abastecimento, a amarela que o abastecimento tem de ocorrer em breve e a verde significa que ainda não é necessário abastecimento. Assim o abastecimento por parte do empilhadorista passaria a ser realizado de uma forma mais eficaz.

5.4. Área Melhoria Contínua

Esta secção exhibe propostas de melhoria ao nível da melhoria contínua. Assim propõe-se a implementação de uma matriz de formação e alterações no quadro de equipa.

5.4.1 Implementação de uma matriz de Formação

Dado que a matriz de polivalência dos colaboradores da área de prensagem e do acabamento não se encontrava atualizada como verificado na secção 4.3.7, sugeriu-se um plano de formação para todos os colaboradores das secções de acabamento e prensagem. Neste plano, sugeriu-se

que seria importante a introdução da 2ªEscolha como um posto de trabalho na Matriz de Polivalência das Linhas, já que se trata de uma área que permanentemente necessita de ação dos operadores para processar *stock*. No acabamento seria importante formar mais operadores na 1ªEscolha e na 2ªEscolha.

No Anexo VII sugere-se um Matriz de Formação para a 2ªEscolha e para a 1ªEscolha da linha 1 e 2 de acabamento. É de notar que são os operadores polivalentes que serão os formadores como se pode observar na *Figura 52*, uma vez que apresentam conhecimento de todos os postos.

		MATRIZ FORMAÇÃO – 1ªEscolha – Linha 1		MG-IM-LGR-IOW-ACA1-004-PT	
Sector: Acabamento			Document no.:	Model no.:	
Prepared by: Sofia Barbosa		Date: 2017/05	Number of Pages: 1/1		Revision: 0
Approved by:		Date:			

Tarefas	Operadores	
	Formador	Formando
Escolha visual de placas quanto à qualidade das mesmas	António Santos	Mário Costa
Controlo de painel de 1ªEscolha	Armando Polonio	José Almeida
Registo de lotes processados	Vitor Almeida	António Francisco
	Nuno Almeida	Pedro Marques
		Joel Peixoto

PLANO DE FORMAÇÃO				
O que fazer?	Porquê?	Como?	Onde?	Quando?
Formar para classificação quanto à qualidade	Necessidade de mais operadores para esta operação	Formação no terreno	Espaço fabril	Época baixa – data a definir
Controlar o painel da 1ªEscolha	Necessidade de mais operadores para esta operação	Formação no terreno	Espaço fabril	Época baixa – data a definir
Registo de lotes processados	Necessidade de mais operadores para esta operação	Formação no terreno	Espaço fabril	Época baixa – data a definir

Figura 52. Extrato da matriz formação da 1ªEscolha da Linha 1

A ideia seria formar as pessoas, que atualmente apresentam como posto de trabalho o corte 1, no posto de 1ªEscolha da linha 1. Assim o esquema sugerido na seção 5.3.5 de rotatividade dos operadores da linha 1 seria totalmente exequível, pois ambos tinham formação tanto na escolha de placas como no corte. É de ressaltar que a situação oposta, operadores do 1ªEscolha com formação no corte já se verifica.

Neste sentido, o mesmo raciocínio também se aplica à linha 2 de acabamento, os operadores do corte 2 serem formados na escolha de placas da linha 2.

Esta formação seria realizada pelos operadores polivalentes das linhas de acabamento, já que estes estão aptos a formar qualquer posto de trabalho da linha de acabamento. A formação deveria ocorrer no posto de trabalho e deve ser realizada fora do período de férias.

5.4.2 Melhoria do quadro de equipa

Relativamente ao quadro de equipa tinha-se verificado, aquando da fase de diagnóstico na secção 4.3.8, que a maioria dos indicadores utilizados não estavam a ser utilizados. Assim sugeriu-se que se implementasse dois novos registos que permitissem perceber em que local e qual a tarefa que os operadores de horário normal estão a desempenhar. Com recurso a este registo (*Figura 53*) tornar-se-ia mais fácil encontrar as pessoas e a atribuição de tarefas ficaria facilitada.

EQUIPA HORÁRIO NORMAL					SEMANA
QUEM?	QUANDO?	3ª	4ª	5ª	6ª
	MANHÃ	LOCAL:	LOCAL:	LOCAL:	LOCAL:
		TAREFA:	TAREFA:	TAREFA:	TAREFA:
	TARDE	LOCAL:	LOCAL:	LOCAL:	LOCAL:
		TAREFA:	TAREFA:	TAREFA:	TAREFA:
	MANHÃ	LOCAL:	LOCAL:	LOCAL:	LOCAL:
		TAREFA:	TAREFA:	TAREFA:	TAREFA:
	TARDE	LOCAL:	LOCAL:	LOCAL:	LOCAL:
		TAREFA:	TAREFA:	TAREFA:	TAREFA:
	MANHÃ	LOCAL:	LOCAL:	LOCAL:	LOCAL:
		TAREFA:	TAREFA:	TAREFA:	TAREFA:
	TARDE	LOCAL:	LOCAL:	LOCAL:	LOCAL:
		TAREFA:	TAREFA:	TAREFA:	TAREFA:

EQUIPA HORÁRIO NORMAL					SEMANA 26
Quem?	Quando?	3ª	4ª	5ª	6ª
J.S.	Manhã	Local:	Local:	Local:	Local:
		Tarefa:	Tarefa:	Tarefa:	Tarefa:
	Tarde	Local:	Local:	Local:	Local:
		Tarefa:	SUPERVISOR SUPERIOR Substituição	SUPERVISOR SUPERIOR Substituição	Tarefa:
Ricardo Abrantes	Manhã	Local:	Local:	Local:	Local:
		Tarefa:	Tarefa:	Tarefa:	Tarefa:
	Tarde	Local:	Local:	Local:	Local:
		Tarefa:	PREENSAZ Substituição	PREENSAZ Substituição	Tarefa:
Mário Gaspar	Manhã	Local:	Local:	Local:	Local:
		Tarefa:	2ª op. Operação	2ª op. Operação	Tarefa:
	Tarde	Local:	Local:	Local:	Local:
		Tarefa:	Tarefa:	Tarefa:	Tarefa:

Figura 53. Registo da equipa de horário normal

Optou-se, ainda, pela criação de uma folha de registos onde constassem as medidas de contenção tomadas, *Figura 54*. Com este registo elimina-se situações dúbias quanto ao que fazer, quem ficaria de fazer (responsabilidade) e prazo para o fazer.

MEDIDAS DE CONTENÇÃO		
O QUÊ?	QUEM	PRAZO

Medidas de contenção				
Linha	O quê?	Quem	Data início	Data fim
1	Garantir limpeza da 2ª turma	P2H	19/08	

Figura 54. Registo das Medidas de Contenção

Paralelamente à implementação dos registos anteriores também se implementou um quadro de tarefas, *Figura 55*, para que o trabalho fosse distribuído mais eficientemente pelos membros da equipa e para que todos tivessem conhecimento das tarefas a realizar e que fosse de fácil leitura.



Figura 55. Quadro de tarefas

Para além destes novos registos, optou-se por manter alguns indicadores e eliminar outros, como o registo do consumo de eucalipto, os desvios de produção e a qualidade objetivo. Procedeu-se à eliminação dos indicadores referidos anteriormente pois os mesmos não estavam a traduzir dados necessários para a operacionalidade da reunião. Assim mantêm-se o controlo da incidência das zonas ásperas e da resistência interna, o controlo do desvio de químicos, OPP's não conformes e controlos de paragens.

6. ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Nesta secção são expostos os resultados obtidos das propostas implementadas ao longo do projeto de dissertação. Também se expõem os resultados esperados das melhorias sugeridas que não foram suscetíveis de implementação no *timing* deste projeto.

6.1 Resultados das propostas implementadas

De seguida apresentam-se os resultados que seriam obtidos caso se implementasse as propostas de melhoria sugeridas, nomeadamente as propostas relacionadas com a normalização das mudanças de produção, redução do *stock* de 2ªEscolha, melhor balanceamento do acabamento, melhor monitorização com novos indicadores no quadro de equipa. Estes resultados comparam o ano de 2016 com o esperado em 2017 com as alterações sugeridas.

6.1.1 Redução do tempo de paragem da linha 2

Com a criação de uma matriz apresentada na secção 5.1.3 que contempla todos os tipos de mudanças de produção foi possível perceber que existem cerca de 11% de mudanças de produção que podem ser realizadas sem recurso a abertura do “nariz” e a consequente paragem na linha de formação. Assim é possível um aumento de disponibilidade da linha em 0,23% no ano de 2017. Este aumento de disponibilidade traduz-se na redução do *downtime* da linha de 2,11% para 1,88% como se verifica na Tabela 14.

Tabela 14. Resultados no *downtime* pela normalização das mudanças de produção linha 2 para o ano de 2017

Antes	Depois
<i>Downtime</i> Mudança Produção Linha 2 ano 2016 (%)	<i>Downtime</i> Mudança Produção Linha 2 2017 (%)
2,11	1,88

Este aumento de disponibilidade traduz-se numa diminuição temporal das paragens em 19,17 horas, como se pode observar na Tabela 15.

Tabela 15. Resultados na duração das paragens na linha 2 por mudança de produção para o ano de 2017

Antes	Depois
Paragens por Mudança Produção 2016 (horas)	Paragens por Mudança Produção 2017 (horas)
174,47	155,3

Para além do aumento da disponibilidade da linha, é ainda de referir os ganhos ao nível da rejeição de fibra que passam a ser inferiores em 2310 toneladas como se verifica na Tabela 16.

Tabela 16. Resultados na rejeição de fibra devido a Mudança de Produção para o ano de 2017

Antes	Depois
Rejeição fibra por Mudança Produção 2016 (toneladas)	Rejeição fibra por Mudança Produção 2017 (toneladas)
2100	1869

Com uma rejeição de fibra inferior em 231 toneladas poupa-se, anualmente, aproximadamente, 22700,00 €. Estes ganhos podem ser observados na *Tabela 17*.

Tabela 17. Resultados na rejeição de fibra pela normalização das mudanças de produção linha 2 para o ano de 2017

Antes	Depois
Gastos em fibra rejeitada por Mudança Produção 2016 (€)	Gastos em fibra rejeitada por Mudança Produção 2017 (€)
206850,00	184150,00

Tendo, ainda, em conta que a fibra incorpora químicos (resina, emulsão, ureia e catalisador) existe também uma poupança ao nível dos químicos de 13400,00 € aproximadamente. Esta análise foi realizada tendo em conta o produto mais produzido, 6_DB e o número de quilos de químicos que o produto 6_DB consome. Na *Tabela 18* é possível visualizar o impacto nos químicos devido à não rejeição de fibra.

Tabela 18. Resultados nos químicos incorporados na fibra rejeitada para o ano de 2017

Antes	Depois
Gastos em químicos por Mudança Produção 2016 (€)	Gastos em químicos por Mudança Produção 2017 (€)
121800,00	108400,00

Assim com recurso à normalização das mudanças de produção aumenta-se a disponibilidade da linha e consegue-se uma poupança significativa ao nível das matérias-primas utilizadas no processo, contribuindo assim também para a sustentabilidade do processo.

6.1.2 Redução do *stock* de armazém de 2ªEscolha

Com a introdução da nova estrutura de turnos em Setembro próximo (proposta apresentada na secção 5.3.4) espera-se alcançar os 100 m³ de *stock* no armazém de 2ªEscolha, o valor estabelecido na empresa como tecto máximo. Com esta medida evitam-se situações como repetições de OPP's, pois o material esta constantemente a ser escolhido e não há geração de necessidade no MRP. Assim aumenta-se a disponibilidade na prensa para a produção de outros materiais.

Na *Tabela 19* estão representados os processamentos dos primeiros quatros meses de Janeiro da 2ªEscolha e o volume *stock* que se pretende processar (em m³) com a nova estrutura de turnos.

Tabela 19. *Stock* processados na 2ªEscolha

	Antes	Depois	
	Volume de placas processados 2017 (m³)	Volume com nova estrutura de turnos (m³)	Ganhos (%)
Janeiro	1904	2240	15
Fevereiro	1975		12
Março	2555		0
Abril	2170		3
Média (4 meses)	2151		7.5

Com esta medida espera-se um ganho de cerca de 7,5 % a nível de placas escolhidas. Assim, com a nova estrutura de turnos, será possível manter o *stock* de 2ªEscolha normalizado.

6.1.3 Melhor balanceamento da carga dos acabamentos

Como o balanceamento da carga do acabamento não se encontrava equilibrado existiam paragens das linhas de prensa decorrentes da falta de capacidade do acabamento. No ano de 2016 a prensa 1 parou 37,9 horas e a prensa 2 parou 0,43 horas, como se observa na *Tabela 20*. Com a atualização/alteração de alguns dos roteiros, isto é, passagem de alguns produtos da linha de acabamento 1 para o acabamento 2 as paragens de prensa passarão a não existir.

Tabela 20. Resultados nas paragens de linha de prensa devido ao melhor balanceamento dos acabamentos para o ano de 2017

	Antes	Depois
	Paragem 2016 (h)	Paragem 2017 (h)
Linha 1	37,9	0
Linha 2	0,43	0

Estima-se, pelo controlo de gestão, que uma paragem de linha de uma hora custa 600,00 € (linha 1) e 900,00 € (linha 2). Assim espera-se um ganho de cerca 23000,00 € devido à inexistência de paragens.

6.1.4 Melhor monitorização com novos indicadores no quadro de equipa

Com a implementação das duas novas folhas de registos foi possível fazer um rastreamento mais eficaz de onde os operadores se encontram e qual a tarefa que estão a desempenhar, uma vez que estes dois registos são preenchidos na reunião matinal. Com o quadro de medidas de contenção foi possível uma melhor organização das medidas pontuais.

6.2 Resultados esperados das propostas não implementadas

Nesta secção são apresentados os resultados que se esperaria obter com a implementação de algumas das propostas de melhoria apresentadas durante o projeto de dissertação. Na *Tabela 21* estão representadas as propostas de melhoria não implementadas.

Tabela 21. Tabela resumo das propostas não implementadas

Melhoria Sugerida	Investimento	Resultados esperados qualitativos
Criação Rotina Limpeza do Crivo	0,00 €	- Aproveitamento de estilha conforme para o processo;
Paredes Ajustáveis na Pré-Prensa	50000,00 €	-Limpeza da área; -Eliminação de desperdício de material;
Layout Sala Controlo 2	1000,00 €	-Movimentação do operador facilitado; -Organização da área; -Condições de trabalho otimizadas;
Reorganização do armazém de semiacabado	0,00 €	-Organização da área; - Rápida picagem do material
Rotatividade do operador de 1ªEscolha	0,00 €	-Menos desgaste; -Maior fiabilidade nas placas escolhidas;
Realização de <i>sander-test off-line</i>	10000,00 €	-Maior acompanhamento de todo o processo por parte do operador;
Matriz de formação	0,00 €	-Maior disponibilidade de recursos; -Maior entreaajuda;

6.2.1 Melhor aproveitamento de estilha

A criação de rotina de limpeza do crivo (Anexo VI) fará com que os operadores de exterior realizem a limpeza do crivo um vez por semana ou então em paragens superiores a 30 minutos, com teto máximo de 60 minutos. Assim estima-se um aproveitamento de cerca 5% em estilha conforme no processo de crivagem devido à implementação da rotina de limpeza do crivo.

6.2.2 Maior disponibilidade das linhas de acabamento

Atualmente para atestar a conformidade do produto realizam-se *sander-tests* nas linhas de acabamento. Este controlo provocava paragens significativas no acabamento, tal como referido na secção 4.3.6.2. Com recurso a uma lixadeira de duas cabeças no laboratório estas paragens

deixariam de existir, como se pode observar na *Tabela 22*. Assim aumentava-se a disponibilidade das linhas de acabamento.

Tabela 22. Resultados esperados em 2017 com a implementação da proposta

Antes	Depois
Paragens Acabamento para <i>sander-test</i> 2016 (horas)	Paragem Acabamento para <i>sander-test</i> (horas)
73,77	0

A nível de ganhos monetários poupa-se cerca de 23000,00 € na linha 1 e 30000,00 € euros na linha 2, podendo-se observar o total ganho na *Tabela 23*.

Tabela 23. Resultados esperados a nível monetário com a introdução de *sander-test off-line*

Antes	Depois
Custo Paragem Linhas de Acabamento (€)	Custo Paragem Linhas de Acabamento (€)
54714,00	0,00

O custo estimado desta lixadeira é de 10000,00 €.

7. CONCLUSÃO

Neste último capítulo são evidenciadas apreciações finais deste projeto de dissertação. Ainda nesta secção apresentam-se alguns pontos que devem ser desenvolvidos para trabalho futuro tendo como objetivo melhorar o processo produtivo.

7.1 Conclusões

O principal objetivo desta dissertação centrou-se no melhor aproveitamento da matéria-prima (estilha de madeira) que se perdia ao longo do processo produtivo da empresa Sonae Arauco. Na fase em que o projeto se iniciou as perdas da matéria-prima na linha de prensagem 2 eram consideráveis. Assim, surgiu a necessidade de tomar medidas para reduzir estas perdas.

A fim de perceber onde estavam as prováveis causas para as perdas e identificar outros possíveis problemas foi essencial conhecer pormenorizadamente o sistema produtivo, nomeadamente as restrições técnicas. Para além disso, foi importante perceber o fluxo de material, informação e de pessoas.

Neste sentido iniciou-se o projeto com um mapeamento do produto mais produzido na unidade fabril. Depois centrou-se a análise na área de prensagem, visto ser a área onde se centrava o projeto. Analisaram-se os dados relativos a paragens, quantidades de resíduos perdidos nas mudanças de produção e instabilidade no processo de acabamento. Através desta análise, foi possível a identificação de vários problemas que constituíram oportunidades de melhoria.

Identificou-se um elevado *downtime* nas mudanças de produção da linha 2, decorrente da inexistência de uma matriz de todas as possíveis mudanças de produção e de qual o procedimento a seguir em cada uma delas. Consequentemente identificou-se uma elevada taxa de rejeição de fibra no “nariz”. Para além deste problema também o processo de acabamento das placas apresentava uma alta instabilidade decorrente de inúmeras paragens, desbalanceamento das linhas de acabamento e elevados *stocks* de placas.

Assim, sugeriram-se algumas propostas de melhoria que incluíram a aplicação de ferramentas e/ou conceitos *Lean*. As propostas sugeridas passaram maioritariamente por normalizar as mudanças de produção e, consequentemente, a rejeição de fibra, tempo de mudança de produção e consumo de químicos. No Acabamento passaram, maioritariamente, por balancear a carga dos acabamentos, diminuição o *downtime* através da realização de controlos fora de linha, criação de mecanismos *Andon* e redução de *stocks* de placas com uma nova estrutura de turnos.

Os ganhos obtidos centraram-se sobretudo na normalização das mudanças de produção, já que cerca de 11% das mesmas podem ser realizadas sem rejeição de fibra, o que se traduz numa redução de *downtime* em 0,23 %. A nível de rejeição de fibra poupa-se cerca 22700,00 € e 13 400,00€ em químicos. Assim não só existe uma poupança monetária significativa como é tida em conta a política *Lean*, pois existe uma poupança a nível de matéria-prima essencial em todo o processo produtivo, madeira e químicos. Também ao nível do balanceamento das linhas de acabamento estima-se uma poupança de cerca de 23127,00 € com a colocação de produtos no acabamento 2. Com a possível aquisição de uma lixadeira seria possível um ganho de 53000,00 € por ano, devido à não ocorrência de paragens para a realização do controlo.

Durante o período de análise, bem como na implementação de algumas propostas foram encontradas algumas dificuldades, em muito, devido à resistência inicial à mudança por parte dos colaboradores. Contudo ao longo do tempo os colaboradores foram acolhendo melhor as propostas e passaram a ser eles a sugerir propostas, tendo-se tornado mais abertos para a mudança.

Em suma, com a implementação das melhorias, os objetivos traçados no início deste projeto de dissertação foram alcançados com sucesso. Porém um processo de melhoria nunca tem fim e pretende-se sempre evoluir.

7.2 Trabalho Futuro

No decorrer do projeto de dissertação várias ações foram realizadas de modo a resolver, ou pelo menos minimizar os problemas identificados. Assim torna-se importante garantir o acompanhamento das propostas implementadas, o que exigirá suporte das chefias para que os operadores continuem a cumprir os conceitos introduzidos.

Será importante a implementação de algumas soluções propostas como a gestão visual ao nível do abastecimento por parte do empilhadorista, pois permitirá uma gestão muito mais eficaz da área.

Sugere-se também um controlo mais eficaz ao nível das variáveis do processo tomando agora partido do BIG DATA, pois agora é possível aceder a toda a informação retida nos PLC's (*Programmable logic controller*) e analisa-la.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alves, A., Moreira, F., Abreu, F., & Colombo, C. (2016). *Sustainability, Lean and Eco-Efficiency Symbioses. Multiple Helix Ecosystems for Sustainable Competitiveness - Innovation, Technology, and Knowledge management*. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-29677-7>
- BCSD. (2017). BCSD Portugal – Conselho Empresarial para o Desenvolvimento Sustentável. Retrieved from <http://www.bcsdportugal.org/areas-de-atividade/economia-circular>
- Bell, S. (2005). *Lean Enterprise Systems: Using IT for Continuous Improvement*. *Lean Enterprise Systems: Using IT for Continuous Improvement*. <https://doi.org/10.1002/0471756466>
- Bicheno, J., & Holweg, M. (2009). *The Lean Toolbox, The essential guide to lean transformation*. *Production and inventory control, systems and industrial engineering books*.
- Bowen, S. S. and H. K. (1999). Decoding the DNA of the Toyota Production System. *Harvard Business Review*, 77(5), 96–106. <https://doi.org/http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=buh&AN=2216294&site=ehost-live>
- Brunt, D., & Butterworth, C. (2001). *Waste elimination - a supply chain perspective manufacturing operations and supply chain management*. Thomson Learning.
- Carvalho, D. (2008). Human limitations on waste detection: an experiment. *Business Sustainability*.
- Comissão Europeia. (2014). A ECONOMIA CIRCULAR Interligação, criação e conservação de valor. Retrieved from <http://www.igfse.pt/upload/docs/2016/PublicacaoEconomiaCircular.pdf>
- Dennis, P. (2007). *Lean Production Simplified* (2nd ed.). Productivity Press.
- EPA. (2007). The Lean and Environment Toolkit. *Prevention*, 96. Retrieved from <http://www.epa.gov/lean>
- Feld, W. M. (2001). *Lean Manufacturing: tools, techniques, and how to use them*. St. Lucie Press.
- Hirano, H. (1995). *5 Pillars of the Visual Workplace: The Sourcebook for 5S Implementation*. Oregon: Productivity Press.
- Holweg, M. (2007). The genealogy of lean production. *Journal of Operations Management*, 25(2), 420–437. <https://doi.org/10.1016/j.jom.2006.04.001>
- Kerr, J. (2006). What does “lean” really mean? *Logistics Management (2002)*, 45(5), 29–32,34. Retrieved from http://search.proquest.com/docview/197213532?accountid=40346%5Cnhttp://hq8yw8za7q.search.serialssolutions.com/?ctx_ver=Z39.88-2004&ctx_enc=info:ofi/enc:UTF-8&rft_id=info:sid/ProQ%3Aabiglobal&rft_val_fmt=info:ofi/fmt:kev:mtx:journal&rft.genre=unknown&rft.j
- Liker, J. K. (2004). *The Toyota Way: 14 Management Principles From The World's Greatest Manufacturer*. *Journal of Chemical Information and Modeling* (Vol. 53). <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Liker, J. K., & Morgan, J. M. (2006). The Toyota Way in Services: The Case of Lean Product Development. *Academy of Management Perspectives*, 20(2), 5–20. <https://doi.org/10.5465/AMP.2006.20591002>
- Melton, T. (2005). The Benefits of Lean Manufacturing: What Lean Thinking has to Offer the Process Industries. *Chemical Engineering Research and Design*. <https://doi.org/10.1205/cherd.04351>
- Monden, Y. (1983). *Toyota Production System: Practical approach to production management* (1st ed.). Industrial Engineering and Management Press.
- Moreira, A. C., & Pais, G. C. S. (2011). Single minute exchange of die. A case study implementation. *Journal of Technology Management and Innovation*, 6(1), 129–146. <https://doi.org/10.4067/S0718-27242011000100011>
- Moreira, F., Alves, A. C., & Sousa, R. M. (2010). Towards eco-efficient lean production systems. *9th IFIP WG 5.5 International Conference on Balanced Automation Systems for Future Manufacturing Networks, BASYS 2010, 322 AICT*, 100–108. https://doi.org/10.1007/978-3-642-14341-0_12
- Muther, R. (1978). *Planeamento do layout, sistema SLP*.
- O'Brien, R. (2001). Um exame da abordagem metodológica da pesquisa ação [An Overview of the Methodological Approach of Action Research]. In *Teoria e Prática da Pesquisa Ação [Theory and Practice of Action Research]*. (pp. 443–466). Retrieved from <http://www.web.ca/~robrien/papers/arfinal.html>
- Ohno, T. (1988). Toyota Production System: Beyond Large-Scale Production. *Productivity Press*, 152. <https://doi.org/10.1108/eb054703>
- Ortiz, C. (2006). All-out kaizen. *Industrial Engineer*.
- Osborn, A. F. (1979). *Applied Imagination: Principles and Procedures of Creative Thinking*. Charles Scribner's Sons.
- Pinto, J. P. (2008). Lean Thinking - Introdução ao pensamento magro. *Comunidade Lean Thinking*, 159–163. <https://doi.org/10.1002/9780470759660.ch27>
- Pinto, J. P. (2014). *Pensamento Lean: A filosofia das organizações vencedoras*. LIDEL- Edições técnicas, Lda.
- Rother, M. (2009). Toyota Kata - Managing People for Improvement. *Adaptiveness and Superior Results*.
- Rother, M., & Shook, J. (2003). Learning to See: Value Stream Mapping to Add Value and Eliminate MUDA

- [Spiral-bound]. *Lean Enterprise Institute*. <https://doi.org/10.1109/6.490058>
- Russell, R. S., & Taylor, B. W. (1997). *Operations Management: Focusing on Quality and Competitiveness*. Prentice Hall.
- Shingo, S. (1986). *Zero Quality Control: Source Inspection and Poka-Yoke System*. Productivity Press.
- Shingo, S. (1989). *A Study of the Toyota production system*.
- Shingo, S., & Dillon, A. P. (1985). *A revolution in manufacturing: the SMED system*. Productivity Press.
- Sonae. (2016). *IOT*.
- Ungan, M. C. (2006). Standardization through process documentation. *Business Process Management Journal*, 12, 135–148. <https://doi.org/10.1108/14637150610657495>
- Warnecke, H. ., & Huser, M. (1995). Lean production. *International Journal of Production Economics*, 41(1–3).
- WBCSD. (2006). Eco-efficiency Learning Module, 231.
- Womack, J. P., & Jones, D. T. (1996). Lean Thinking by Womack and Jones. *Review Literature And Arts Of The Americas*, (November), 5.
- Womack, J., Jones, D., & Roos, D. (1990). *The Machine that Changed the World*. (Free Press, Ed.).

ANEXOS

ANEXO I – LAYOUT FABRIL

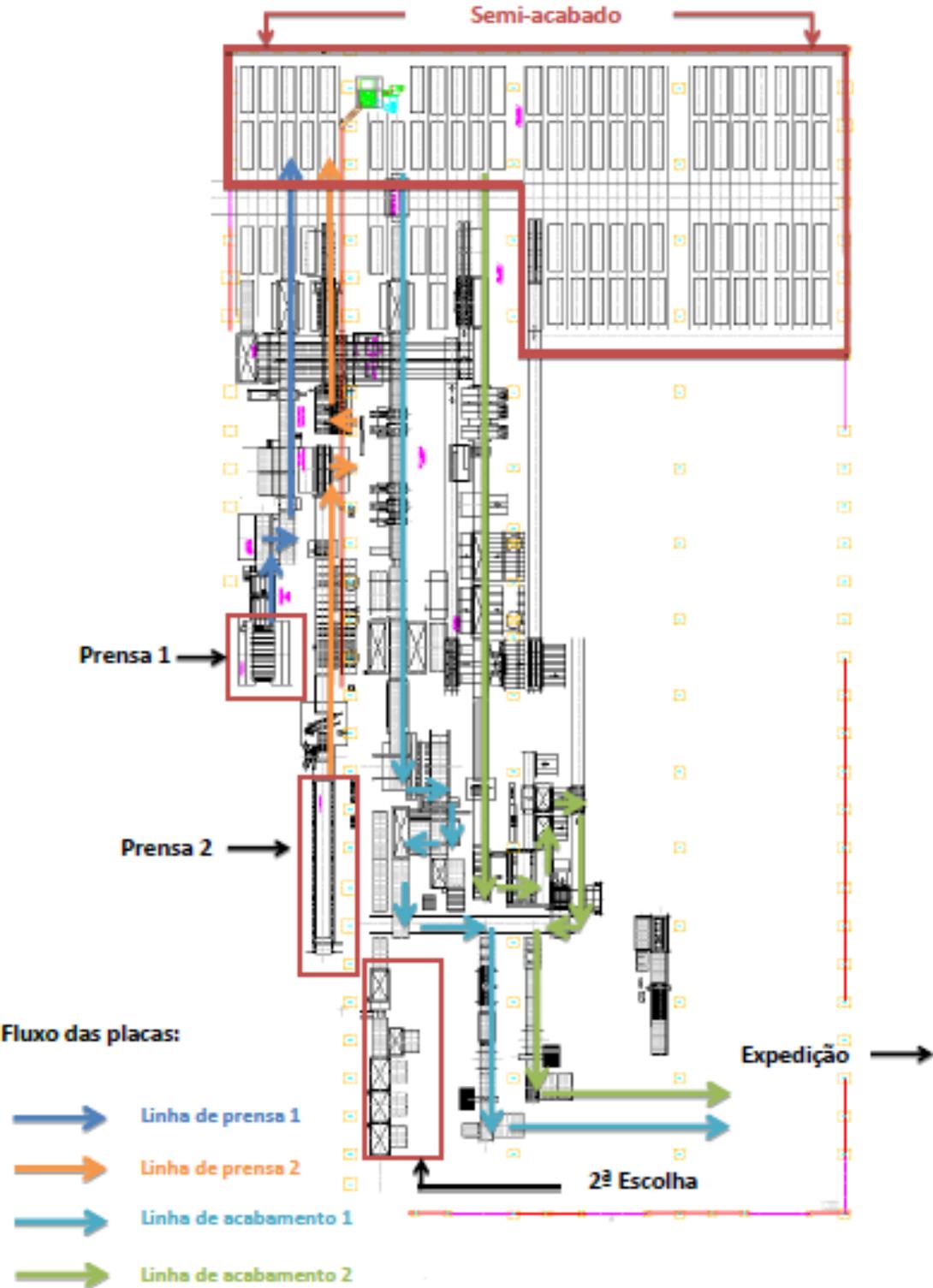


Figure 1. Layout da unidade fabril

MUDANÇAS DE PRODUÇÃO																				
Grupo Atual	Grupo Destino					2		150		Com nariz aberto	Sem nariz aberto	Com vazamento Prensa	Sem vazamento Prensa	Mudança de angulo	Ângulo da Prensa			Com Arrefecedores	Sem Arrefecedores	
	[2,5 - 6[mm	[6 - 10[mm	[10 - 18[mm	[18 - 25.3[mm	[25.3 - 36[mm	Espessura inferior a 2 mm	Espessura superior a 2 mm	Mesma espessura	Largura inferior 150 mm						Largura superior 150 mm	Ângulo grande	Ângulo médio			Ângulo pequeno
[25,3 - 36[mm				X		X			X			X		X		X			X	
[25,3 - 36[mm				X		X				X		X		X		X			X	
[25,3 - 36[mm				X			X		X			X		X		X			X	
[25,3 - 36[mm				X			X					X		X		X			X	
[25,3 - 36[mm				X																
[25,3 - 36[mm					X	X			X							X			X	
[25,3 - 36[mm					X	X				X						X			X	
[25,3 - 36[mm					X		X		X			X		X		X			X	
[25,3 - 36[mm					X				X			X		X		X			X	
[25,3 - 36[mm					X			X	X				X		X				X	
[25,3 - 36[mm					X		X		X		X		X		X				X	

Figure 5. Matriz Mudanças de Produção 4

ANEXO III – PROJETO ACABAMENTO – A3

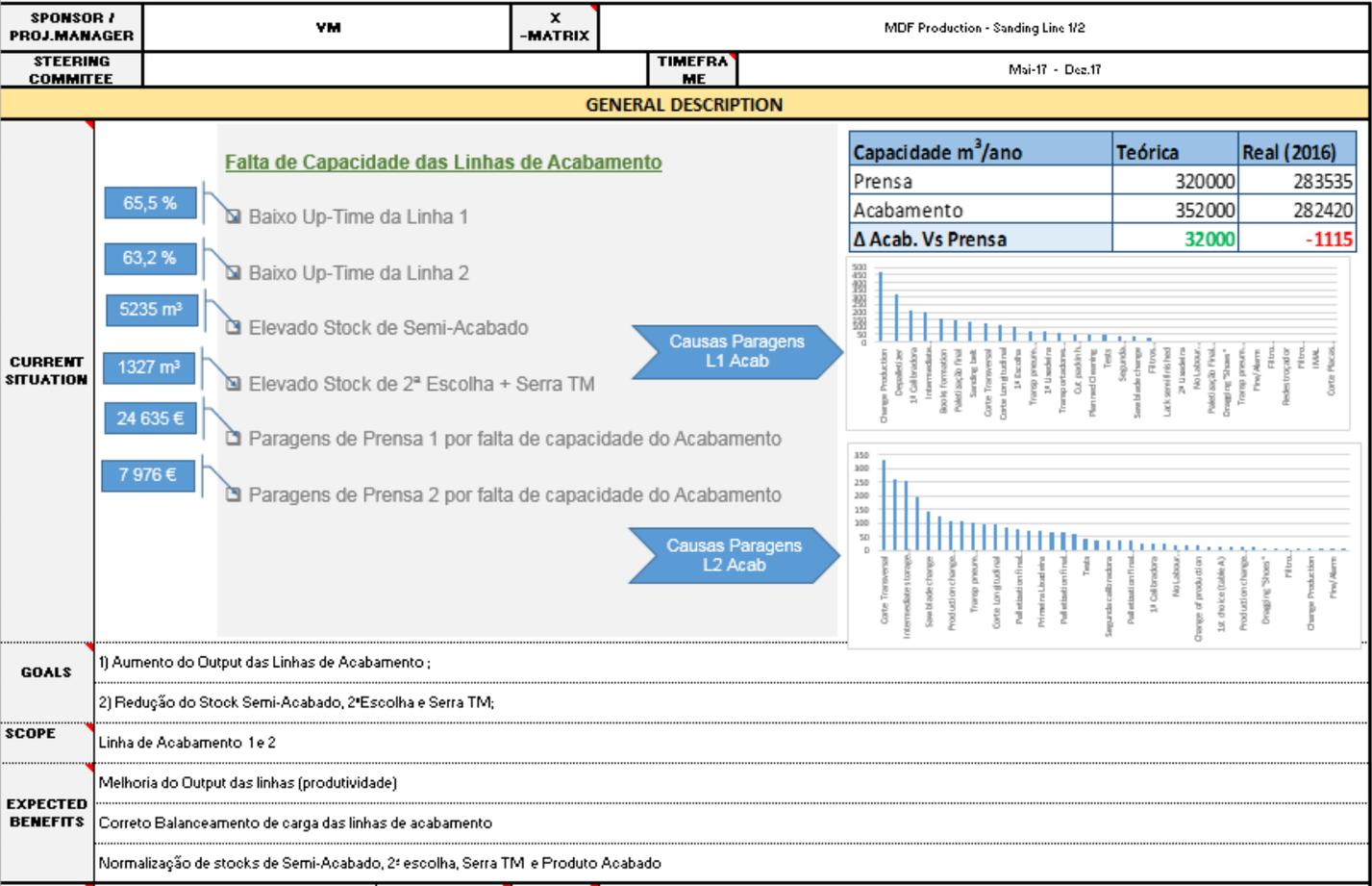


Figure 6. A3 do Acabamento

DELIVERABLES				
PROJECT CURRENT SITUATION	Deliverable	Outcome of the deliver	OUTCOME OF THE PROJECT	
<p>Up-time das Linhas: - Acabamento 1: 65,5% - Acabamento 2: 63,2%</p> <p>Paragens das Pressas por falta de capacidade de Acabamento: - Linha 1: 37,9 horas - Linha 2: 8,7 horas</p> <p>Stocks: - Semi-acabado: 5235 m3 - 2ª escolha + Serra TM: 1327 m3</p>	<p>Seguimento dos principais motivos de paragem: - Processo - Manutenção</p>	<p>Redução dos principais motivos de paragem</p>	<p>Aumento da Produção do Acabamento em 1000 m3 /mês</p> <p>Up-time das Linhas: - Acabamento 1: 70% - Acabamento 2: 70%</p> <p>Paragens das Pressas por falta de capacidade de Acabamento: - Linha 1: 0 horas - Linha 2: 0 horas</p> <p>Stocks (objectivo 2017): - Semi-acabado: 1800 m3 - 2ª escolha + Serra TM: 200 m3</p>	
	<p>Revisar procedimentos de mudanças de produção, qualidade do corte e ineficiências de sistemas auxiliares</p>	<p>SMED para normalização da Mudança de Produto</p>		
	<p>Mapeamento do processo</p>	<p>Identificação de MUDA e Melhorias</p>		
	<p>Plano de implementação</p>	<p>Redução e/ou eliminação de MUDA e implementação de Melhorias</p>		
	<p>Criação de OBEYA ROOM</p>	<p>Sala de seguimento de projecto :IOW/ eventos planeamento, KPI's, Riscos , gestão de tarefas, visual management</p>		
	<p>Reunião semanal</p>	<p>Seguimento do Projecto</p>		

Figure 7. A3 do Acabamento

ANEXO IV – MATRIZ DE POLIVALÊNCIA

LEGENDA								Sonae Arauco	
1	MATRIZ DE POLIVALÊNCIA								
2	ANÁLISE E QUALIFICAÇÃO DE COMPETÊNCIAS								
3	SIPCDM - Mangualde								
4									
5									
								CHEFIA: António Maravalhas	
								Produção MDF Linha 1 e Linha 2	
Nº	Painel 1	Exterior 1	Painel 2	Exterior 2	Laboratório/Qualidade	Escolha Folheados	Serra TM	Nº PT	%
18001643								0	0%
18000529								2	29%
18000434								3	43%
18000545								3	43%
18001806								0	0%
18000909								2	29%
18000406								2	29%
18000261								2	29%
18000502								3	43%
18001874								0	0%
18000562								2	29%
18000407								2	29%
18000751								3	43%
18000558								2	29%
18000614								2	29%
18000583								2	29%
18000896								1	14%
18000504								3	43%
18001952								0	0%
18000650								2	29%
18000737								2	29%
18000615								3	43%
18000678								2	29%
18001886								0	0%
18001868								0	0%
18000874								1	14%
18001237								2	29%
18001231								2	29%

Figure 8. Matriz Polivalência Linhas de Prensagem

LEGENDA		MATRIZ DE POLIVALÊNCIA										Sonae Arauco	
1		ANÁLISE E QUALIFICAÇÃO DE COMPETÊNCIAS											
2		SIPCDM - Mangualde										CHEFIA: Vitor Miúdas	
3												Secção: Acabamento	
4													
5													
Nº	Parte Trabalho (em print)	1ªcavalha1	1ªcavalha2	carta 1	carta 2	embalagem AC	2ªcavalha	SerraTM	Lukki	Empilhador	NºPT	%	
18000341	Palivalento										9	100%	
18000357	1ªcavalha Linha 2										8	89%	
18000382	Palivalento										8	89%	
18000402	Palivalento										9	100%	
18000459	Palivalento										9	100%	
18000464	1ªcavalha Linha 2										8	89%	
18000492	1ªcavalha Linha 2										9	100%	
18000543	1ªcavalha Linha 1										7	78%	
18000549	1ªcavalha Linha 1										8	89%	
18000561	Embalagem										5	56%	
18000634	Carta 1										6	67%	
18000694	Empilhador										3	33%	
18000700	1ªcavalha Linha 1										9	100%	
18000705	1ªcavalha Linha 1										6	67%	
18000712	Carta 2										3	33%	
18000744	1ªcavalha Linha 2										9	100%	
18000825	Carta 2										6	67%	
18000893	Empilhador										4	44%	
18000987	Empilhador										3	33%	
18001096	Carta 2										5	56%	
18001109	Serra TM										0	0%	
18001112	Carta 1										6	67%	
18001113	Carta 1										5	56%	
18001115	Embalagem										7	78%	
18001121	Embalagem										6	67%	
18001132	Empilhador										5	56%	
18001463	Carta 1										5	56%	
18001653	Serra TM										4	44%	
18001719	Carta 1										2	22%	
18001762	Embalagem										1	11%	
18001763	Embalagem										1	11%	
18001776	Embalagem										1	11%	
18001848	Embalagem										0	0%	
18001849	Embalagem										0	0%	

Mod. RH-F- versão 02 - 2011
SONAE INDUSTRIA- DRH

Figure 9. Matriz Polivalência Acabamento

ANEXO V – NORMA ROTINA LIMPEZA DO CRIVO

SONAE ARAUCO	Norma de Execução – Crivagem			Norma_crivo
Rotina de Limpeza do Crivo				
PROCEDIMENTOS DE SEGURANÇA: 				
O quê?	Rotina de Limpeza do Crivo			
Quem?	Operador de exterior			
Onde?	Crivo			
Quando?	1x por semana ou em paragens superiores a 30 minutos (até máximo 60 min)			
Quanto?				
Como?	1	Parar o Crivo a partir da sala de controlo;		
	2	Consignar o equipamento;		
	3	O operador coloca-se em cima do crivo e retira os grossos e outros contaminantes dos orifícios da malha;		
	4	Saída do crivo;		
	5	Desconsignação do equipamento;		
	6	Equipamento pronto para entrar em funcionamento;		

Revisão	Data	Elaborado	Aprovado	Página
0	02/05/2017	Sofia Barbosa		1 de 1

Figure 10. Norma para a Limpeza do Crivo

ANEXO VI – NORMA MUDANÇA DE PRODUÇÃO

Construiu-se uma matriz para auxiliar as mudanças de produção. Assim tiveram-se em conta 4 variáveis: abertura do nariz, vazamento da prensa, mudança de ângulo e vazamento dos arrefecedores. Para além destas variáveis criou-se uma norma que para larguras menores ou iguais a 150 mm e espessuras menores ou iguais a 2 mm as mudanças poderiam ser realizadas com o equipamento “nariz” fechado. Neste sentido a matriz pretende demonstrar a interação entre as variáveis e a norma criada. Verifica-se no primeiro caso, exposto na matriz, que tendo em conta que nenhuma das variáveis é positiva e a norma é cumprida que a mudança de produção ocorre com o nariz fechado. Este primeiro tipo ocorre certa de 11 % das vezes. Para os restantes 4 tipos de mudanças de produção existe variáveis que se tornam positivas, o que imediatamente leva à abertura do “nariz” e à consequente rejeição de fibra e aos químicos. Na Tabela 1, abaixo, é possível observar um resumo de quais os custos de fibra existentes e dos químicos e quais serão os ganhos de realizar a mudança de produção com o “nariz” fechado.

Tabela 1. Custos e ganhos nas Mudanças de Produção

custo 1 tonelada fibra	98,5 tonelada	rejeição fibra 2016 (toneladas)	3000
		custo rejeição de fibra 2016 (euros)	28000
		Total MP 2016 (ocorrências)	1485
		rejeição fibra/mudança produção (toneladas)	2100
		toneladas rejeitadas/mudança produção (toneladas)	1,41
		rejeição fibra 2016 /mudança produção (toneladas)	2100
		custo rejeição de fibra por MP (euros)	206850
		Ganhos na rejeição de fibra	231
		Químicos - Produto DB_6	
custo resina	0,354 euros/kilo	Custo total resina (euros)	46,374
custo parafina	0,354 euros/kilo	Custo total parafina (euros)	1,77
custo outros químicos	0,304 euros/kilo	Custo total outros químicos (euros)	9,728
		Total custos (euros)	57,872
Fx Resina	13,10%	Total de custos com químicos (euros)	121531,2
Fx Parafina	0,50%	Ganhos com a não rejeição de fibra (euros)	13368,43
Fx Ureia	0,40%		
Fx Catalisador	0,28%		

Na Figura 11 observa-se a norma para a realização das mudanças de produção. Esta norma encontra-se disponível na sala de controlo. É ainda de mencionar que os operadores de painel foram formados à norma.

SONAE ARAUCO	Norma de Execução – Prensagem	Template Norma_MP
	Mudança de Produção Linha 2	

PROCEDIMENTOS DE SEGURANÇA	Não aplicável
-----------------------------------	----------------------

O quê?	Mudança de Produção Linha 2
Quem?	Operadores de Painel
Onde?	Linha de Prensagem 2
Quando?	Aquando da Mudança de Produção
Quanto?	

Como?	1	Para mudanças de produção sem mudança de ângulo e Δ espessura ≤ 2 mm e Δ largura ≤ 150 mm;	Abertura de Nartz	Vazamento de Prensa	Mudança de Angulo	Vazamento dos Arrefecedores
			0	0	0	0
	2	Para mudanças de produção sem mudança de ângulo e Δ espessura=0 e Δ largura > 150 mm;	Abertura de Nartz	Vazamento de Prensa	Mudança de Angulo	Vazamento dos Arrefecedores
			1	0	0	0
	3	Para mudanças de produção com mudança de ângulo e produção com arrefecedores;	Abertura de Nartz	Vazamento de Prensa	Mudança de Angulo	Vazamento dos Arrefecedores
			1	1	1	1
	4	Para mudanças de produção com mudança de ângulo e produção sem arrefecedores;	Abertura de Nartz	Vazamento de Prensa	Mudança de Angulo	Vazamento dos Arrefecedores
			1	1	1	0
	5	Para mudanças de produção sem mudança ângulo e Δ espessura $\neq 0$ e Δ espessura ≤ 2 mm e Δ largura > 150 mm ou Sem mudança ângulo e Δ espessura > 2mm	Abertura de Nartz	Vazamento de Prensa	Mudança de Angulo	Vazamento dos Arrefecedores
			1	1	0	0

Revisão	Data	Elaborado	Aprovado	Página
0	16/05/2017	Sofia Barbosa		1 de 1

Figure 11. Norma de Mudança de Produção

ANEXO VII – MATRIZ DE FORMAÇÃO

	MATRIZ FORMAÇÃO – 2ªEscolha		MG-IM-LGR-IOW- ACA1-004-PT
Sector: Acabamento	Document no.:	Model no.:	
Prepared by: Sofia Barbosa Approved by:	Date: 2017/05 Date:	Number of Pages: 1/1	Revision: 0

Tarefas	Operadores	
	Formador	Formando
Escolha de placas	António Santos	Marco Costa
Controlo de painel de 2ªEscolha	António Cabral	José Marques
Registo de lotes processados	Pedro Marques	Joel Peixoto
	Rui Quental	António Francisco
		Silvio Teixeira
		José Almeida

PLANO DE FORMAÇÃO				
O que fazer?	Porquê?	Como?	Onde?	Quando?
Dar formação sobre a escolha de placas	Necessidade de mais operadores para esta operação	Formação no terreno	Espaço fabril	Epoca baixa – data a definir
Controlar o painel de 2ªEscolha	Necessidade de mais operadores para esta operação	Formação no terreno	Espaço fabril	Epoca baixa – data a definir
Registo de lotes processados	Necessidade de mais operadores para esta operação	Formação no terreno	Espaço fabril	Epoca baixa – data a definir

Revisão	Data	Elaborado	Aprovado	Página
0	05/2017	Sofia Barbosa		1 de 3

MG-IM-LGR-IOW-015-PT

Figure 12. Matriz Formação - 2ªEscolha

	MATRIZ FORMAÇÃO – 1ª Escolha – Linha 1		MG-IM-LGR-IOW- ACA1-004-PT
Sector: Acabamento		Document no.:	Model no.:
Prepared by: Sofia Barbosa Approved by:	Date: 2017/05 Date:	Number of Pages: 1/1	Revision: 0

Tarefas	Operadores	
	Formador	Formando
Escolha visual de placas quanto à qualidade das mesmas	António Santos	Mário Costa
Controlo de painel de 1ª Escolha	Armando Polonio	José Almeida
Registo de lotes processados	Vitor Almeida	António Francisco
	Numo Almeida	Pedro Marques
		Joel Peixoto

PLANO DE FORMAÇÃO				
O que fazer?	Porquê?	Como?	Onde?	Quando?
Formar para classificação quanto à qualidade	Necessidade de mais operadores para esta operação	Formação no terreno	Espaço fabril	Época baixa – data a definir
Controlar o painel da 1ª Escolha	Necessidade de mais operadores para esta operação	Formação no terreno	Espaço fabril	Época baixa – data a definir
Registo de lotes processados	Necessidade de mais operadores para esta operação	Formação no terreno	Espaço fabril	Época baixa – data a definir

Revisão	Data	Elaborado	Aprovado	Página
0	05/2017	Sofia Barbosa		2 de 3

MG-IM-LGR-IOW-015-PT

Figure 13. Matriz Formação - 1ª Escolha Linha 1

	MATRIZ FORMAÇÃO – 1ªEscolha – Linha 2		MG-IM-LGR-IOW- ACA1-004-PT
Sector: Acabamento		Document no.:	Model no.:
Prepared by: Sofia Barbosa Approved by:	Date: 2017/05 Date:	Number of Pages: 1/1	Revision: 0

Tarefas	Operadores	
	Formador	Formando
Escolha visual de placas quanto à qualidade das mesmas	António Santos	Luis Costa
Controlo de painel de 1ªEscolha	Armando Polonio	José Marques
Registo de lotes processados	Vitor Almeida	Silvio Teixeira
	Numo Almeida	

PLANO DE FORMAÇÃO				
O que fazer?	Porquê?	Como?	Onde?	Quando?
Formar para classificação quanto à qualidade	Necessidade de mais operadores para esta operação	Formação no terreno	Espaço fabril	Época baixa – data a definir
Controlar o painel da 1ªEscolha	Necessidade de mais operadores para esta operação	Formação no terreno	Espaço fabril	Época baixa – data a definir
Registo de lotes processados	Necessidade de mais operadores para esta operação	Formação no terreno	Espaço fabril	Época baixa – data a definir

Revisão	Data	Elaborado	Aprovado	Página
0	05/2017	Sofia Barbosa		3 de 3

MG-IM-LGR-IOW-015-PT

Figure 14. Matriz Formação - 1ªEscolha – Linha 2