Desenvolvimento de um Programa de Melhoria da Eficiência Produtiva numa Unidade de Perfis de Madeira

Rúben Emanuel Barbosa dos Santos

Dissertação de Mestrado

Orientador na FEUP: Prof. Eduardo Gil da Costa

U.PORTO
FEUP FACULDADE DE ENGENHARIA
UNIVERSIDADE DO PORTO

Mestrado Integrado em Engenharia Mecânica

2016-01-28

“If you can't explain it to a six year old, you don't understand it yourself.”

- Albert Einstein

Resumo

Esta dissertação insere-se numa temática de implementação de melhorias *Lean* na produção da empresa Bi-silque – Produtos de Comunicação Visual S.A., estando o presente projeto focado na melhoria do controlo de produtos em curso de fabrico e stocks internos do processo produtivo na unidade de produção dos perfis de madeira da empresa.

O projeto foi iniciado com a análise da situação actual encontrada na secção de perfis, englobando um levantamento de informação relativamente à organização, meios técnicos e humanos disponíveis e capacidades associadas, métodos de trabalho, processamento de ordens de produção, matérias-primas e especificações dos produtos produzidos. Numa fase posterior dos trabalhos foram analisadas as capacidades encontradas e identificados os principais problemas que, no caso presente, se evidenciavam ao nível do controlo defeituoso do WIP (*work in progress*).

Para solucionar o problema foi estabelecida como prioridade a criação de um sistema de *Kanban*, eficiente e adequado às particularidades da produção em questão, tendo sido também criado um sistema simples e objetivo de relatórios diários de produção. Para complementar a implementação do sistema *Kanban* foram sugeridas melhorias ao nível da reestruturação da zona de armazenamento final dos perfis produzidos e foram calculados e estabelecidos objetivos produtivos adequados aos diferentes postos da secção, com vista a uniformizar e diminuir as suas variações de produtividade. No âmbito do projeto foram ainda criadas ferramentas para controlar e monitorizar de forma mais eficiente o processo produtivo, criando oportunidades para a implementação futura de iniciativas complementares, sempre com uma perspectiva de melhoria contínua

Development of an Improvement Program for the Production Efficiency in a Wood Profiles Unit

Abstract

This dissertation is part of a Lean improvements implementation at the production of the company Bi-silque – Produtos de Comunicação Visual S.A., in this particular case the project is going to focus on the improvement of the work flow and internal stocks in the production process of the wood profiles production unit of the company.

The project began in the current situation analysis found in the profile section, covering an information gathering concerning the organization, technical and human means available and their respective capabilities, work methods, work orders processing, raw materials and product specifications. On a following stage of the project, the available capabilities were analyzed and the major problems were identified as being in the defective control of the WIP.

In order to solve these problems, the priority became the creation of an efficient Kanban system, adjusted to the particularities of the production at hands, and was also created a simple and objective system of daily production reports. Complementary to the Kanban system implementation, improvements were also suggested in the reorganization of the final storage area of produced profiles. Furthermore production objectives were calculated and set to each production stage, aiming at standardize and reduce the productive variations. Also in the scope of this project were created the tools to control and evaluate the production process more efficiently, laying the foundations to the future implementation of complementary initiatives, always regarding a continuous improvement perspective.

Agradecimentos

A realização da presente dissertação não teria sido possível sem o oportunidade proporcionada pela empresa Bi-silque, pelo que o primeiro agradecimento terá que ser à direção de produção, em concreto ao Eng.º Abel Maia, diretor de produção e orientador na empresa deste projeto.

Um agradecimento importante também à Eng.ª Lúcia Fernandes, vice-diretora de produção e engenheira responsável pelo setor da empresa em que se incluia a secção produtiva analisada.

Uma palavra de reconhecimento a todos os colaboradores da secção de perfis, em particular ao Sr. João Gomes, encarregado da secção, pela grande quantidade de informação importante partilhada, pelas conversas e pela constante disponibilidade.

Pelo apoio, aconselhamento, acompanhamento e disponibilidade, é importante agradecer também ao orientador FEUP desta dissertação, o professor Eduardo José Rego Gil Costa.

Aos meus colegas de dissertação Ana Castro, Inês Miroto e Ovídio Linhas, pelos bons momentos, conselhos e comentários pertinentes.

Para o fim fica o agradecimento especial, às pessoas que nunca desistiram e sempre deram o seu apoio de forma incondicional, os meus pais, que sempre acreditaram que este sonho seria possível. E o sonho não era apenas nosso, é em particular da minha sonhadora favorita Diana Vilhena, cujos conselhos, dicas pertinentes e apoio constante foram valiosíssmos para esta dissertação.

Índice de Conteúdos

1 Introdução 1
1.1 Apresentação Bi-silque – Produtos de Comunicação Visual S.A. 1
1.2 Breve descrição do projeto 3
1.3 Objetivos do projeto 3
1.4 Método seguido no projeto 4
1.5 Estrutura da dissertação 4
2 Enquadramento Teórico 6
2.1 Princípios do *Lean Thinking* 6
2.1.1 Sistema de Produção Toyota 8
2.1.2 Sistemas *Pull* 9
2.1.3 Implementação do Lean 10
2.2 Desperdício 11
2.2.1 3M 12
2.2.2 Tipos de desperdícios: Dos 7W a abordagens mais recentes 12
2.3 Layouts 13
2.4 Ferramentas Lean 14
2.4.1 Kanban 14
2.4.2 Gestão Visual 17
2.4.3 Outras Ferramentas *Lean* relevantes para o presente projeto 18
2.5 Métricas Lean (KPI – Indicadores Chave de Desempenho) 21
2.5.1 Tempo de Ciclo, *Takt Time* e Balanceamento de Processos 21
2.5.2 O.E.E. (Overall Equipment Efficiency) 22
3 Situação atual na secção de produção de perfis de madeira 23
3.1 Recursos disponíveis e Layout da secção 24
3.2 Pontos de armazenamento intermédios 28
3.2.1 Localização 28
3.2.2 Características dos produtos armazenados em cada ponto intermédio 28
3.2.3 Iniciativa anterior de implementação de Kanban num ponto intermédio 30
3.3 Avaliação da gama de produtos na secção 31
3.4 Conclusão da análise inicial da Secção de Perfis de Madeira 32
4 Soluções Propostas 35
4.1 Avaliação da Secção de Perfis de Madeira 35
4.1.1 Aferição das Capacidades Produtivas 35
4.1.2 Identificação das Necessidades de Perfil 37
4.2 Melhoria das capacidades produtivas 38
4.2.1 Definição dos Objetivos Produtivos a curto prazo e novos *Layouts* 38
4.2.2 Cálculo do OEE (Overall Equipment Efficiency) 39
4.2.3 Avaliações e ações complementares de melhoria realizadas 40
4.3 Criação de Relatório Diário da Produção para o Corte de Perfil 44
4.4 Proposta de *Kanban* de Produção 45
5 Conclusões e perspetivas de trabalho futuro 49
5.1 Conclusões 49
5.2 Trabalhos futuros 50
Referências 51
ANEXO A: Diagrama Swimlane da Secção de Perfis de Madeira 52
ANEXO B: Layout inicial da Secção de Perfis de Madeira 53

ANEXO C: Diagrama Spaghetti para a Secção de Perfis de Madeira 54
ANEXO D: Análise de Pareto da venda de Perfis de Madeira 55
ANEXO E: Value Stream Design para a Secção de Perfis de Madeira – Circuito Perfis de Pinho ... 57
ANEXO F: Value Stream Design para a Secção de Perfis de Madeira – Circuito Perfis de MDF ... 58
ANEXO G: Capacidades produtivas de todos os postos da secção 59
ANEXO H: Análise das Necessidades de Perfil 61
ANEXO I: Quadro dos objetivos semanais de produção proposto 66
ANEXO J: *Layout* Ideal Sugerido para a Secção de Perfis 67
ANEXO K: Sugestão Final de *Layout* para a Secção de Perfis 68
ANEXO L: Medições de tempos de *Setup* nas Molduradoras 69
ANEXO M: Sistema de Relatório Diário de Produção sugerido 72
ANEXO N: Folha de Relatório Diário preenchida 74
ANEXO O: Circuitos *Kanban* sugeridos 75

Siglas

CONWIP – Constant Work In Progress
EPI – Equipamentos de Proteção Individuais
ERP – Enterprise Resources Planning
E.U.A. – Estados Unidos da América
FEUP – Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto
HST – Higiene e Segurança no Trabalho
JIT – Just-in-time
MDF – Medium density fiberboard
OEE – Overall Equipment Efficiency
SMED – Single Minute Exchange of Die
SS – Stock de Segurança
TC – Tempo de Ciclo
TPS – Toyota Production System
MRP – Material Requirements Planning
WIP – Work In Progress

Índice de Figuras

Figura 1 - Instalações da Bi-silque S.A. em Esmoriz e distribuição mundial das áreas de atividade da empresa (fonte: (Bi-silque 2015) consultado em 19/11/2015) 1

Figura 2 - Exemplos de produtos da marca Bi-office (Fonte: Catálogo Bi-office 2015, consultado em 21/11/2015) 2

Figura 3 - Exemplos de produtos da marca Organize4Home (Fonte: Catálogo Organize4Home 2015, consultado em 21/11/2015) 2

Figura 4 - Exemplos de produtos da marca Bi-bright (Fonte: Catálogo Bi-bright 2015, consultado em 21/11/2015) 2

Figura 5 - Exemplos de produtos da marca MasterVision (Fonte: Catálogo MasterVision 2015, consultado em 21/11/2015) 2

Figura 6 - Cronograma do Projeto 4

Figura 7 - Os três aspetos da melhoria operacional sustentada, in Drew, McCallum, and Roggenhofer (2004) 6

Figura 8 – Implementação da "casa TPS" no *Lean thinking*, in Pinto (2014) 9

Figura 9 - O nível de stock esconde problemas da produção, in Courtois, Martin-Bonnefois, and Pillet (2015) 10

Figura 10 - Atividades que acrescentam ou não acrescentam valor, in Pinto (2006) 12

Figura 11 - Fatores a considerar na conceção de *Layouts*, in Pinto (2006) 13

Figura 12 - Circulação de cartões Kanban, in Courtois, Martin-Bonnefois, and Pillet (2015) 15

Figura 13 - Diagrama conceptual de sistema *Kanban*, in Pinto (2014) 15

Figura 14 - *Kanban* Específico vs CONWIP, in Courtois, Martin-Bonnefois, and Pillet (2015) 16

Figura 15 - O papel da Documentação Visual: converter o chão-de-fábrica num campo de conhecimento, in Greif (1991) 17

Figura 16 - Exemplo da Estrutura do diagrama de Ishikawa, in Pinto (2014) 20

Figura 17 - Balanceamento com recurso ao *Takt Time*, in Drew, McCallum, and Roggenhofer (2004) 21

Figura 18 - Posição da Secção de Perfis analisada dentro da estrutura do setor produtivo onde está inserida 23

Figura 19 - Área da Secção de Perfis de Madeira dentro do setor Bi-casa 24

Figura 20 - VSD simplificado da secção de Perfis de Madeira 26

Figura 21 - Pontos de Armazenamento Intermédio de Perfis 28

Figura 22 - Armazém de Perfis 29

Figura 23 - Exemplo de uma secção de um perfil de madeira 29

Figura 24 - Armazém Final de Perfis 30

Figura 25 - Armazenamento de Sobras de Perfis Revestidos 30

Figura 26 – Tentativa descontinuada de Kanban no Armazém de Perfis 31

Figura 27 - Diagrama de Pareto das vendas de perfis de madeira 32

Figura 28- Diagrama Causa-Efeito para a Secção de Perfis de Madeira.....34
Figura 29 - Grade de madeira perfilada externamente 43
Figura 30 - Exemplo de sinal luminoso.....43
Figura 31 - Propriedades magnéticas dos cartões *Kanban* projetados 48
Figura 32 - Protótipos dos cartões *Kanban* elaborados.....48

Índice de Tabelas

Tabela 1 - Benefícios e Desvantagens dos *Layouts* no desempenho das organizações, in Pinto (2006) 14
Tabela 2 - World Class OEE, in Afefy (2013) 22
Tabela 3 - Estimativa inicial da área ocupada com *stock* na secção de perfis de madeira 25
Tabela 4 - Turnos dos funcionários da secção 26
Tabela 5 - Equipamentos presentes na Secção de Perfis de Madeira 27
Tabela 6 - Gama de perfis trabalhados na perfilação 29
Tabela 7 - Escalões de produtos na Análise de Pareto 32
Tabela 8 - Comprimento das tábuas e dos perfis à saída da perfilação, consoante a matéria-prima utilizada 36
Tabela 9 - Análise das necessidades de perfis do Escalão A dos produtos 37
Tabela 10 - Índice OEE para os postos de perfilação 39
Tabela 11 - Índice OEE para os postos de corte de perfil 40
Tabela 12 - Dados da produção da máquina CPM11 antes da implementação do 2º turno 41
Tabela 13 - Dados da produção da máquina CPM11 após a implementação do 2º turno 41
Tabela 14 - Variação da produção do posto CPM11 após implementação do 2º turno 41
Tabela 15 - Variação da produção do posto CPM11 com o uso de madeira perfilada externamente em relação à perfilada internamente 42
Tabela 16 - Utilização mensal mínima das molduradoras para cumprir as necessidades mensais de perfil 44
Tabela 17 - Resultados dos cálculos para o Kanban de Produção proposto 46
Tabela 18 - Primeira verificação da capacidade das máquinas CPM11 e CPR4 46
Tabela 19 - Segunda verificação da capacidade das máquinas CPM11 e CPR4 47

1 Introdução

O presente relatório foi realizado em ambiente empresarial na empresa Bi-silque – Produtos de Comunicação Visual S.A., no âmbito do Mestrado Integrado em Engenharia Mecânica vertente de Gestão da Produção da FEUP. Neste capítulo inicial será realizada uma apresentação da empresa, uma estruturação do projeto empreendido com a definição dos objetivos do mesmo, e por último uma explanação da organização deste documento.

1.1 Apresentação Bi-silque – Produtos de Comunicação Visual S.A.

A Bi-silque é uma empresa de produtos de comunicação visual fundada em 1979 por Virgílio e por Aida Vasconcelos com o intuito de fabricar produtos de cortiça para escritório e para uso doméstico. Sendo criada com uma postura ambiciosa, foi possível às suas chefias fazer crescer a empresa desde o seu início, possuindo atualmente uma vasta variedade de produtos e estando a sua área de negócio distribuída por diversos países (Bi-silque 2015).

A empresa tem sede em Esmoriz, concelho de Aveiro, e 98,7% do seu volume de negócio atual destina-se a mercados externos, estando presente em mais de 60 países em 5 continentes, como pode ser observado na Figura 1. Em consequência desta postura de negócio focada em larga escala para alvos internacionais, a empresa possui filiais em Inglaterra desde 1998 e nos E.U.A. desde 2006. Desde 2007 a empresa foi integrada na *holding* do grupo, a Bi-silque SGPS, S.A. (Bi-silque 2015).



Figura 1 - Instalações da Bi-silque S.A. em Esmoriz e distribuição mundial das áreas de atividade da empresa (fonte: (Bi-silque 2015) consultado em 19/11/2015)

Para as chefias desta empresa o principal foco na abordagem ao mercado passa pela satisfação do cliente final, pelo que é imperativo garantir uma grande variedade e flexibilidade de produtos. Para melhor consolidar esta relação com o cliente, o universo Bi-silque engloba várias marcas, criadas com o principal objetivo de cada uma delas se focar em áreas distintas de atividade que o grupo exerce (Bi-Silque s.d.).

Fazem parte o grupo Bi-silque as seguintes marcas:

Bi-office, focada na produção de equipamentos de comunicação visual para escritórios e ambientes empresariais (Figura 2);



Figura 2 - Exemplos de produtos da marca Bi-office (Fonte: Catálogo Bi-office 2015, consultado em 21/11/2015)

Organize4Home, produz artigos para utilização particular, com um foco na componente estética e de design apelativo na sua gama (Figura 3);



Figura 3 - Exemplos de produtos da marca Organize4Home (Fonte: Catálogo Organize4Home 2015, consultado em 21/11/2015)

Bi-bright, filial com a vertente tecnológica mais vanguardista, especializada em quadros brancos interativos, mesas interativas e todos os acessórios associados (Figura 4);



Figura 4 - Exemplos de produtos da marca Bi-bright (Fonte: Catálogo Bi-bright 2015, consultado em 21/11/2015)

Bi-bloco, é a divisão encarregue da gama de blocos em papel do tipo flipchart;

MasterVision, é uma marca criada por questões internas de estratégia comercial da empresa para o mercado americano, sendo a gama muito variada e constituída por elementos das outras marcas referidas como quadros brancos, cavaletes, quadros interativos, vitrinas entre muitas outras opções (Figura 5).



Figura 5 - Exemplos de produtos da marca MasterVision (Fonte: Catálogo MasterVision 2015, consultado em 21/11/2015)

Numa perspetiva de organização interna da empresa, existem dois grandes setores: o setor Bi-casa (madeiras) que produz maioritariamente os produtos da marca Organize4Home e o setor Bi-office (alumínios) onde se produz a maior parte da gama da marca com o mesmo nome. Existem também pequenos departamentos para as marcas Bi-bright e Bi-bloco e um departamento designado de Easel para a produção dos cavaletes e *flipcharts*.

Em 2013, aquando da sua visita às instalações da empresa, o antigo ministro da Economia, o Dr. Álvaro Santos Pereira, afirmou: "Este é um exemplo de uma empresa que se regenerou ao longo do tempo. Há 30 anos laborava numa garagem e o que fez nos últimos anos foi apostar não só na sua internacionalização, mas também na inovação e diversificação do produto" (Bi-silque 2013).

1.2 Breve descrição do projeto

Ao longo dos últimos anos têm vindo a ser concretizadas na empresa iniciativas *Lean* no âmbito da melhoria contínua dos processos produtivos, enquadradas num plano de melhoria a ser aplicado a toda a fábrica.

No caso deste projeto, foi decidido pela direção de produção analisar a secção de produção de perfis de madeira da fábrica e, consequentemente, implementar as medidas projetadas. Esta secção insere-se no setor Bi-casa, que produz a maioria dos produtos destinados a clientes domésticos da vasta gama de opções que a empresa apresenta aos seus clientes.

Um fator crítico e limitador para a gestão da produção é a grande variedade de produtos, uma vez que é política da empresa oferecer a possibilidade aos seus clientes de encomendarem produtos com quaisquer combinações de acabamentos e com quaisquer dimensões. Embora seja limitador na perspetiva do planeamento da produção, esta variedade é um fator-chave na estratégia de negócio da empresa, pelo que todas as medidas a considerar neste projeto devem prever a constante necessidade de produção esporádica e em reduzidas quantidades de produtos especiais. Esta estratégia implica uma obrigatoriedade de um sistema *pull* para processar as ordens de produção.

Da análise elaborada no âmbito desta dissertação, foi possível identificar aspetos de ações anteriores na área do *Lean* implementadas na secção analisada, com diferentes graus de sucesso. A ideia principal na abordagem ao problema passou por identificar e avaliar iniciativas com valor já implementadas, e depois da análise detalhada da situação atual, identificar quais os próximos passos para melhorar o setor em causa.

O principal problema identificado estava relacionado com o controlo e manuseamento do *work-in-progress* (WIP), razão pela qual a solução adotada se centrou no projeto, implementação e melhoria de ferramentas de controlo da produção e de sistemas *Kanban* adequados às necessidades particulares da produção, aliadas a uma reorganização dos *layouts* internos e intermédios da secção, em particular das zonas de armazenamento intermédio de material.

1.3 Objetivos do projeto

Dentro do objetivo global de melhoria contínua da empresa, e após a análise da situação atual do setor produtivo no âmbito deste projeto, foram estabelecidos os seguintes objetivos concretos para serem cumpridos com o presente trabalho:

1- Levantamento de dados e definição da capacidade produtiva atual do setor;

2- Definição de metas produtivas para o curto prazo e comparação face à capacidade atual calculada;

3- Implementação de sistema de controlo da atividade produtiva (Relatórios diários);

4- Criação de um *Kanban* adequado às particularidades do setor produtivo estudado;

5- Criação das ferramentas necessárias para os circuitos *Kanban* projetados;

6- Elaboração de métodos e ferramentas de controlo do WIP;

7- Melhoria dos *layouts* dos pontos de armazenamento de stock intermédio;

8- Acompanhamento da fase inicial de implementação das melhorias sugeridas;

Para além dos objetivos principais definidos, existe ainda a possibilidade de fazer uma avaliação SMED em postos-chave da produção com o intuito de melhorar as suas cadências produtivas associadas, ficando este último ponto limitado pelo tempo disponível e pela menor relevância quando comparado com os outros objetivos suprarreferidos.

1.4 Método seguido no projeto

Para concretizar o projeto foi necessário uma reflexão inicial do problema, de forma a estabelecer um plano de atividades a serem cumpridas de acordo com as necessidades impostas pelos objetivos traçados. Foi feita uma pesquisa inicial dos conceitos teóricos relacionados com os métodos *Lean* e com as áreas relacionadas com as metas estabelecidas. No caso presente estas atividades foram projetadas num cronograma que pode ser observado na Figura 6.

Cronogramas de Dissertação

Atividades a desenvolver na empresa:

	Mês:	Setembro		Outubro				Novembro				Dezembro				Janeiro			
	Semana:	3ª S	4ª S	1º S	2º S	3º S	4º S	1º S	2º S	3º S	4º S	1ª S	2ª S	3ª S	4ª S	1ª S	2ªS	3ªS	4ªS
	Atividade:																		
Análise inicial da linha	Familiarização e recolha inicial de informação dos processos produtivos																		
	Elaboração de VSM que traduza a situação inicial da linha de produção																		
	Elaboração de um diagrama Spaguetti da linha produtiva																		
Balanceamento	Recolha de dados relativos a capacidades de produção em cada máquina																		
	Definição de ferramentas para balancear a linha																		
	Balanceamento da linha de produção com base nos dados recolhidos																		
	Identificação de "bottleneck's" na linha de produção																		
	Análise SMED nos postos, para reduzir os tempos de setup das máquinas*																		
Controlo dos stocks intermédios	Definição dos buffers necessários antes e depois de cada posto																		
	Estudo dos aspetos importantes para a elaboração do sistema kanban																		
	Criação de ferramenta de controlo da produção e de transporte de material, entre os postos de trabalho e os pontos de stock - Relatório diário de Produção																		
	Elaboração dos kanban a implementar																		
	Estudar a reorganização do ponto de armazenamento final da linha																		
Implementação	Analisar a forma de implementar as medidas de melhoria sugeridas																		
	Acompanhamento da implementação das medidas de melhoria sugeridas																		

Nota: A atividade assinalada (aplicação de SMED) poderá ser reavaliada no âmbito da dissertação, se assim se achar conveniente durante a realização da mesma.

Figura 6 - Cronograma do Projeto

Com o planeamento feito, foi iniciado o levantamento de informação relativamente às especificidades do setor produtivo, às suas capacidades produtivas e o consequente tratamento desses dados. Uma vez concluída a avaliação do panorama atual, foi iniciado o desenvolvimento do sistema *Kanban* a implementar e das outras soluções expectáveis de serem implementadas no decorrer do projeto.

1.5 Estrutura da dissertação

Este documento está estruturado em 5 capítulos.

Neste primeiro capítulo foi apresentada a empresa e foi efetuada uma breve descrição do projeto e dos objetivos, tendo também sido descrita a metodologia utilizada.

No Capítulo 2 é apresentado o levantamento bibliográfico dos conceitos teóricos pertinentes para os temas a serem desenvolvidos

No Capítulo 3 é feita uma análise detalhada da situação encontrada na secção produtiva a ser abordada, sendo estudadas todas as particularidades relevantes na compreensão do processo de produção de perfis de madeira e identificadas as áreas passíveis de melhoria.

No Capítulo 4 são projetadas e expostas as soluções implementadas. Neste capítulo são analisados todos os aspetos importantes para a melhoria e definição dos objetivos a curto prazo

para as cadências produtivas dos postos do setor, para a criação das ferramentas de controlo do volume de produção, para o dimensionamento do sistema de *Kanban*, bem como da reorganização do *layout* dos pontos intermédios de armazenamento.

No quinto e último capítulo são sintetizadas as conclusões finais retiradas de todo o projeto e é ainda sintetizada uma análise das áreas passíveis de serem alvo de ações futuras de melhoria.

2 Enquadramento Teórico

Neste capítulo é apresentado o enquadramento teórico e a explanação dos conceitos relevantes para a abordagem deste projeto, sendo inicialmente abordados os conceitos na área do *Lean*, e terminando na análise das ferramentas pertinentes para o estudo concretizado.

2.1 Princípios do *Lean Thinking*

Womack and Jones (1996) definem o objetivo da filosofia de produção *Lean* como uma forma de atingir a redução dos custos operativos através da eliminação do desperdício, sendo considerado desperdício tudo o que não acrescente valor ao produto ou serviço. Na sua obra estes autores definem pela primeira vez o *Lean Thinking* e identificam cinco princípios-chave: o Valor, a Cadeia de Valor, o Fluxo, o sistema *Pull* e a Perfeição.

O *Lean* é uma reflexão que visa a eliminação das fontes de perdas nas cadeias de valor com o objetivo de diminuir os diferenciais entre o desempenho real e o desempenho expectável para responder às necessidades dos clientes, acionistas e outras partes interessadas. Para conseguir os seus propósitos esta filosofia aponta para a eliminação dos fatores causadores de perdas no sistema operativo (desperdício; variabilidade e inflexibilidade). Como pode ser visto na Figura 7, segundo Drew, McCallum, and Roggenhofer (2004) a mentalidade *Lean* requer a integração de três elementos: o sistema operativo, a estrutura da gestão e as mentalidades e comportamentos.

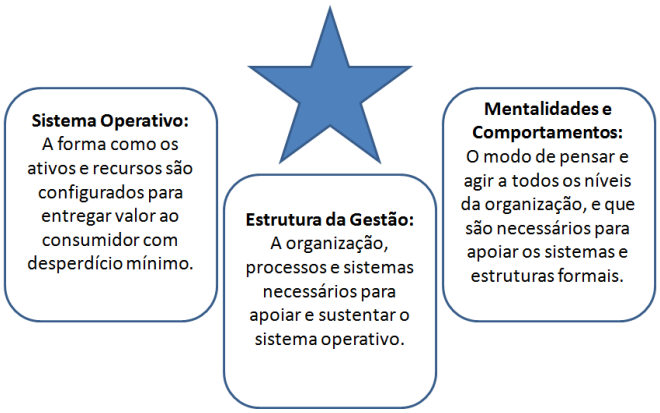


Figura 7 - Os três aspetos da melhoria operacional sustentada, in Drew, McCallum, and Roggenhofer (2004)

A filosofia *Lean Thinking* alcançou enorme reputação mundial, podendo ser aplicada a todas as áreas de atividade económica. A validade dos princípios e soluções é corroborada pelo sucesso de empresas como a Toyota Motors Corporation, que no ano de 2007 chegou ao patamar de topo da indústria automóvel, destronando a General Motors como a maior empresa desse setor (Pinto 2014).

Drew, McCallum, and Roggenhofer (2004) afirmam que o processo de aplicação de um sistema de operações *Lean* assenta em 7 princípios base:

1. Agrupar produtos e serviços semelhantes criando cadeias de valor;

2. Projetar o desenrolar fluído da cadeia de valor acrescentado (fluxos de materiais, pessoas e informação);
3. Puxar os produtos nos pontos de quebra do fluxo (*Pull*);
4. Tornar as operações flexíveis com o intuito de corresponder às necessidades dos clientes;
5. Criar ferramentas que transmitam aos colaboradores a informação das necessidades produtivas e dos requisitos dos clientes (recurso à Gestão Visual e a métodos como o *Kanban*, entre outros);
6. Criar as condições para o aumento da flexibilidade nos processos através do balanceamento e normalização das operações;
7. Rápida deteção de erros, procurando a sua correção o mais próximo da fonte quanto possível.

Pinto (2014) aponta limitações aos cinco princípios da filosofia *Lean* definidos por Womack and Jones (1996), que se concentram apenas na cadeia de valor do cliente e podem mesmo levar as organizações a entrar em ciclos infindáveis de redução de desperdícios, ignorando a importância da criação de valor através da inovação de produtos, serviços e processos. Dando atenção a este facto os novos princípios *Lean Thinking* são os seguintes:

1. Conhecer quem servimos: conhecimento detalhado de todos os *stakeholders* do negócio, não sendo plausível que a organização se concentre apenas na satisfação do seu cliente, negligenciando os interesses e necessidades dos seus colaboradores;
2. Definir os valores: nesta nova abordagem muitas das atividades que anteriormente eram consideradas desperdício necessário são agora classificadas como valor acrescentado, porque criam valor para outras partes que não o cliente (por exemplo os colaboradores, acionistas e a sociedade);
3. Definir as cadeias de valor: para a empresa ser capaz de entregar valor a todos os seus *stakeholders* deve definir a cadeia de valor para cada uma dessas partes interessadas;
4. Otimizar o fluxo: procurar sincronizar os meios envolvidos na criação de valor para todas as partes (fluxos de materiais, de pessoas, de informação e de capital);
5. Implementar o sistema *Pull*: a lógica puxada procura deixar o cliente (e outros *stakeholders*) liderar os processos, competindo-lhes apenas a eles desencadear os pedidos e evitando que as empresas empurrem para as partes aquilo que julgam ser as necessidades destas;
6. A procura pela perfeição: perceber que os interesses, as necessidades e as expectativas das diferentes partes estão em constante evolução. É necessário incentivar a melhoria contínua a todos os níveis da organização, ouvindo constantemente a voz do cliente;
7. Inovar constantemente: inovar na criação de novos produtos, serviços, processos, ou seja na criação de valor.

Segundo Pinto (2006) é possível identificar de forma genérica os principais benefícios do *Lean Thinking*:

- Crescimento do negócio;
- Aumento da produtividade;
- Redução dos *stocks*;
- Aumento do nível de serviço (ex.: cumprimento de requisitos e pedidos, entregas a tempo);

- Aumento da qualidade e do serviço prestado ao cliente;
- Redução de defeitos;
- Maior envolvimento, motivação e participação das pessoas;
- Redução de acidentes de trabalho;
- Redução de espaço ao nível do chão-de-fábrica;
- Aumento da capacidade de resposta por parte da empresa;
- Redução do *Lead Time*.

Na sua essência, o pensamento *Lean* é uma procura contínua pela perfeição dos processos através da eliminação de todas as fontes de desperdício. Para além da abordagem na melhoria das operações, trata-se de estratégia (Drew, McCallum, and Roggenhofer 2004).

2.1.1 Sistema de Produção Toyota

O *Lean* tem a sua origem no sistema de operações mais eficiente: o Sistema de Produção Toyota (TPS). O seu impulso inicial ocorreu quando a empresa teve de se reinventar e desenvolver novos princípios operativos de forma a fazer face aos desafios que enfrentava na fragilizada economia japonesa do pós Segunda Guerra Mundial, onde os recursos e financiamentos eram escassos. O principal obstáculo foi o elevado custo e complexidade de adaptar a maquinaria para alternar entre várias pequenas séries de produção (Drew, McCallum, and Roggenhofer 2004).

Nesse sentido a Toyota desenvolveu o seu sistema de produção para permitir mudanças frequentes e rápidas de configurações, ao introduzir equipamentos que pudessem utilizar diversos tipos de ferramentas, o que resultou na simplificação desses processos de mudança e na redução das distâncias a percorrer nessas operações. O principal investimento foi feito nos seus colaboradores, que devem ser treinados para possuírem níveis de competências elevados, não só para realizarem as referidas tarefas de forma competente, mas também para que com a sua valia integrem de forma ativa o processo de melhoria contínua das operações. No final a capacidade de realizar séries produtivas curtas deixou de ser o problema e tornou-se o principal benefício, permitindo uma produção muito flexível que pode alternar rapidamente entre os modelos a serem produzidos. Atualmente esta filosofia é também amplamente difundida nos fóruns da área da Gestão Industrial pela designação *Just-In-Time* (JIT) (Drew, McCallum, and Roggenhofer 2004).

Pela abordagem TPS é comum a apresentação da ideia de um edifício que compila as várias funções, que embora diferenciadas estão todas relacionadas. Deve ser realçado que a base do edifício mostrado na Figura 8 como a filosofia Toyota assenta no respeito pelos colaboradores. São ainda explanadas soluções da gestão visual para a comunicação entre as partes, a uniformização e estabilização dos processos produtivos e por último o nivelamento da produção (Pinto 2014).

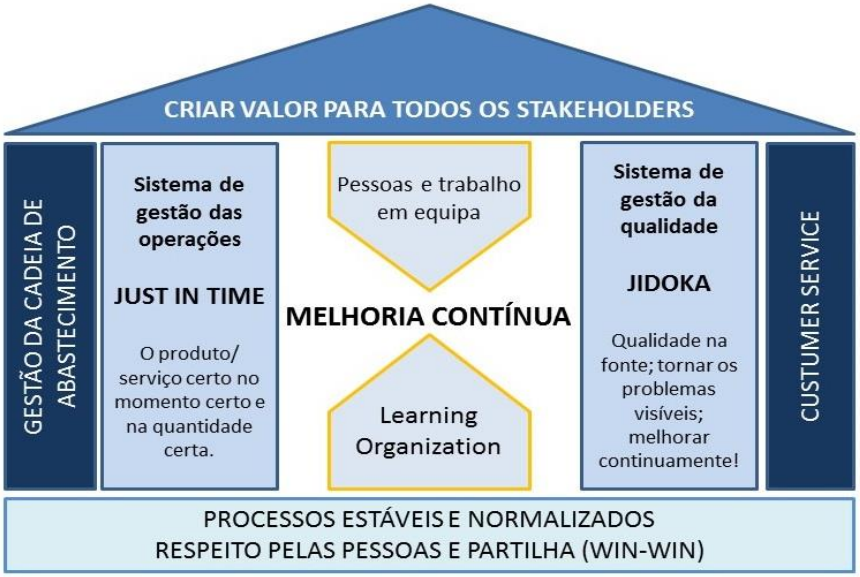


Figura 8 – Implementação da "casa TPS" no *Lean thinking*, in Pinto (2014)

Aliando à consideração pelos seus colaboradores do TPS/JIT, Pinto (2006) estabelece a existência de ferramentas associadas que visam estabelecer áreas passíveis de intervenção:

- 5S – Que traduzem a organização do local de trabalho;
- Controlo Visual (identificação de oportunidades de melhoria e de erros);
- Uniformização dos processos (redução dos desvios);
- TPM – Manutenção produtiva total dos equipamentos;
- SMED – Ou Single Minute Exchange of Die, é um método comum de análise e redução dos tempos de *Setup*;
- Organização produtiva celular e transversalidade de valências dos funcionários;
- Balanceamento dos processos produtivos;
- Automação;
- Sistemas simples e "à prova de erro" (é comum a designação de origem japonesa *Poka-Yoke*);
- Controlo da qualidade (fazer o controlo na fonte e detetar os erros rapidamente);
- Programação Nivelada (*Heijunka*);
- Recurso a sistemas de controlo da produção (como os *Kanban* por exemplo).

Com o passar do tempo, todos estes elementos foram sendo consolidados na base do que é agora comummente considerado como o *Lean*. A Toyota desenvolveu uma cultura, uma organização e um sistema operativo que busca incessantemente a perfeição sob a forma da eliminação do desperdício e das variabilidades e inflexibilidades dos seus processos (Drew, McCallum, and Roggenhofer 2004).

2.1.2 Sistemas *Pull*

Um sistema *Push* (ou "empurrado") é uma solução em que a empresa enceta a produção ou oferece serviços sem ter uma encomenda definida por parte dos clientes, na expectativa de que a procura para a sua oferta irá surgir. Em oposição a esta ideia um sistema *Pull* ou "Puxado" produz apenas o que os clientes ou processos a jusante realmente necessitam (Drew, McCallum, and Roggenhofer 2004).

A ideologia dos sistemas *Pull* baseia as suas operações no conceito JIT, de modo a serem produzidos apenas os *items* pretendidos, na quantidade e momentos certos. Para se alcançar esta sincronização das operações com os requerimentos dos clientes, o processo "puxa" os materiais dos processos produtivos a montante usando princípios de reaprovisionamento. Esta ideologia reduz a necessidade de um planeamento centralizado da produção, e permite ainda um controlo mais eficaz da informação ao longo de todo o chão-de-fábrica (Drew, McCallum, and Roggenhofer 2004).

Um sistema produtivo com a ideologia JIT necessariamente implica uma organização *Pull*, uma vez que obriga a que apenas sejam produzidos os produtos encomendados, quando forem necessários. Tudo o que seja produção acima do que é preciso é considerado desperdício uma vez que configura gasto desnecessário de materiais e processos. Idealmente o JIT destina-se a manufaturas repetitivas, onde é produzido um leque reduzido de produtos; outros objetivos da metodologia centram-se na redução das distâncias e das quantidades movimentadas, bem como a eliminação das filas de espera nos postos produtivos de forma a minimizar os níveis de inventário ao longo da organização. Associado à referida redução dos inventários observa-se o aparecimento dos vários níveis de problemas de qualidade na produção, anteriormente escondidos pelos elevados níveis de *stock*; esta ideia pode ser observada na Figura 9, onde é feita a popular analogia do nível de água num lago associada à noção de nível de inventário (Jacobs and Chase 2013).



Figura 9 - O nível de stock esconde problemas da produção, in Courtois, Martin-Bonnefois, and Pillet (2015)

A utilização da lógica *Pull* numa produção resulta em ganhos ao nível da redução dos *Lead Times*, da redução dos níveis de inventário nas várias etapas da cadeia de fornecimento, da redução das causas de variabilidades no fabrico e do transporte dos produtos e/ou serviços. Em última análise esta metodologia permite uma maior capacidade de resposta face às constantes variações dos mercados e das necessidades dos clientes (Pinto 2014).

2.1.3 Implementação do Lean

Apesar da jornada *Lean* ser diferente para cada organização, segundo Drew, McCallum, and Roggenhofer (2004) a generalidade das empresas passa por cinco fases principais na sua implementação. Inicialmente existe uma fase preparatória na qual os líderes responsáveis avaliam se o *Lean* oferece uma estratégia para as suas organizações, e tomam a sua decisão de forma informada. Na fase seguinte as companhias devem explorar as oportunidades de melhoria através de uma detalhada avaliação do estado atual das operações. Na terceira fase os gestores devem estabelecer as metas futuras, assumindo uma visão de esforço conjunto e compromissos para alcançar os objetivos estabelecidos. A parte mais difícil do processo é a quarta fase, a implementação e refinação de soluções-piloto para demonstrar a todos os colaboradores e gestores os benefícios das medidas empreendidas. Por fim as ações devem ser estendidas a toda a organização, servindo ainda como plataformas para alcançar a melhoria contínua de todas as operações (Drew, McCallum, and Roggenhofer 2004).

Na base desta ideologia estão os colaboradores, uma força de trabalho estável e competente, aos quais são exigidas competências e flexibilidade superiores aos que se exige aos seus

semelhantes em sistemas de produção em série. A verdadeira flexibilidade exige estabilidade. A implementação das metodologias *Lean* desafia as perceções tanto do pessoal do chão-de-fábrica como das chefias, e o sucesso só é alcançado com um esforço conjunto entre as partes, com confiança na sua competência. Ao ajudar a moldar a perspetiva dos colaboradores face ao seu trabalho as chefias estão a garantir uma importante parte de qualquer caminhada *Lean*. Se as pessoas não estiverem convencidas de que o trabalho extra que lhes é pedido traz consideráveis benefícios e é valorizado, não será expectável que tenham bons índices produtivos nas suas ações. Os gestores que querem que os seus colaboradores entrem no esforço de mudança têm de fazer também eles esse mesmo esforço (Drew, McCallum, and Roggenhofer 2004)!

Em virtude da grande consideração que este tipo de pensamento na gestão da produção tem logrado atingir nas últimas décadas, existem inúmeras tentativas de implementação, o que resulta na possibilidade de definir dificuldades comuns nestes processos de mudança. Uma dificuldade muito observada centra-se na resistência à mudança, que é comum à generalidade dos colaboradores e que deve ser combatida de forma frutífera numa ótica de consciencialização para os benefícios comuns passíveis de serem atingidos graças a estas soluções. É importante contrariar a falta de maturidade das pessoas e dos próprios processos da organização, que em última análise resultam numa falta de visão das necessidades globais da empresa, sendo que cada interveniente tende naturalmente a considerar apenas as particularidades da sua zona e não o panorama total da atividade empresarial. É fulcral ter paciência para lograr ver os resultados positivos de longo prazo expectáveis de atingir com esta forma de pensar, e não desistir perante as primeiras contrariedades (Pinto 2006).

2.2 Desperdício

A noção de desperdício refere-se a todas as atividades realizadas que não acrescentam valor e que consomem recursos e tempo, aumentando assim o preço dos produtos ou serviços disponibilizados. A esta noção de desperdício os japoneses chamam de *muda* e em última análise este problema resulta num preço excessivo do produto entregue ao cliente pela organização em causa. A vantagem competitiva determina-se pelo valor criado pelas organizações e por aquilo que pedem em troca; quanto mais favorável for esta relação para o cliente, maiores as hipóteses de sucesso dessa instituição nos mercados em que opera (Pinto 2014).

As empresas empenhadas em combater o desperdício devem começar por classificar as formas do desperdício, diferenciando (Pinto 2014):

- O puro desperdício: atividades totalmente dispensáveis, como reuniões infrutíferas, deslocações, avarias ou paragens;
- O desperdício necessário: atividades que têm de ser realizadas embora não acrescentem valor.

Pinto (2006) afirma que num processo típico, o desperdício pode chegar a representar até 95% do tempo total. Tradicionalmente as empresas orientam o seu esforço de aumentos de produtividade para a componente que acrescenta valor (5%), ignorando o enorme potencial de ganho que pode ser obtido se a atenção for orientada para as atividades que não acrescentam valor, como pode ser visto na Figura 10.

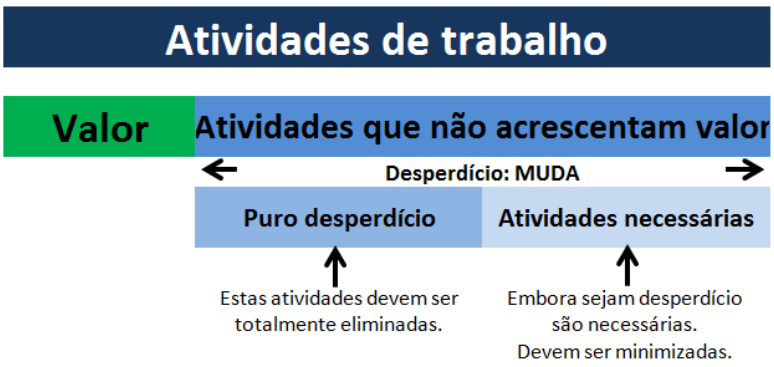


Figura 10 - Atividades que acrescentam ou não acrescentam valor, in Pinto (2006)

Existem várias formas de identificação de desperdícios que a gestão empresarial japonesa indica, como por exemplo: os 3M ou os 7 desperdícios (7W) inicialmente identificados por Taiichi Ohno (Pinto 2014). Em seguida estes conceitos são apresentados em maior detalhe.

2.2.1 3M

Da clássica noção da gestão empresarial japonesa são identificados três principais tipos de desperdícios (Pinto 2014):

- MUDA: significa desperdício e engloba tudo o que não acrescenta valor e traduz ainda os aspetos que o cliente não está disposto a pagar num produto ou serviço;
- MURA: refere-se às variabilidades, é contornado na adoção do *Just-In-Time* onde se procuram apenas os processos necessários quando estes são requeridos;
- MURI: traduz o irracional, de forma simples os excessos e insuficiências. Esta problemática é resolvida pela uniformização do trabalho onde os processos são estabilizados e tornam-se previsíveis.

2.2.2 Tipos de desperdícios: Dos 7W a abordagens mais recentes

Segundo Pinto (2014) no desenvolvimento do TPS foram identificadas por Taiichi Ohno e Shigeo Shingo as sete formas de desperdício iniciais (atualmente amplamente difundidos como os 7 Desperdícios ou 7W, derivação da expressão inglesa *waste*), e são elas:

- Sobreprodução;
- Tempos de espera;
- Transportes;
- Processos inadequados;
- Excesso de stocks;
- Defeitos (qualidade);
- Movimentação desnecessária.

Womack and Jones (1996) afirmam que existe uma oitava fonte de desperdício, identificando-a como o desenho de produtos e/ou serviços que não vão de encontro às necessidades do cliente.

Acrescentando aos tipos tradicionais de desperdício já referidos, Drew, McCallum, and Roggenhofer (2004) referem os principais tipos de perdas como sendo:

- Sobreprodução: produzir antecipadamente e em maior quantidade do que é requerido pelo cliente;

- Espera: tempo inativo (para pessoas ou máquinas) durante o qual não ocorrem atividades que acrescentam valor;
- Transporte: movimentos desnecessários de materiais;
- Processamento excessivo: esforços que não são necessários para cumprimento das expectativas do cliente, e que não acrescentam valor;
- Inventário: quaisquer peças ou materiais acima do mínimo exigido para cumprir os prazos e quantidades exigidas pelos clientes;
- Movimento: deslocações desnecessárias de pessoas ou materiais dentro de um dado processo;
- Retrabalho: repetições ou correções de processos;
- Variabilidade: qualquer desvio da norma ou condição nominal;
- Inflexibilidade: resposta face a questões de variação da procura que possam surgir em virtude de variações dos desejos dos clientes;
- Práticas de trabalho: práticas normais de trabalho que obstruam a flexibilidade dentro do sistema operativo.

2.3 Layouts

A palavra *layout*, de origem anglo-saxónica, significa ocupação do espaço e está amplamente popularizada na indústria como a distribuição dos recursos pelo espaço disponível. A reflexão acerca dos *layouts* é crítica para as empresas pois requer investimentos substanciais (de dinheiro, esforço e tempo), envolve compromissos a longo prazo e tem um impacto significativo no desempenho dos sistemas. Os fatores a considerar para a conceção de *layouts* podem ser vistos da Figura 11 (Pinto 2006).

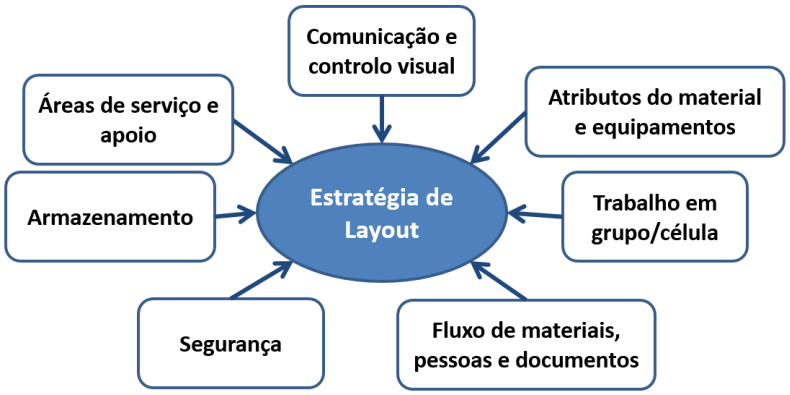


Figura 11 - Fatores a considerar na conceção de *Layouts*, in Pinto (2006)

Segundo Pinto (2006) existem quatro tipos básicos de *layouts*, sendo eles:

- *Layout* por produto ou em linha: neste caso os equipamentos e processos são dispostos de acordo com a sequência de fabrico dos produtos ou serviços, estando esses equipamentos normalmente interligados por sistemas de transporte de materiais.
- *Layout* por processo ou funcional: nesta disposição os equipamentos e processos são organizados em secções homogéneas (locais com pessoas e equipamentos que desempenhem funções semelhantes). É a configuração mais comum nas organizações e é a mais indicada para empresas que pretendam fabricar vários produtos e em quantidades variáveis.

- *Layout* celular: nesta configuração existe uma divisão por células dedicadas ao fabrico de um determinado produto ou gama de produtos, baseando-se na ideia de que coisas semelhantes devem ser feitas em processos similares.
- *Layout* de posição fixa: nesta organização o produto mantém uma posição definida e constante, e todos os recursos necessários ao seu processamento (máquinas, funcionários, ferramentas, entre outros) deslocam-se ao seu encontro para serem efetuadas as operações necessárias.

Um *layout* bem projetado oferece inúmeras vantagens para o processo produtivo. Na Tabela 1 podem ser observadas as consequências dos *layouts* no desempenho das organizações (Pinto 2006).

Tabela 1 - Benefícios e Desvantagens dos *Layouts* no desempenho das organizações, in Pinto (2006)

Benefícios de um bom *layout*:	**Desvantagens de um mau *layout*:**
- Minimiza custos de transporte e movimentação de materiais;	- Problemas de segurança e na moral dos trabalhadores;
- Correta utilização dos espaços;	- Elevados custos de posse e de movimentação;
- Utiliza eficientemente os recursos humanos;	- Maiores tempos de ciclo e maiores *Lead times*;
- Elimina estrangulamentos;	- Elevados *stocks* intermédios;
- Melhora a comunicação;	- Baixa qualidade;
- Reduz tempos de processo e de serviço;	- Danos nos artigos e produtos;
- Elimina movimentos desnecessários;	- Baixa utilização dos espaços e equipamentos;
- Facilita a movimentação de recursos e cargas;	- Zonas congestionadas e outras não;
- Incorpora medidas de segurança e HST;	
- Promove a Qualidade de produtos e serviços;	
- Facilita as operações de manutenção;	
- Facilita o controlo visual das operações;	
- Garante a flexibilidade do sistema de produção.	

2.4 Ferramentas Lean

Para traduzir na prática uma implementação no âmbito do *Lean Thinking* existem técnicas e ferramentas importantes na sua aplicação, sendo que de seguida serão abordadas as mais relevantes a aplicar no âmbito deste projeto.

2.4.1 Kanban

O termo *Kanban* tem origem japonesa e significa etiqueta ou marca. Todo este sistema assenta na ideia de circulação de etiquetas criada por Taiichi Ohno. Na sua génese a ideia deste tipo de solução passa por garantir que a organização produz apenas o que é pretendido pelo cliente, na quantidade e prazos especificados. Em suma é uma ferramenta de aplicação da supracitada filosofia *Just-In-Time*. O raciocínio base desta ideia pode ser observado na Figura 12, que ilustra a comunicação entre dois postos produtivos consecutivos. Em termos práticos isto significa que "um posto de trabalho a montante produz apenas o que lhe é solicitado pelo posto de trabalho a jusante" e "o posto mais a jusante só deve produzir o suficiente para dar resposta à procura dos clientes" (Courtois, Martin-Bonnefois, and Pillet 2015, 264).

Na Figura 12 é ilustrada uma situação exemplificativa onde o posto 2 consome peças maquinadas pelo posto 1, e de cada vez que o 2º posto utiliza um contentor de peças a etiqueta *Kanban* associada a esse contentor é enviada novamente para o posto 1. Para o posto 1 a receção destas etiquetas constitui uma ordem de fabrico para um novo contentor de peças. Entre estes dois postos produtivos circula um número definido de *Kanbans*, e estes cartões podem estar

colocados diretamente sobre os contentores ou sobre um quadro de planeamento no primeiro posto (Courtois, Martin-Bonnefois, and Pillet 2015).

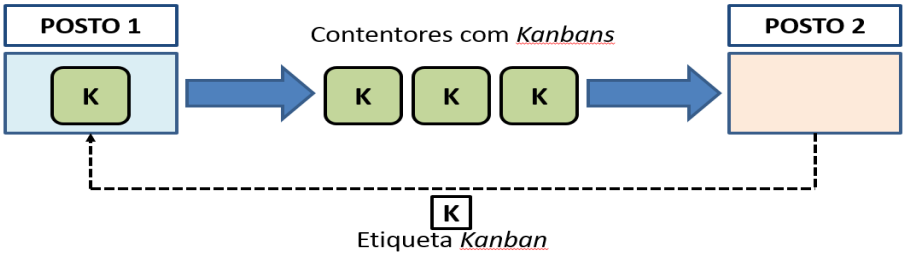


Figura 12 - Circulação de cartões Kanban, in Courtois, Martin-Bonnefois, and Pillet (2015)

O sistema *Kanban* traduz um sistema de gestão e organização de unidades produtivas que permite o fluxo rápido de informação entre os diversos pontos de produção (de jusante para montante). Este raciocínio pode ser observado na Figura 13. Para além de controlar as operações, este sistema coordena o sistema *Pull* e atualmente são identificados dois tipos de *Kanban* (Pinto 2014):

- *Kanban* de Produção: nenhuma ação da produção acontece sem que um *Kanban* de produção a autorize;
- *Kanban* de Transporte: este autoriza a movimentação de material entre diferentes pontos, este cartão contém normalmente a mesma informação do cartão do *Kanban* de transporte acrescentando-lhe ainda a informação do posto de produção e de destino.

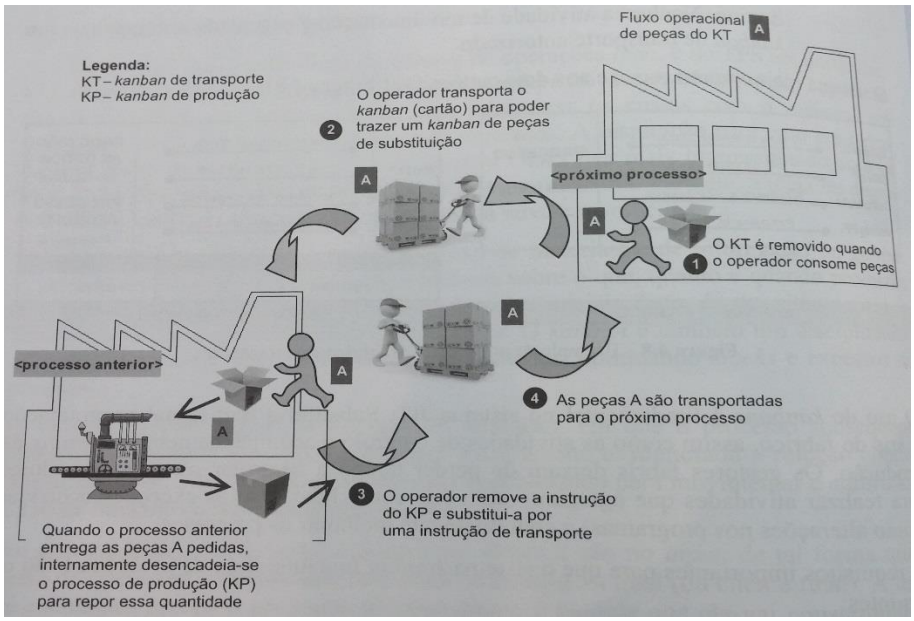


Figura 13 - Diagrama conceptual de sistema *Kanban*, in Pinto (2014)

Coimbra (2013) vai ainda mais além e introduz 3 subdivisões para cada um dos tipos de *Kanban* supracitados, sendo que para os circuitos de *Kanban* de Transporte existem:

- *Kanban* de transporte de entrega: este é recebido de um cliente e é entregue a outro cliente a partir de um supermercado de produtos acabados;
- *Kanban* de transporte interno: para movimentações de consumo ou reaprovisionamento interno;
- *Kanban* de transporte fonte: enviado para um fornecedor e recebido num supermercado de receção de produtos.

O mesmo autor faz ainda uma divisão semelhante para os *Kanban* de Produção:

- *Kanban* de fluxo de produção: atravessa linhas ou máquinas com tempos de *setup* nulos;
- *Kanban* de sinal de produção: para linhas de produção ou máquinas com tempos de *setup* superiores a zero, em que os cartões do circuito *kanban* não estão associados aos contentores de material produzido;
- *Kanban* de lotes de produção: para linhas de produção ou máquinas com tempos de *setup* superiores a zero, em que os cartões do circuito *kanban* estão diretamente associados aos contentores de material produzido.

Pinto (2014) afirma a importância da determinação do número de contentores presentes no sistema a projetar, e sugere uma indicação de cálculo explanado na Equação 2.1.

$$K = \frac{PDLT + SS}{C} \tag{2.1}$$

Onde:

K, é o número de contentores (e deve ser sempre um número inteiro)

PDLT, traduz a procura média durante o Lead Time (em peças ou unidades)

C, é a capacidade de um contentor (em peças ou unidades), e

SS, é o *stock* de segurança

Courtois, Martin-Bonnefois, and Pillet (2015) estabelecem que vulgarmente estão presentes na indústria três tipos de *Kanban*:

- Sistema de *Kanban* Específico: consiste em sobrepor ao fluxo físico de produtos um fluxo inverso de informações. Um posto produtivo fornecedor executa diversos tipos de produtos para os postos clientes (a jusante), não devendo fabricar uma gama superior a 10 produtos diferentes de modo a não se tornar impossível de gerir. Esta gama de produtos reduzida torna-se a principal limitação deste sistema, juntando-se ainda a necessidade ter sempre uma quantidade mínima de cada tipo de produto para que a informação de consumo desse recurso se possa transmitir ao longo do sistema.
- O método CONWIP: de forma a colmatar as limitações do *Kanban* específico foram aparecendo alternativas, sendo uma delas o método CONWIP onde se muda o paradigma da circulação da informação ao longo dos vários postos de fabrico, tal como pode ser observado na Figura 14. A grande limitação desta solução revela-se na ineficiência em lidar com capacidades produtivas variáveis dos postos ao longo da linha, podendo originar congestionamentos nos postos mais críticos ou gargalos (ou do inglês *bottlenecks*).

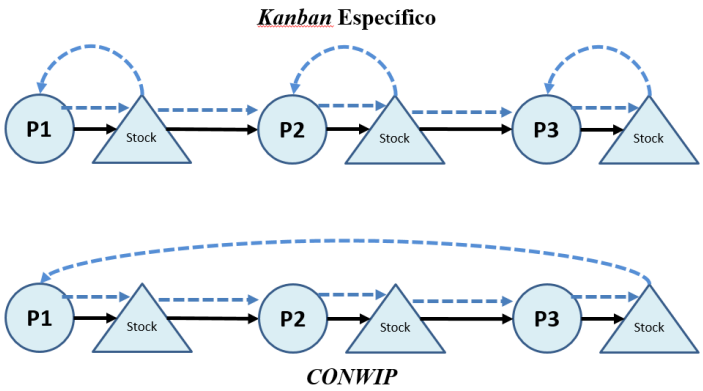


Figura 14 - *Kanban* Específico vs CONWIP, in Courtois, Martin-Bonnefois, and Pillet (2015)

- Sistema *Kanban* Genérico: esta abordagem minimiza as limitações das duas alternativas anteriores, na medida em que o cartão *Kanban* (ou espaço vazio dependendo da implementação física levada a cabo) apenas dá uma autorização de produção. A

informação do tipo de produto e quantidades a produzir chegará por outra fonte, normalmente em função do plano diretor da produção que será adaptado às solicitações dos clientes. Deve ser levado em consideração que embora seja uma forma de simplificar muito a gestão de uma oficina, o aumento da diversidade de produtos produzidos numa linha irá aumentar exponencialmente a complexidade da implementação de um *Kanban* genérico.

Uma companhia que tenha implementado medidas *Kanban* para organizar os seus inventários e processos produtivos deverá conseguir reduzir as ruturas de *stock*, obter um fluxo produtivo equilibrado com um planeamento da produção mais simplificado, e finalmente conseguir entregas de produto aos clientes *Just-In-Time*. É importante ressalvar que os operadores e gestores apenas conseguirão implementar com sucesso estas soluções se os outros processos e estruturas estiverem organizados e em sintonia. É essencial uma revisão do planeamento e agendamento de forma a impedir que os pontos produtivos a montante recebam ordens de produção concorrentes. Em complemento devem ser criadas ferramentas de gestão e métricas locais que permitam uma revisão e avaliação da produção, com o intuito de criar incentivos para que os operadores respondam favoravelmente ao *Kanban* (Drew, McCallum, and Roggenhofer 2004).

2.4.2 Gestão Visual

Uma parte importante da filosofia *Lean* é a simplificação dos processos, e nesta linha de raciocínio a Gestão Visual (ou Controlo Visual) é uma excelente ferramenta de apoio com vista ao aumento da eficácia e eficiência das operações. Cada vez mais empresas recorrem à Gestão Visual para tornar os seus processos mais simples, lógicos, intuitivos e menos dependentes de sistemas informáticos e outras formalidades. É através da visão que recebemos a maior quantidade de informação (>75%) e este fator é algo que nos identifica como espécie, sendo o meio por excelência para a transmissão de informação pertinente ao desenvolvimento dos processos de produção. Estes sinais visuais devem ser o mais simples possível de forma a permitir uma rápida perceção por parte dos operadores, e podem aparecer em inúmeras formas: cartões *Kanban*, marcas pintadas (no chão, paredes ou bancadas de trabalho), semáforos ou outros LED, fardas de cores diferentes, quadros informativos entre muitas outras formas (Pinto 2014).

Greif (1991) coloca a questão: "Porque é que indivíduos persistem em acumular conhecimento em detrimento do grupo, quando o único objetivo razoável é a partilha desse conhecimento para atingir uma sinergia e permitir que a companhia se torne mais forte?" De facto, a informação não deve ser encarada como forma de autoridade dentro de uma organização, devendo deixar de ser conhecimento de determinados empregados e passar a ser conhecimento transversal. Este raciocínio de partilha de informação é ilustrado na Figura 15.

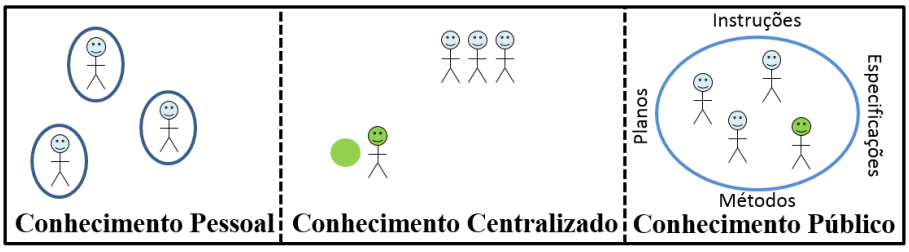


Figura 15 - O papel da Documentação Visual: converter o chão-de-fábrica num campo de conhecimento, in Greif (1991)

Segundo o mesmo autor a luta de poder dentro das organizações tem vindo a focar-se ao longo dos anos no controlo de conhecimento. De forma a alterar este aspeto têm surgido novas formas de comunicação que resultam em transformações profundas na relação dos seres humanos com o conhecimento. Esta transformação pode ser resumida em três pontos:

- Os utilizadores envolvem-se diretamente na gestão do conhecimento e no desenvolvimento dos seus próprios métodos;
- A documentação visual num local de trabalho gera um campo de conhecimento, onde a partilha de informação e a adaptação de regras e métodos irá ocorrer;
- A comunicação visual oferece duas vantagens: a autonomia e mobilidade dos empregados são aumentadas, facilitando assim a conquista da qualidade enquanto também se reduz funções de mediação improdutivas para pessoal de supervisão; a visibilidade de padrões e objetivos torna-se um fator decisivo na participação dos colaboradores nos processos a decorrer.

A comunicação visual deve ser precisa e minuciosa, sem deixar de ser simples. Os recursos gráficos e fotográficos são valiosos para alcançar esta meta; sempre que possível os textos longos devem ser substituídos por símbolos ou códigos de cores. É ainda imperativa uma boa escolha do local para a colocação destes recursos, tendo em consideração que a comunicação visual destina-se a quem usa a maquinaria, para poupar tempo e reduzir a possibilidade de ocorrência de erros. Segundo Greif (1991) podem ser identificadas quatro fases principais na criação das plataformas de apresentação visual de informação:

- Definição do campo de informação a englobar;
- Seleção dos meios a utilizar;
- Estabelecimento de um sistema que permita uma rápida atualização;
- Promoção da participação dos empregados.

Pinto (2006) afirma que o controlo visual simples de informação do chão-de-fábrica tem origem na gestão japonesa e concentra a sua atenção nas pessoas, sendo possível estabelecer diretrizes para serem tidas em atenção:

- Informação clara de como o trabalho deve ser realizado;
- Mostrar como usar e arrumar as ferramentas e materiais de trabalho;
- Indicar os níveis do controlo de inventário;
- Partilhar claramente o estado dos processos;
- Indicação para quando algum colaborador precise de ajuda;
- Alertas para áreas perigosas;
- Apoio às operações à prova de erro (*Poka-Yoke*).

Com atenção a estes pormenores o controlo visual torna-se uma ajuda valiosa para que as pessoas sejam mais capazes de controlar os processos, tornando-se mais autónomas na redução dos erros e desperdícios (Pinto 2006).

2.4.3 Outras Ferramentas *Lean* relevantes para o presente projeto

5S

O primeiro passo de qualquer implementação *Lean* e JIT deve começar pela organização, limpeza e sistematização da arrumação dos locais de trabalho. Nesse sentido a principal ferramenta a aplicar será a comummente chamada de abordagem 5S, cuja sigla tem o seguinte significado (Courtois, Martin-Bonnefois, and Pillet 2015):

- SEIRI: Arrumação, diferenciando os objetos necessários dos dispensáveis. Esta primeira etapa implica fazer uma separação dos objetos necessários e dos que não o são;

não existe benefício em manter materiais e ferramentas que apenas serão utilizados em séries reduzidas e esporádicas da produção.

- SEITON: Organização e diminuição das procuras e pausas inúteis. Nesta fase o objetivo passa pela organização dos postos de trabalho tendo em vista a melhoria da sua funcionalidade. As ferramentas e/ou documentos necessários devem estar em sítios definidos e facilmente acessíveis, e podem ainda ter as suas posições de destino assinaladas com recurso a marcações específicas e intuitivas para o operador de modo a minimizar os tempos de procura.
- SEISO: Limpeza. Este processo é paralelo a todos os outros e traduz a necessidade de criar postos de trabalho limpos e organizados, de modo a facilitar a rápida deteção de possíveis erros que possam ocorrer. Esta prática possibilita também identificar o estado de funcionamento dos equipamentos de forma mais expedita.
- SEIKETSU: Asseio, necessidade de manter os postos de trabalho organizados e limpos. Esta etapa traduz a necessidade de manter de forma continuada os esforços de limpeza dos postos de trabalho, de modo a que a implementação dos 5S não decaia ao longo do tempo e que a produção retorne a "velhos hábitos". É importante formalizar regras e normas para as funções de manutenção atribuídas a cada colaborador.
- SHITSUKE: Formação moral e controlo das implementações (Autodisciplina). A etapa final de uma iniciativa de implementação 5S passa por estabelecer um controlo da aplicação das regras definidas nos pontos anteriores, e garantir uma análise dos trabalhos de modo a conseguir a perspetiva de melhoria contínua necessária. A abordagem baseia-se num processo de auto-avaliação de modo a manter a motivação e espírito de equipa, e deve ser complementada com recurso a ferramentas de comunicação visual nos diversos postos de trabalho.

Os principais objetivos desta iniciativa são melhorar a segurança e a eficácia de processos, reduzir a taxa de avarias e desperdício e, em última análise, melhorar a qualidade dos artigos produzidos. O exercício de implementação desta solução implica o envolvimento de todos os colaboradores nesse esforço. É necessário motivar e formar os funcionários, definir uma zona piloto e fazer um ponto de situação inicial, formar a comissão de gestão e o grupo de trabalho, e quando for pertinente alargar a iniciativa aos restantes setores da organização (Courtois, Martin-Bonnefois, and Pillet 2015).

Value Stream Mapping e Value Stream Design

O *Value Stream Mapping* (VSM) é uma variação de um fluxograma de processos e permite visualizar os fluxos de valor (produtos e informação) ao longo das várias etapas produtivas, sendo uma excelente ferramenta de auxílio para a análise e desenvolvimento de soluções *Lean*. É um recurso que proporciona um melhor entendimento da organização a abordar, dos seus processos produtivos e fluxos de informação e materiais, quer no panorama atual "*as is*" quer no que se pretende conseguir de fututo "*to be*". Em particular, no caso da análise de uma produção, é uma ótima ferramenta para avaliar quais os processos que acrescentam valor aos materiais ao longo dos vários pontos. Para a construção de um VSM existem várias sugestões comuns de símbolos que podem ser usados, podendo existir adaptações. Em última análise é um ótimo meio de identificar processos e fluxos desnecessários, que devem ser reduzidos/eliminados com o intuito de aumentar a produtividade (Jacobs and Chase 2013).

Embora partilhando bases semelhantes com o VSM (como a identificação dos *Lead Times*, pontos de armazenamento de material e processos de agregação de valor), o *Value Stream Design* (VSD) destina-se a mapear o fluxo de valor sem a necessidade de partir de um estado atual, podendo basear-se apenas num conceito, e tem tendência a referir-se a horizontes de tempo maiores. Transmite uma abordagem mais simplificada a nível de simbologia mantendo

as mesmas potencialidades de identificação de problemas e oportunidades de melhoria a nível da redução dos pontos de *stock* e de produção em excesso (André et al. 2009).

De forma complementar à realização do supracitado mapeamento da cadeia de valor pode ainda traçar-se um "diagrama de *Spaguetti*", que de forma simples se traduz pela marcação dos fluxos de pessoas/equipamentos/informação sobre a planta do *Layout* onde decorrem os processos. A elaboração de diagramas deste tipo no início e no final das intervenções é uma forma simples e objetiva de avaliar os ganhos conseguidos, particularmente no capítulo da redução das deslocações e distâncias percorridas (Pinto 2014).

Diagrama de Ishikawa

Este recurso foi criado por Kaoru Ishikawa (1915-1989) e também popularizado como diagrama de Causa-Efeito (exemplo na Figura 16), faz parte do leque das sete ferramentas clássicas da qualidade em conjunto com os fluxogramas, histogramas, folhas de verificação, Análise de Pareto (ABC), gráficos de tendência e gráficos de dispersão. O objetivo principal deste recurso passa pela identificação das possíveis causas de problemas encontrados, levando a uma reflexão numa ótica de *brainstorming* que eventualmente irá conduzir à especificação dos fatores que dão origem às causas gerais dos problemas. Com base nesse esforço é possível concluir métodos para solucionar os problemas identificados (Pinto 2014).

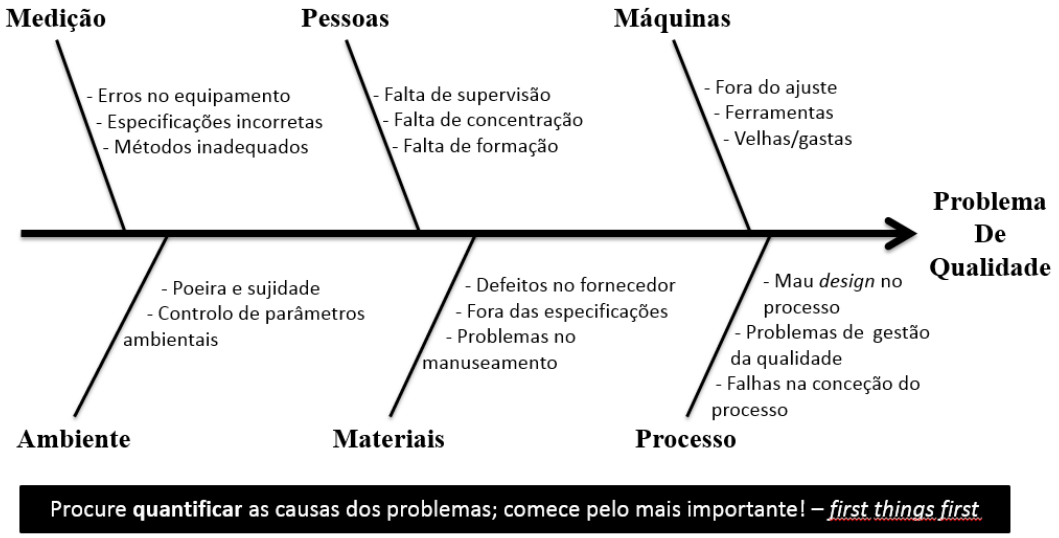


Figura 16 - Exemplo da Estrutura do diagrama de Ishikawa, in Pinto (2014)

Análise de Pareto

Outra ferramenta de gestão da qualidade e classificação de *stocks* amplamente difundida é a Classificação ABC, também conhecida como Princípio de Pareto. Baseia-se na diferenciação dos artigos em função das suas saídas anuais do inventário da organização, atribuindo-lhes uma relevância relacionada com esta classificação, muitas vezes aproximando o conceito teórico dos 80-20 (onde 20% dos artigos será responsável por 80% do valor total das saídas). Esta análise é importante para as organizações pois frequentemente condiciona as políticas de gestão que devem ser implementadas para cada tipo de artigo. Este pensamento pode ser feito com base na análise das saídas anuais do *stock* ou dos valores de cada artigo em inventário na organização, ou ainda uma combinação dos dois anteriores. Com a catalogação dos artigos em categorias é possível relacionar a sua importância no panorama de negócio da organização, sendo que não é expectável que um produto com uma posição fraca nas saídas obtenha uma posição elevada de valores em *stock*. Da mesma forma um artigo com relevância ao nível das saídas não deverá ter reduzidos níveis de inventário, podendo este facto significar uma rotura de *stock* para esse tipo de produto (Courtois, Martin-Bonnefois, and Pillet 2015).

2.5 Métricas Lean (KPI – Indicadores Chave de Desempenho)

Numa iniciativa no âmbito do *Lean Thinking* existem métricas de desempenho *Lean* pertinentes e complementares para a análise a efetuar. Estes Indicadores Chave de Desempenho ou KPI (a sigla deriva da designação em inglês, *key performance indicators*) podem ser operacionais ou financeiros, e permitem aos responsáveis de uma dada organização tomar decisões de forma fundamentada e ajustada à realidade da instituição (Pinto 2014).

Em seguida serão abordados os mais relevantes para o caso presente, entre eles: o Tempo de Ciclo, o *Takt Time*, o O.E.E. (*overall equipment efficiency*) e os conceitos relacionados como a eficiência, a disponibilidade, a ocupação e taxa de qualidade real.

2.5.1 Tempo de Ciclo, *Takt Time* e Balanceamento de Processos

O Tempo de Ciclo corresponde ao tempo decorrido entre a produção de peças sucessivas (ou por outras palavras é o tempo necessário para produzir uma peça ou realizar um serviço). No caso de vários postos sucessivos numa linha o tempo de ciclo é estabelecido pela estação/operação mais lenta, que é designada por gargalo. Esta estação gargalo será a que irá ditar o ritmo da linha de produção onde se insere, influenciando ainda a produção e os *stocks* intermédios da mesma (Pinto 2014).

$$Takt\ Time = \frac{Tempo\ disponível}{Procura} \tag{2.2}$$

Takt é um termo alemão que significa batida ou ritmo. *Takt Time* define-se como o tempo total disponível para produção dividido pelo total da procura do consumidor nesse período de tempo. Este recurso é usado para melhorar o fluxo de materiais numa ótica de entrega *Just-in-Time* do produto/serviço ao cliente; o *Takt Time* permite eliminar o risco de sobreprodução ao sincronizar a produção em função do ritmo da procura. Este indicador é usado para balancear o trabalho numa linha de fluxo contínuo, onde frequentemente resulta numa diminuição da quantidade de trabalho necessária para construir um produto. Na Figura 17 apresenta-se um raciocínio típico de balanceamento de uma linha com recurso ao *Takt* (Drew, McCallum, and Roggenhofer 2004).

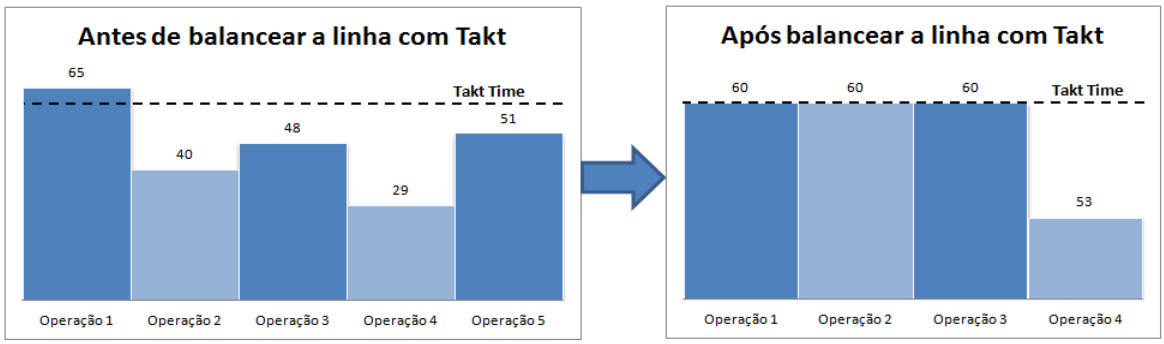


Figura 17 - Balanceamento com recurso ao *Takt Time*, in Drew, McCallum, and Roggenhofer (2004)

A abordagem normal neste método é balancear todas as estações de trabalho pelo *Takt*, menos uma (Operação 4 na Figura 17) que fica abaixo deste número. No futuro imediato esta folga permite flexibilidade para lidar com eventuais problemas do ciclo produtivo, tornando-se depois ao longo do tempo o alvo de posteriores iniciativas de melhoria contínua (Drew, McCallum, and Roggenhofer 2004).

No esforço de balanceamento dos processos o objetivo passa por garantir que todos os intervenientes num dado processo são sujeitos à mesma carga de trabalho e que produzem no mesmo tempo de ciclo; tempo de ciclo este que deve tender para o mais próximo do *Takt Time* quanto possível sem nunca o ultrapassar (Pinto 2006).

2.5.2 O.E.E. (Overall Equipment Efficiency)

Segundo Pinto (2014) o indicador OEE traduz a eficiência global de um dado processo produtivo mas ao longo do tempo tem vindo a ser generalizado a diversas aplicações fora da indústria, e conjuga três fatores essenciais:

- Eficiência (E): avalia a capacidade de cumprir os objetivos, e é normalmente orientada para sistemas humanos; o seu valor pode superar os 100% na medida em que os resultados obtidos podem superar o valor padrão.

$$E = \frac{resultados\ alcançados}{resultados\ esperados} \times 100\% \tag{2.3}$$

- Disponibilidade (D): este indicador avalia a relação entre o tempo útil e o tempo disponível.

$$D = \frac{Tempo\ útil}{Tempo\ disponível} \times 100\% \tag{2.4}$$

- Ocupação (O): traduz a relação entre a carga (L) e a capacidade (C), e deve ser sempre inferior a 100%; na medida em que a carga não poderá superar a capacidade sob pena de criar um estrangulamento do sistema, onde as filas de espera tenderão a aumentar indefinidamente resultando num serviço prestado de forma deficitária.

$$O = \frac{L}{C} \times 100\% \tag{2.5}$$

Por fim, a relação destes indicadores irá resultar na eficiência global, ou OEE, que introduz ainda um novo fator na relação na forma de Taxa de Qualidade Real (Q), este último fator traduz a qualidade existente nos processos sem considerar a necessidade de retrabalho das peças defeituosas (Pinto 2014).

$$OEE = E \times D \times Q \tag{2.6}$$

Existe a definição generalizada de objetivos para o que deve ser o resultado para cada um dos indicadores integrantes do cálculo do OEE, traduzido pela formulação do *OEE World Class* (Afefy 2013), como pode ser visto na Tabela 2.

Tabela 2 - World Class OEE, in Afefy (2013)

Fatores O.E.E.	O.E.E. World Class
Disponibilidade (D)	90.0 %
Eficiência (E)	95.0 %
Taxa Qualidade (Q)	99.9 %
OEE	85.0 %

A formulação para o cálculo do indicador OEE (Equação 2.6) traduz o quão severo este tipo de análise será, uma vez que no exemplo de todos os indicadores estarem a 90% o resultado para o OEE será de apenas 72,9%. É importante notar que cada organização é um caso particular, e será necessário adaptar os objetivos estabelecidos para a análise com recurso a este indicador. Estudos ao longo dos anos apontam que a maioria das organizações apresentam níveis de OEE perto dos 60%, abaixo do objetivo *World Class* definido para 85%; é portanto possível afirmar que a maioria das organizações opera com bastante margem para melhorias (Inc. 2012).

3 Situação atual na secção de produção de perfis de madeira

A área de intervenção do projeto é a secção de produção de perfis de madeira da empresa Bi-silque. Neste capítulo é feito o levantamento da situação atual encontrada na referida secção e são detalhados todos os pormenores relevantes para o raciocínio que é objeto da presente análise. Toda esta informação servirá de base para o futuro processo de planeamento, e para o dimensionamento e implementação das melhorias pretendidas no âmbito desta dissertação.

Primeiramente é relevante enquadrar a secção de perfis de madeira no âmbito da produção da empresa, em particular a sua posição dentro do setor Bi-casa. Na Figura 18 pode ser entendido o papel que a secção de produção de perfis de madeira analisada tem na estrutura global do setor, sendo que a principal conclusão que se pretende transmitir é o facto de na abordagem deste projeto a secção de montagem adjacente ser considerada o cliente da produção da secção de perfis de madeira estudada, uma vez que é o destino da totalidade da produção efetuada neste setor.

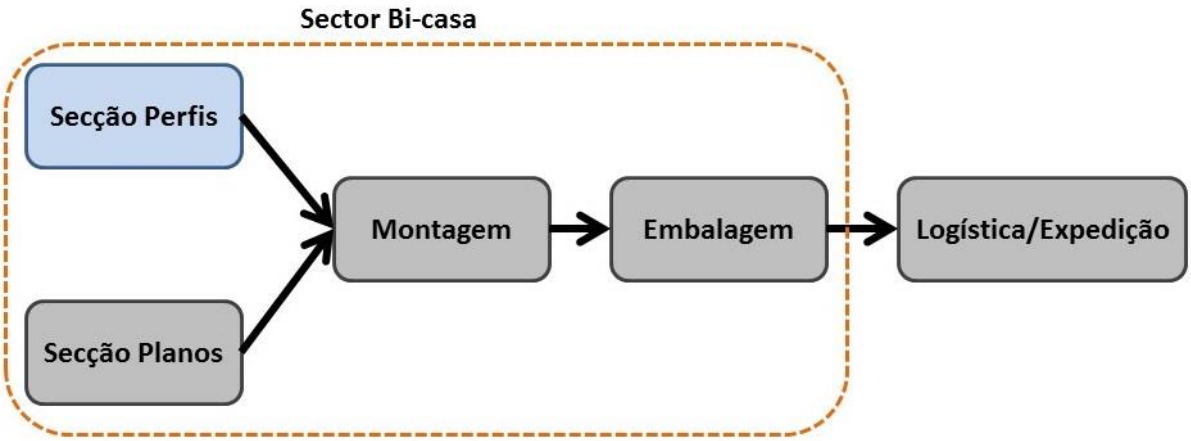


Figura 18 - Posição da Secção de Perfis analisada dentro da estrutura do setor produtivo onde está inserida

Segundo testemunhos recolhidos junto dos funcionários da secção, nos últimos anos a área afeta à secção em análise tem vindo a ser reduzida em função de objetivos transversais relacionados com o compromisso de espaço ocupado entre setores da empresa Bi-silque. Na Figura 19 é possível observar a área ocupada pela secção de perfis dentro do pavilhão em que se encontra o setor Bi-casa na empresa. Neste projeto são consideradas duas sub-secções: a secção inicial de perfilação e uma segunda de corte de perfis, cujas localizações podem ser observadas na Figura 19.

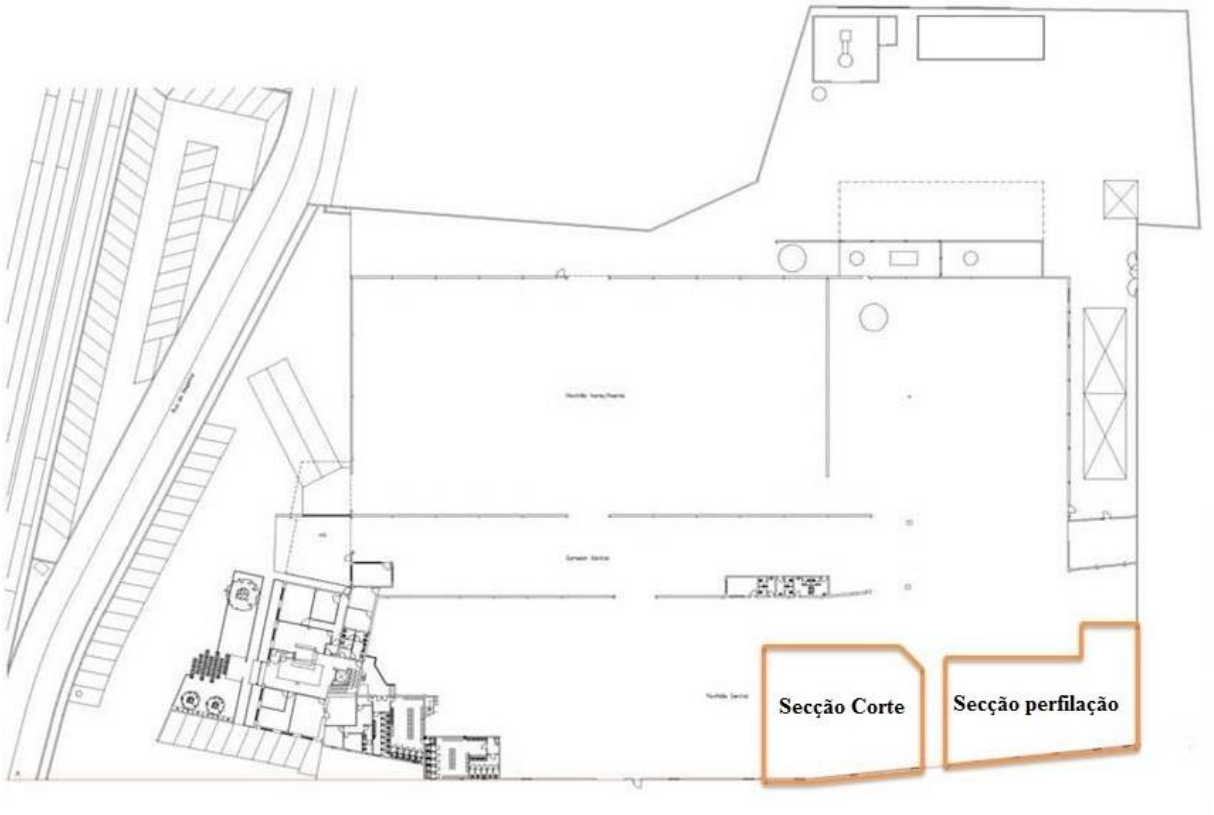


Figura 19 - Área da Secção de Perfis de Madeira dentro do setor Bi-casa

Para traduzir de forma objetiva o funcionamento da secção estudada, no Anexo A é apresentado um diagrama do tipo *Swimlane* onde são percetíveis as ações decorrentes do processo produtivo deste setor e os seus responsáveis.

Existe um colaborador encarregado pelo setor, sendo que uma das suas principais responsabilidades consiste em fazer o processamento das ordens de produção que dão entrada e posteriormente fazer a distribuição de tarefas pelos funcionários dos diferentes postos produtivos. Este funcionário gere ainda o controlo e distribuição das ferramentas necessárias aos vários equipamentos da secção (discos de corte, fresas e parafusos, entre outros componentes de uso mais esporádico); outra tarefa do encarregado da secção é a distribuição dos EPI necessários e adequados às atividades desenvolvidas.

3.1 Recursos disponíveis e Layout da secção

O primeiro foco nesta abordagem é a catalogação dos recursos disponíveis através da apresentação do *layout* inicial encontrado neste setor produtivo, como pode ser visto no Anexo B; com base neste recurso é possível efetuar uma primeira estimativa das áreas ocupadas com *stock* intermédio, que pode ser consultada na Tabela 3, em que se observa um valor aproximado de 35% de área ocupada com stocks.

Tabela 3 - Estimativa inicial da área ocupada com *stock* na secção de perfis de madeira

Análise das áreas ocupadas com stocks:		
Local:	**Armazém de Perfis**	
Área (valor aproximado)	60	[m²]
% da Área total	5,6	%
Local:	**Armazém Final ("Paus")**	
Área (valor aproximado)	129	[m²]
% da Área total	12	%
Local:	**Stock "sobras perfis revestidos"**	
Área (valor aproximado)	27	[m²]
% da Área total	2,5	%
Stock intermédio nos vários postos de trabalho:		
Unidade:	Quantidade:	Área ocupada [m²]:
Lotes madeira:	2	8
Lotes "ripas":	11	33
Lotes Perfis:	26	78
Lotes de "sobras":	5	15
Contentores "sobras":	2	2,4
Carros perfis cortados:	10	7,5
Caixotes:	44	16,5
Perspetiva global da área ocupada com stocks na linha de perfis:		
Área Total ocupada com stock:	376,4	[m²]
Área Total da linha:	1078	[m²]
% Área ocupada com stock:	**34,9**	%

Partindo da definição dos tipos básicos de *layout* feita por Pinto (2006) é possível identificar o *layout* da secção de perfis como uma base de *layout* de processo na medida em que os equipamentos e funcionários estão agrupados por processos semelhantes da atividade de produção.

De forma a promover a fácil compreensão do processo produtivo analisado, é apresentado na Figura 20 uma versão muito sucinta da cadeia de fluxo de valor presente na produção de perfis de madeira sob a forma de um diagrama VSD (*Value Stream Design*) simplificado, onde é possível observar fluxo de material, os pontos de *stock* intermédio, postos de trabalho e controlo de qualidade presentes no setor analisado.

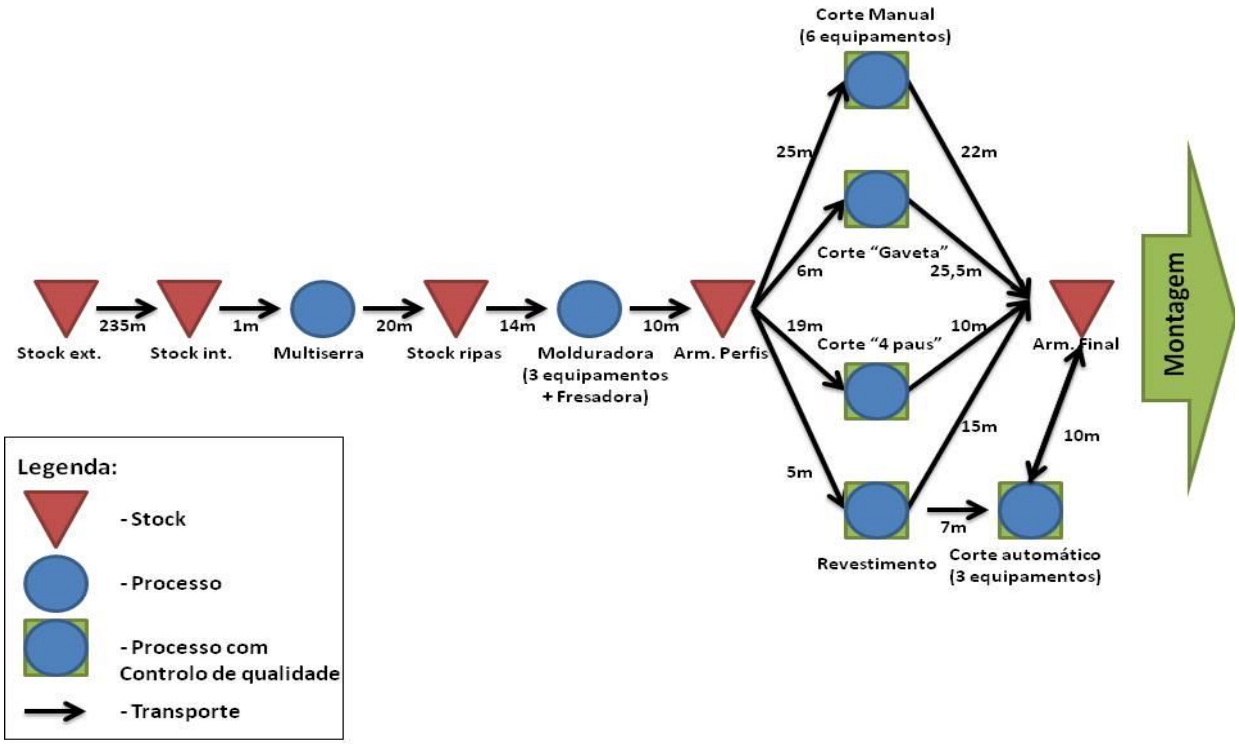


Figura 20 - VSD simplificado da secção de Perfis de Madeira

Da interpretação da informação supracitada é possível fazer uma análise mais minuciosa dos recursos e contabilizar a disponibilidade dos mesmos.

Equipamentos, Funcionários, Turnos

O próximo passo é a listagem de todos os recursos disponíveis nos aspetos técnicos e humanos. Esta quantificação de recursos pode ser observada na Tabela 4 que traduz o número de colaboradores na secção e respetivos turnos.

Tabela 4 - Turnos dos funcionários da secção

Funcionários:	
Turno:	**Nº de pessoas:**
7:00-15:30	3
8:00-17:10	15
15:30-24:00	1

Na Tabela 5 é apresentada a listagem dos equipamentos disponíveis na linha, o número de trabalhadores necessários para os operar e em quantos turnos se encontram em atividade laboral diariamente.

Tabela 5 - Equipamentos presentes na Secção de Perfis de Madeira

Equipamentos:			
Designação:	**Tipo de máquina:**	**Nº Operadores:**	**Nº Turnos diários**
MLT	Multisserra	2	1
MDL1	Molduradora	1	1
MDL2	Molduradora	1	1
MDL3	Molduradora	1	1
FRS	Fresadora	1	1
REV	Revestimento	1	1
CPM1	Corte manual	1	1
CPM2	Corte manual	1	1
CPM3	Corte manual	1	1
CPM6	Corte manual	1	1
CPM8	Corte manual	1	1
CPM9	Corte manual	1	1
CPM11	Corte automático 60/40 "Gaveta"	2	1
CPR1	Corte automático	1*	1
CPR2	Corte automático	1	1
CPR3	Corte automático	1*	1
CPR4	Corte automático - 4 paralelas	1	2

(*) - É pertinente notar na Tabela 5 que as máquinas CPR1 e CPR3 são operadas pelo mesmo funcionário.

De seguida é pertinente realizar uma análise das movimentações dos funcionários nos seus postos de trabalho, para esta análise foi útil elaborar um diagrama Spaghetti, recurso este que pode ser consultado no Anexo C. Após observação do referido diagrama, é possível identificar boas práticas já presentes na disposição atual da secção. A primeira vantagem identificada consiste na colocação paralela de quase todos os postos neste setor, o que se traduz em trajetórias paralelas dos funcionários de cada posto não havendo interseções relevantes nessas deslocações, exceto no final da linha, onde as trajetórias dos funcionários dos postos de corte manual se sobrepõem no acesso ao armazém final da secção. É possível concluir que existe uma oportunidade de melhoria na disposição do bordo de linha entre os postos de corte de perfil e a secção de montagem a seguir, sendo que este ponto de armazenamento final de perfis cortados corresponde ao fim da secção que é alvo da análise deste projeto.

3.2 Pontos de armazenamento intermédios

Seguidamente é elaborada uma reflexão acerca dos pontos de armazenamento intermédio de materiais encontrados no setor de corte de perfis de madeira.

3.2.1 Localização

Na Figura 21 pode ser observada uma simplificação baseada no *layout* disponível no Anexo B, onde estão destacados os principais pontos de armazenamento intermédio de perfis de forma a facilitar a interpretação das suas localizações. É pertinente salientar que as principais áreas no âmbito do funcionamento do setor são o Armazém de Perfis [1] e o Armazém Final dos perfis cortados [2]. Os outros pontos assinalados a verde são o Armazenamento dos rolos de revestimento e o Armazenamento de perfis revestidos para encomendas específicas, sendo o controlo destes pontos, para ambos os casos, da responsabilidade do funcionário alocado ao posto de revestimento de perfis. Com um objetivo meramente indicativo estão ainda representadas as posições maioritariamente utilizadas para colocação dos Lotes, Grades e Carros de perfis junto dos vários postos de trabalho, uma vez que também se tratam de material distribuído pela linha.

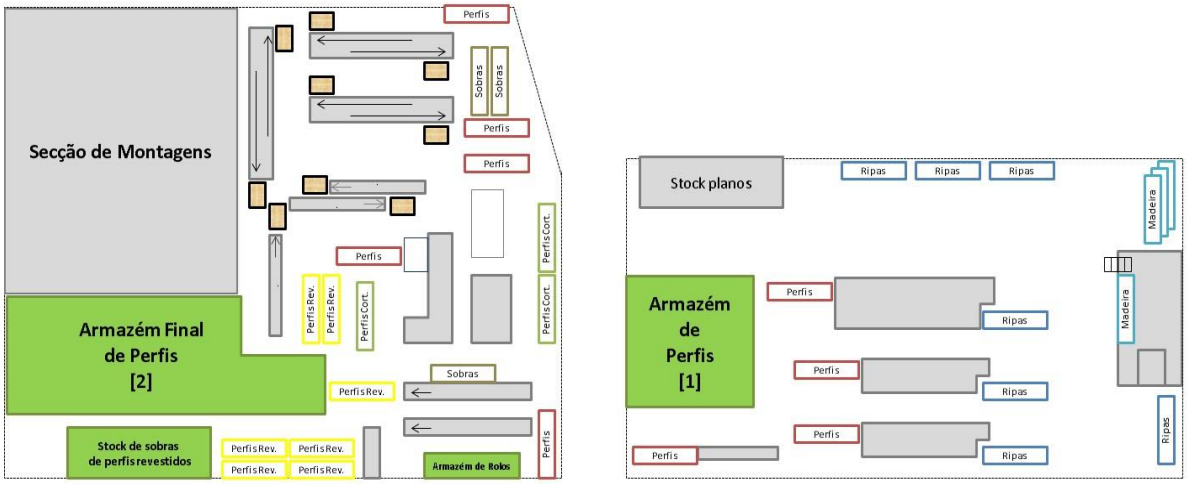


Figura 21 - Pontos de Armazenamento Intermédio de Perfis

3.2.2 Características dos produtos armazenados em cada ponto intermédio

Uma vez feita a identificação objetiva da localização dos principais pontos de armazenamento intermédio de material no setor, interessa especificar que tipo de material está presente em cada um dos referidos pontos.

No Armazém de Perfis, que pode ser observado na Figura 22, são armazenadas as grades de perfis à saída das molduradoras, estando esta zona destinada ao armazenamento de perfis após as etapas de perfilação e antes de serem requeridos pelas diferentes estações de corte. Neste ponto os perfis são agrupados e catalogados segundo os seguintes aspetos:

- Material (Pinho ou MDF maioritariamente; o processamento de outros materiais é extremamente raro e apenas para eventuais encomendas esporádicas);

- Rasgo (indentação onde irá ser encaixado o plano na secção de montagem posterior à secção analisada);

- Aro (neste ponto existem duas medidas que compreendem a altura e espessura dos perfis, que podem ser referenciadas caso seja necessário diferenciar perfis com o mesmo material e mesmo rasgo);



Figura 22 - Armazém de Perfis

Na Figura 23 é representado um exemplo de secção de um perfil com o objetivo de traduzir de forma expedita o que será entendido no âmbito deste projeto como rasgos e aros dos perfis de madeira.

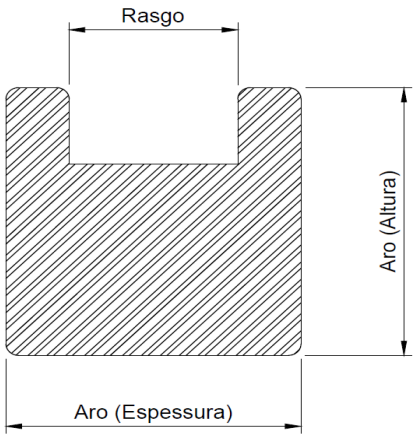


Figura 23 - Exemplo de uma secção de um perfil de madeira

Na Tabela 6 pode ser consultada a gama dos perfis mais produzidos na parte da perfilação e que posteriormente são armazenados no Armazém de Perfis.

Tabela 6 - Gama de perfis trabalhados na perfilação

Gama de perfis trabalhados nos postos de perfilação:			
Designação:	**Material:**	**Designação:**	**Material:**
Normal R9	Madeira	MDF19 aro kamashi R4; R7; R9; R10,5	MDF
Normal Rego Fino R4	Madeira	MDF16 aro fino(16,7) R4,5, R9	MDF
Magnético R5	Madeira	MDF16 aro fino(16,7) metade/metade R9	MDF
Ovalado	Madeira	MDF16 aro 22 R4,5	MDF
Liberty	Madeira	MDF16 aro 22 Acco R10	MDF
Liberty "Staples"	Madeira	MDF27 relógios R4,5	MDF
Metade / Metade R9	Madeira	MDF19 aro optimus	MDF
Mediterrâneo	Madeira	Vitrine 1 porta	MDF
Optimus Pinho	Madeira	Vitrine 2 portas	MDF
Aro 32 Cavaletes	Madeira	Tripé Ligeiro	MDF
MDF 19 aro 22 R7; R9; R10,5	MDF	Bandeja do tripé	MDF
MDF19 aro 22 metade/metade R9; R10,5	MDF	Expression 32	MDF
MDF19 aro 32 R7; R10,5	MDF	Expression 60	MDF
MDF19 aro 32 ovalado Acco R7; R10,5	MDF	Provision	MDF
MDF19 aro25 ovalado R7, R9, R10,5	MDF		

No Armazém Final de Perfis, representado na Figura 24, são armazenados os carros com os perfis já cortados segundo as especificações necessárias. Para o âmbito da abordagem deste projeto estes perfis cortados são o produto final produzido na secção estudada, sendo portanto este o ponto final do setor analisado e representa o bordo de linha face à secção seguinte do processo produtivo da empresa, a montagem dos quadros. Neste ponto de *stock* o produto mantém os três principais campos de catalogação presentes no armazém anterior (Material, Rasgo e Aro) e acrescenta um novo: o comprimento.

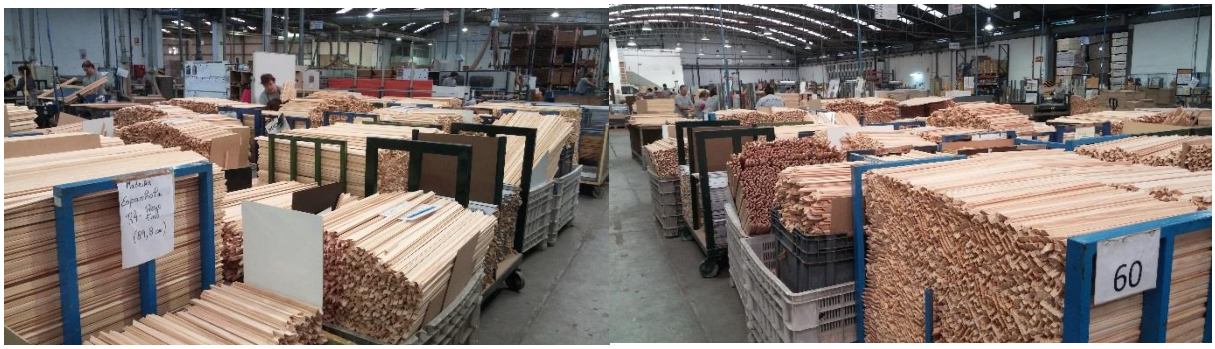


Figura 24 - Armazém Final de Perfis

Nos outros dois pontos de armazenamento identificados (Armazenamento de rolos de revestimento e Armazenamento de perfis revestidos para encomendas esporádicas, que pode ser observado na Figura 25) estão presentes os materiais referentes à atividade do posto de revestimento de perfis. Estes não serão alvo de estudo uma vez que foi observado que o controlo do material é garantido de forma satisfatória pelo funcionário alocado ao posto sem interferir com a capacidade do posto em fazer face às necessidades.



Figura 25 - Armazenamento de Sobras de Perfis Revestidos

3.2.3 Iniciativa anterior de implementação de Kanban num ponto intermédio

No decorrer da avaliação do setor dos perfis foi percebida uma tentativa anterior de implementação de um sistema *Kanban* num ponto intermédio de *stock*, nomeadamente no Armazém de Perfis. Embora essa iniciativa tenha sido posta de parte na atividade diária da produção, apresenta ideias com relevância para o presente projeto. De facto, a criação de um código de cores aplicado às grades de perfis para facilmente ser identificado o tipo de material que contêm é uma iniciativa positiva, já presente neste ponto da secção, e que irá ser mantida. Outra ideia comum a qualquer iniciativa de implementação de um sistema *Kanban* e que já se pode verificar na referida secção é um quadro onde são representadas as quantidades de produto presente neste ponto intermédio de armazenamento, embora seja discutível a solução implementada de representação por ímanes das quantidades disponíveis de material, este quadro pode ser visto na Figura 26.



Figura 26 – Tentativa descontinuada de Kanban no Armazém de Perfis

Outra oportunidade criada pela atenção dada a esta iniciativa anterior é a recolha de pareceres junto dos funcionários da secção no sentido de aferir as dificuldades que estes sentiram com esta implementação, de modo a que o planeamento do presente trabalho e suas iniciativas antevejam estas dificuldades e sejam criadas soluções mais intuitivas, numa ótica dos conceitos *Poka-yoke*.

De forma resumida as queixas mais comuns recaíam no facto de as folhas com os *Kanbans* que seriam pousadas nas grades ou carros estarem sempre a ser perdidas; outro fator negativo consistia no quadro não ser muito intuitivo e expedito de operar, o que dificultava o trabalho dos funcionários. Atualmente o quadro é apenas atualizado pelo encarregado do setor ao final de cada semana, servindo apenas uma função indicativa e não lhe está associada nenhuma relevância no controlo dos fluxos internos do setor.

3.3 Avaliação da gama de produtos na secção

Sob a perspetiva do planeamento da produção é importante catalogar o objeto produzido na secção estudada, aliando às características explanadas no ponto 3.2.2 uma noção das quantidades produzidas.

Análise ABC dos produtos

Em função de um pedido feito à direção de produção da empresa, foi fornecida a informação relativa aos dados das vendas do setor Bi-casa em todo o ano de 2014 e no ano de 2015 até ao mês de Setembro. Tendo em conta a confidencialidade dos dados da empresa, estes não serão divulgados na íntegra no presente documento, mas serão apresentados os resultados após filtragem e análise matemática dos mesmos. Foi realizada uma desmultiplicação de todos os dados das vendas para aferir qual a correspondente totalidade de perfis vendidos, uma vez que para o âmbito desta dissertação apenas são relevantes as necessidades de perfis de madeira e estes não são parte integrante de todos os produtos do setor Bi-casa. Com os dados relativos à totalidade das vendas em termos de perfis de madeira no período supracitado é possível saber a gama de perfis que foram vendidos e analisar a relevância de cada configuração face à globalidade das vendas recorrendo à reconhecida análise de Pareto que pode ser consultada na Figura 27. Na tabela apresentada no Anexo D estão explanados todos os dados que lhe serviram de base.

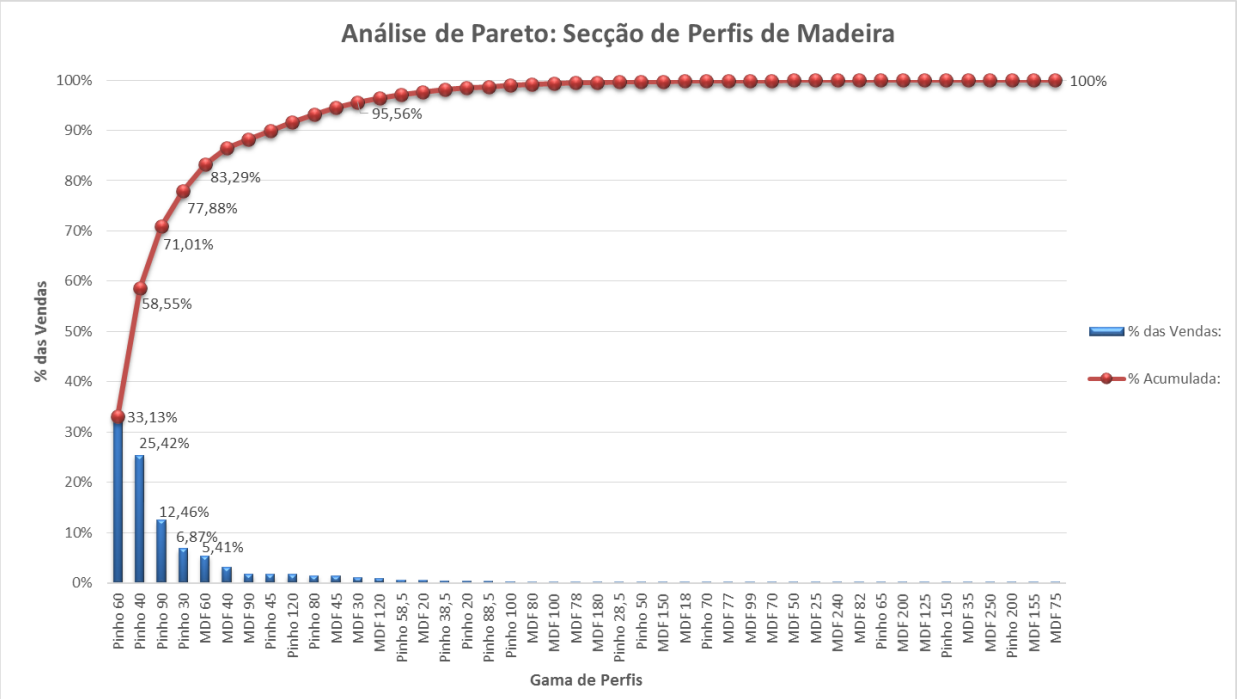


Figura 27 - Diagrama de Pareto das vendas de perfis de madeira

Refletindo sobre a análise de Pareto realizada, foi feita a divisão dos produtos em três escalões que estão explicados na Tabela 7.

Tabela 7 - Escalões de produtos na Análise de Pareto

Escalões de Produtos:		
Escalão:	**Condição para incluir configuração de perfil:**	**% das vendas**
A	Volume de vendas acima ou igual a 5% do total;	83,29%
B	Volume de vendas entre 5% e 1% (inclusive)	12,28%
C	Relevância abaixo de 1% do total das vendas	4,43%

Seguindo ainda este raciocínio é possível identificar que os produtos mais relevantes no volume de negócio da empresa segundo o ponto de vista de secção de perfis estão compreendidos nos escalões A (estes produtos representam 83,29% das vendas) e no escalão B (produtos representativos de mais 12,28% de vendas). Concluindo o pensamento é importante observar no Anexo D quais os perfis que integram os dois escalões mais relevantes A e B, sendo que os restantes irão integrar o escalão C.

3.4 Conclusão da análise inicial da Secção de Perfis de Madeira

De forma a sintetizar o raciocínio da abordagem seguida na análise da situação atual encontrada na secção de produção de perfis de madeira da empresa serão explorados neste sub-capítulo o funcionamento do sistema *Pull* presente neste setor e a forma como é realizado o controlo da qualidade na produção. No final as falhas e conclusões retiradas da análise efetuada são compiladas num Diagrama de Causa-Efeito.

O funcionamento do sistema Pull da produção

Em todos os setores produtivos da empresa está presente uma ótica transversal de utilização de um sistema *Pull* da produção, uma vez que se procura produzir com base nas encomendas que dão entrada no sistema. Este objetivo é conseguido com o processamento das encomendas a ser feito pela direção de produção, que por sua vez coordena com todos os encarregados de cada

setor produtivo os recursos necessários. Cada encarregado de setor recebe uma lista semanal com as ordens de produção que é necessário expedir e fica responsável pela coordenação dos meios sob a sua alçada para que essas metas sejam cumpridas.

Facilmente se conclui que uma implementação de um sistema *Kanban* eficiente na secção será um complemento valioso para a perspetiva de otimização deste sistema *Pull* de produção. Este sistema irá focar-se nos produtos identificados como sendo os mais relevantes no volume de negócio da empresa, mas deixará margem para as produções de encomendas esporádicas, que embora representem uma reduzida fatia do volume de negócio, são importantes na estratégia e postura da empresa face às necessidades dos seus clientes.

Controlo da Qualidade e tratamento de peças defeituosas

A responsabilidade pelo controlo da qualidade do produto recai maioritariamente nos funcionários das etapas de corte da secção, pois são eles que no momento da produção avaliam se o produto cumpre os padrões definidos pela empresa. É portanto essencial que estes funcionários estejam bem informados desses requisitos e que tenham a capacidade crítica de os aplicar de forma satisfatória. Para além desta avaliação qualitativa da produção, estes funcionários fazem a separação entre desperdício e peças defeituosas mas reaproveitáveis. Em cada posto é efetuada a separação entre estas três categorias (produto aprovado, rejeitado e desperdício ou lixo), sendo que os perfis rejeitados são separados e depois reencaminhados para operações de reaproveitamento (corte em perfil de medidas mais pequenas que cumpra os requisitos da qualidade). Estas operações de reaproveitamento são feitas principalmente nas máquinas de corte manual, mas também foi verificado que são feitas ocasionalmente nos postos de corte automático mediante indicação dos responsáveis. Um sistema de *Kanban* também irá trazer vantagens ao nível desta alocação em tempo real das atividades de cada posto, que podem compensar alguma escassez de produto ou encomenda de pequena dimensão quando estiverem com a sua produção diária finalizada.

Análise Causa-Efeito (Ishikawa) da Secção de Perfis de Madeira

Propondo sintetizar a avaliação realizada e explanada ao longo de todo o capítulo 3, é apresentado na Figura 28 um Diagrama Causa-Efeito onde são referidas as principais causas verificadas para a grande variabilidade da produção. Da análise deste recurso, e tendo em consideração a informação recolhida junto do encarregado e dos funcionários da secção, é possível afirmar que no panorama atual encontrado na secção de perfis de madeira as principais limitações encontram-se ao nível do controlo das quantidades e tipos de *stock* intermédio, e também no aspeto da organização deficitária do armazém final de perfis de madeira existem oportunidades de melhoria.

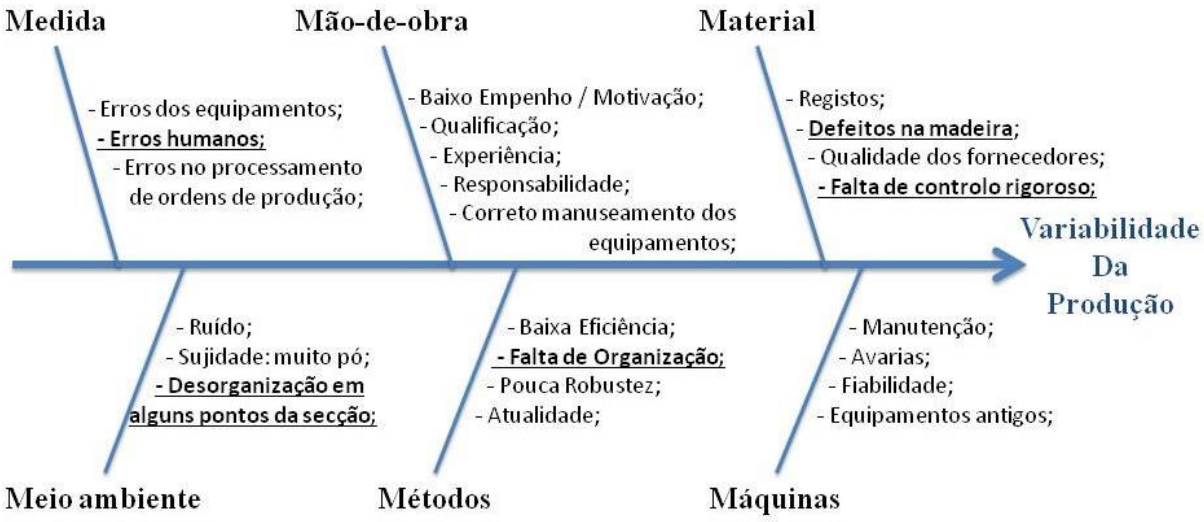


Figura 28- Diagrama Causa-Efeito para a Secção de Perfis de Madeira

No diagrama exposto na Figura 28 é possível observar as causas identificadas para a elevada variabilidade de produção presente na secção analisada, estando ainda destacadas (sublinhadas) as que foram definidas como as mais relevantes para a abordagem de melhoria que se pretende levar a cabo no presente projeto. As principais causas identificadas foram: os erros humanos associados ao controlo dos processos; a falta de organização nos métodos e no planeamento da produção; a desorganização encontrada ao longo dos diversos postos de trabalho e principalmente nos postos de armazenamento intermédio de material; e por fim o elevado número de defeitos característico do material trabalhado (madeira) e a falta de controlo das matérias-primas usadas.

Nos próximos capítulos deste documento são exploradas as soluções propostas para solucionar estes problemas principais identificados.

4 Soluções Propostas

No presente capítulo são deduzidas e explanadas as soluções apresentadas junto da direção de produção da empresa Bi-silque, com o objetivo de melhorar a produtividade do setor de produção de perfis de madeira que foi alvo deste projeto. Estando identificadas as principais causas para a variabilidade encontrada na produção do setor, pretende-se encontrar soluções adequadas às necessidades reais do setor produtivo analisado.

Tendo em conta que as principais áreas passíveis de melhoria estão relacionadas com o controlo e quantificação da produção e do WIP presente ao longo da secção, as iniciativas sugeridas têm como principal objetivo melhorar os fluxos de informação nos vários processos produtivos e aumentar o controlo do *stock* intermédio e das necessidades de produção de modo a cumprir as ordens de produção, reduzindo os vários desperdícios.

O planeamento das soluções deve resultar em soluções bastante simples do ponto de vista dos funcionários dos postos da produção, de modo a não propor mudanças demasiado radicais e complexas nas suas rotinas que possam resultar em animosidade face ao esforço conjunto de melhoria que é pretendido. As soluções devem ser fundamentadas em dados concretos e devem ser idealmente transmitidas de forma clara e objetiva a todos os intervenientes, tendo em vista uma filosofia de melhoria contínua, com uma inspiração na metodologia *Kaizen*.

A expressão *Kaizen* tem a sua origem na língua japonesa e significa "mudança para melhor", e traduz de forma simplificada a adoção de soluções e comportamentos por parte dos colaboradores de forma que as mudanças conseguidas se transformem num hábito diário no sentido de obter uma melhoria constante nos processos produtivos (Coimbra 2013).

O princípio por detrás do *Kaizen* é que *"um grande número de pequenas melhorias são mais eficientes num ambiente organizacional do que um pequeno número de benefícios de grande valor"* (Singh et al. 2013).

4.1 Avaliação da Secção de Perfis de Madeira

Da análise inicial da secção foi possível identificar a ausência de dados concretos e extensos relativos às capacidades produtivas dos vários postos de trabalho que integram a secção de perfis de madeira. Em resultado deste facto foi necessário realizar uma recolha de informação relativa à produção e às capacidades dos equipamentos e funcionários. Esta informação constituiu a base do dimensionamento de soluções no âmbito deste projeto e é uma ferramenta importante para a direção de produção no sentido de permitir uma gestão da produção mais eficaz e um melhor planeamento dos recursos deste e de outros setores da produção da empresa.

4.1.1 Aferição das Capacidades Produtivas

A recolha de informação relativa às capacidades produtivas da secção analisada baseou-se em múltiplas medições realizadas junto dos vários postos de trabalho e na compilação e recolha diária de folhas de autocontrolo preenchidas pelos funcionários nos postos. É importante referir que os autocontrolos são uma ferramenta que já se encontrava implementada na empresa, apresentando no entanto diversas lacunas de preenchimento (quer a nível de não serem

completamente preenchidos ou não serem feitos todos os dias por parte de alguns funcionários). Foi feito um esforço no sentido de esclarecer os colaboradores relativamente às dúvidas que estes tinham do processo de preenchimento, e foi ainda explicada a importância da informação e da assiduidade na entrega destes recursos. Com esta iniciativa foi possível recolher informação objetiva e relativa a mais de quatro meses de produção.

De forma a sintetizar e melhor analisar a cadeia de valor presente na linha, foram elaborados dois VSD que podem ser consultados nos Anexos E e F, traduzindo cada um deles o fluxo de valor e as etapas de produção que os perfis sofrem durante a produção. O Anexo E traduz o fluxo que um perfil de pinho sofre no processo produtivo, e o Anexo F traduz informação semelhante ao primeiro mas para o caso de um perfil de MDF. Em ambos os diagramas é possível observar as etapas a que cada tipo de perfil pode ser submetido. Existem particularidades na medida em que normalmente apenas os perfis de MDF passam pela etapa de revestimento, ou ainda o facto de nas máquinas de "Gaveta" (CPM11) e na de "4 Paralelas" só serem cortados perfis de madeira (Pinho). É importante notar que estas regras podem ser quebradas por duas razões principais: ou por exigência do cliente (por exemplo o cliente encomendar um produto com perfil de madeira mas que seja revestido); ou por necessidades/ruturas de *stock* de um dado tipo de perfil e este tenha que ser feito em postos onde normalmente não passaria; ambas as situações são esporádicas.

Após concluir o trabalho de recolha de informação foi possível compilar dados relativos a todos os postos integrantes da secção de produção de perfis de madeira, os quais são apresentados no Anexo G, sendo possível identificar diversa informação relacionada com a capacidade produtiva dos equipamentos, desde das cadências produtivas médias e máximas para cada posto, até ao Tempo de Ciclo e percentagem de defeitos associados às várias configurações possíveis para a produção da secção analisada.

Existem particularidades que devem ser tidas em conta na leitura da informação presente no Anexo G. O principal pormenor é a diferença entre o que é considerado um perfil na etapa de perfilação e um perfil nas etapas de corte. Durante a perfilação considera-se que um perfil consiste no produto intermédio obtido depois de trabalhado nas Molduradoras (ou Fresadora em casos esporádicos), onde que é criada a secção pretendida e mantém um comprimento grande que depende da matéria-prima utilizada e que pode ser consultado na Tabela 8. É importante esclarecer que a matéria-prima aqui descrita como Perfilação Externa consiste normalmente em madeira de Pinho que é comprada já com o trabalho de perfilação realizado e com a secção esperada, sendo diretamente utilizada nas etapas de corte sem passar pelas etapas de perfilação internas da empresa.

Tabela 8 - Comprimento das tábuas e dos perfis à saída da perfilação, consoante a matéria-prima utilizada

Comprimento das tábuas:	
Tipo de madeira:	Comprimento: [metros]
Pinho	**2,64**
MDF	**2,74**
Perfilação Ext.	**2,5**

Na etapa de corte de perfil considera-se que um perfil traduz um produto com mais valor acrescentado, na medida em que esta designação nestes postos de trabalho já traduz um produto acabado sob o ponto de vista da secção de perfis de madeira, uma vez que já foi cortado para a medida pretendida e já foram passadas as inspeções da qualidade realizadas pelos funcionários desses mesmos postos de trabalho da etapa de corte.

4.1.2 Identificação das Necessidades de Perfil

De forma complementar à avaliação das capacidades produtivas dos postos da secção estudada, foi efetuado um levantamento de informação relativo às necessidades de produto. Este raciocínio foi elaborado com base em informação recolhida junto da direção de produção da empresa, informação esta relativa às vendas de produto do setor Bi-casa durante um horizonte temporal englobando o ano de 2014 completo e o ano de 2015 até ao mês de Setembro inclusive.

A referida informação das vendas foi alvo de um extenso processo de filtragem, uma vez que para o âmbito da análise do presente projeto interessam apenas as necessidades sob a forma dos perfis utilizados, e consegue-se assim salvaguardar os interesses da empresa em não divulgar informação específica acerca dos seus produtos finais e vendas relacionadas. Esta análise baseou-se numa desmultiplicação das quantidades de produtos acabados, conseguindo-se assim traduzir os dados em termos das necessidades de perfis usados nesses produtos de forma global.

De forma complementar, este tipo de análise permitiu identificar na sua totalidade a gama de perfis requerida (esta análise constituiu um pedido adicional da direção de produção e fora do âmbito inicial do projeto). Os resultados completos desta análise podem ser consultados no Anexo H, sendo apresentados na Tabela 9 os dados relativos aos perfis com maior expressão, que integram o escalão A dos produtos representando 80,73% das vendas totais.

Tabela 9 - Análise das necessidades de perfis do Escalão A dos produtos

Mat.	Comp.	Rasgo	Tipo de perfil	Soma [perfis]	Média [perfis]	Desvio-padrão [perfis]	% das Vendas	% Acumulada	Escalão
Pinho	60	9	Normal	2725606	129790,76	28637,55	23,65770%	23,65770%	A
Pinho	40	9	Normal	1930314	91919,71	26903,38	16,75473%	40,41243%	A
Pinho	90	9	Normal	1054938	50235,14	11755,69	9,15665%	49,56907%	A
Pinho	40	4,5	Rego fino	910064	43336,38	20384,50	7,89917%	57,46824%	A
Pinho	60	4,5	Rego fino	865982	41237,24	20030,10	7,51655%	64,98479%	A
Pinho	30	9	Normal	529926	25234,57	12854,98	4,59965%	69,58444%	A
Pinho	30	4,5	Rego fino	239208	11390,86	4255,74	2,07628%	71,66071%	A
Pinho	90	4,5	Rego fino	200538	9549,43	2375,04	1,74063%	73,40134%	A
Pinho	45	9	Normal	173594	8266,38	4028,07	1,50676%	74,90810%	A
Pinho	80	9	Normal	138186	6580,29	3439,35	1,19943%	76,10753%	A
MDF	60	9	MDF16 Aro 16	136592	6504,38	4875,81	1,18559%	77,29312%	A
MDF	40	4,5	MDF16 Aro 16	135834	6468,29	5024,67	1,17901%	78,47213%	A
MDF	60	10,5	MDF19 Aro 22	133134	6339,71	1908,37	1,15558%	79,62771%	A
MDF	60	4,5	MDF16 Aro 22	126760	6036,19	2693,80	1,10025%	80,72796%	A

Na análise efetuada, foi possível estabelecer um novo raciocínio de análise de Pareto das vendas de produto, tendo desta vez especificado as caraterísticas de cada perfil para além de apenas material e comprimento de corte (desta vez foram ainda considerados o modelo do perfil e o rasgo). A maior especificação na definição dos perfis aumenta a gama para 222 combinações diferentes verificadas. Com base neste raciocínio é possível desde logo identificar aspetos relevantes e definir algumas conclusões.

A principal conclusão permite identificar que 14 tipos de perfis (6,31% das 222 combinações totais verificadas) são responsáveis por 80,73% das vendas (Escalão A), e deste grupo os 8 perfis mais relevantes (englobam 73,40% das vendas totais) coincidem com os dois postos de trabalho com mais capacidade de produção, as máquinas CPM11 ("Gaveta") e CPR4 ("4 Paralelas").

Foram ainda definidos os escalões B e C de produtos, o primeiro responsável por 15,85% das vendas e englobando os 55 tipos de perfis (24,78% das 222 combinações totais constatadas) que apresentavam uma relevância nas vendas entre 0,1% e 1%. O último grupo, escalão C, inclui os restantes perfis e representa apenas 3,42% das vendas totais. Esta informação pode ser consultada de forma detalhada na tabela exposta no Anexo H.

4.2 Melhoria das capacidades produtivas

Uma vez realizada a avaliação da secção de perfis sob a forma da análise das capacidades produtivas e das necessidades de produto por parte dos clientes, foram projetadas sugestões de melhoria no processo produtivo com base nessa análise de dados.

4.2.1 Definição dos Objetivos Produtivos a curto prazo e novos *Layouts*

Com base na análise das necessidades de produto realizada anteriormente, e considerando a importância que cada um dos produtos identificados apresenta no volume de negócio verificado para o setor analisado, é possível estabelecer objetivos semanais para a produção de forma a manter sempre um nível mínimo de *stock* adequado para fazer face às necessidades da produção.

Com recurso à divisão da gama de produtos em escalões da análise ABC elaborada anteriormente (Anexo H), foram estabelecidas diferentes análises para os perfis de cada um dos escalões consoante a sua relevância. Para os produtos integrantes do escalão A foi calculado um *stock* de segurança, com recurso à aproximação do *Lead Time* e contando ainda com o desvio-padrão associado às necessidades mensais desses produtos.

Em seguida foram definidos os objetivos para os produtos do escalão B, que apresentam uma importância no volume das vendas muito inferior ao escalão A, mas que não pode ser descurada. Com efeito concluiu-se que é pertinente manter um nível de *stock* de alguns tipos destes perfis, e relativamente aos objetivos semanais aplicar um raciocínio semelhante ao *Kanban*, na medida em que se propõe uma ferramenta de Gestão Visual, um quadro indicativo dos níveis de material que devem estar sempre presentes na secção, e a produção de um dado tipo de perfil deve ser iniciada quando esse material em armazém for gasto. No Anexo I é possível observar a proposta para esta ferramenta de Gestão Visual, criada com base nos valores de perfis resultantes desta análise.

No final desta abordagem é pertinente referir que todos os produtos integrantes do que foi definido como escalão C apresentam quantidades mensais demasiado pequenas, na medida e que a sua produção fica inteiramente alocada ao método *Make-to-order*, ou seja, apenas são produzidos quando as encomendas dos clientes os requererem.

Reorganização do Layout do ponto de armazenamento final da secção

Em resultado da definição das quantidades de perfil ideais a serem mantidas semanalmente, é possível elaborar uma sugestão para um novo *layout* que permita melhorar as limitações apontadas na análise à situação encontrada (Anexos B e C), particularmente ao nível do ponto de armazenamento final da secção de perfis.

Considerando apenas as particularidades da área produtiva analisada, seria desejável alargar esta área de armazenamento de material a toda a largura da secção, reduzindo o seu comprimento, tal como pode ser consultado na proposta de *layout* apresentada no Anexo J. Pela

observação do bordo de linha entre as etapas de corte da secção de perfis e da secção de montagem, constata-se que o processo de mudança de *layout* sugerido implicaria uma mudança considerável na secção de montagem em termos de movimentação de máquinas. Em conjunto com a direção de produção da empresa foi concluído que embora a sugestão apresentasse noções válidas em termos de melhoria das deslocações dentro da secção de perfis, as mudanças ao nível da secção de montagem não eram pretendidas.

Em função desta impossibilidade de fazer alterações na zona de montagem foi elaborada uma nova proposta de *layout* que pode ser consultada no Anexo K. Desta vez a área ocupada pela montagem mantém-se inalterada face à situação atual, recaindo o foco da iniciativa na arrumação da zona e na criação de zonas específicas para os tipos de perfis com mais significância identificados anteriormente no âmbito deste projeto. De forma complementar à iniciativa sugerida foi proposta a marcação das áreas exclusivas para os carros de cada tipo de perfil (marcações feitas no chão, delimitando as áreas pretendidas). Estas marcações constituem mais uma ferramenta de Gestão Visual pertinente para controlo da organização das zonas de produção e facilitam a transmissão de informação para os colaboradores dos postos de trabalho. É importante salientar que o consumo dos carros de perfis terminados por parte da montagem deve ser feito seguindo a noção FIFO (*first in, first out*), garantindo assim que os carros colocados primeiro no ponto de armazenamento de perfis final sejam os primeiros a serem consumidos pela montagem.

4.2.2 Cálculo do OEE (Overall Equipment Efficiency)

Outro ponto importante para o presente projeto foi o dimensionamento e cálculo da avaliação dos postos produtivos através do indicador OEE. Este indicador traduz o aproveitamento dos recursos de cada equipamento, uma vez que avalia a eficiência da sua utilização relacionando três variáveis: a eficiência, a disponibilidade e a qualidade (Pinto 2014).

Neste projeto foram recolhidos os dados necessários para realizar este tipo de análise a todos os equipamentos da secção de perfis de madeira estudada, e os resultados podem ser consultados na Tabela 10 e na Tabela 11.

Da análise para o cálculo do índice OEE para os postos de perfilação, cujos resultados podem ser vistos na Tabela 10, é importante notar que o equipamento multi-serra não foi alvo deste tipo de abordagem, por trabalhar um número de horas inconstante ao longo da semana, uma vez que só opera quando é necessário de forma a ter sempre material disponível para abastecer as molduradoras em função das necessidades que são determinadas pelo encarregado da secção.

Tabela 10 - Índice OEE para os postos de perfilação

Posto:	Material perfil:	E (Eficiência):	D (Disponibilidade):	Q (Qualidade):	Índice OEE:
Fresadora	MDF	56,18%	56,25%	98,61%	31,16%
Molduradora 1	Pinho	60,19%	67,71%	99,13%	40,40%
Molduradora 1	MDF	64,10%	64,06%	98,50%	40,45%
Molduradora 2	Pinho	58,89%	80,03%	99,51%	46,90%
Molduradora 2	MDF	68,73%	68,75%	98,62%	46,60%
Molduradora 3	Pinho	53,19%	53,13%	99,02%	27,98%
Molduradora 3	MDF	51,32%	62,50%	97,78%	31,36%

Na Tabela 11 podem ser consultados os valores recolhidos referentes aos postos de corte de perfil.

Tabela 11 - Índice OEE para os postos de corte de perfil

Máq.:	Mat.:	Comp.: [mm]	E (Eficiência):	D (Disponibilidade):	Q (Qualidade):	Índice OEE:
CPR4	Pinho	300	41,94%	96,88%	92,38%	37,53%
CPR4	Pinho	400	36,82%	95,13%	91,71%	32,12%
CPR4	Pinho	600	48,03%	99,65%	88,64%	42,43%
CPR4	Pinho	900	59,85%	99,03%	90,59%	53,69%
CPM11	Pinho	400	57,96%	96,94%	82,61%	46,41%
CPM11	Pinho	600	59,71%	92,47%	82,61%	45,61%
CPR2	Pinho	400/400, 600/400, 900	67,20%	99,08%	83,62%	55,68%
CPR1	MDF	Diversos	62,73%	91,30%	79,17%	45,34%
CPR3	MDF	Diversos	48,92%	72,57%	79,17%	28,10%
CPM1	Ambos	Pequenos	47,53%	94,92%	62,07%	28,00%
CPM1	Ambos	Médios	71,43%	94,92%	62,07%	42,08%
CPM2	Ambos	Pequenos	71,62%	98,05%	62,07%	43,59%
CPM2	Ambos	Médios	75,34%	98,05%	62,07%	45,85%
CPM2	Ambos	Grandes	58,84%	98,05%	62,07%	35,81%
CPM3	Ambos	Pequenos	36,12%	97,99%	62,07%	21,97%
CPM3	Ambos	Médios	48,60%	97,99%	62,07%	29,56%
CPM3	Ambos	Grandes	41,09%	97,99%	62,07%	24,99%
CPM6	Ambos	Pequenos	61,90%	96,46%	62,07%	37,06%
CPM6	Ambos	Médios	59,97%	96,46%	62,07%	35,90%
CPM6	Ambos	Grandes	65,43%	96,46%	62,07%	39,17%
CPM8	Ambos	Pequenos	69,56%	98,39%	62,07%	42,48%
CPM8	Ambos	Médios	64,00%	98,39%	62,07%	39,09%
CPM8	Ambos	Grandes	85,38%	98,39%	62,07%	52,15%
CPM9	Ambos	Pequenos	78,98%	97,02%	62,07%	47,56%
CPM9	Ambos	Médios	51,34%	97,02%	62,07%	30,92%
CPM9	Ambos	Grandes	88,30%	97,02%	62,07%	53,17%

Aquando da aferição das capacidades produtivas constatou-se uma grande diferença entre os valores médios das cadências produtivas e os seus valores máximos verificados. Para a definição dos indicadores integrantes do raciocínio de cálculo do Índice OEE explanado foram definidos como os objetivos a atingir os valores máximos de produtividade verificados atualmente. Para o futuro, e partindo da premissa que estes índices OEE calculados irão ser melhorados, poderá ser necessário redimensionar estes objetivos (aumentando-os), numa perspetiva de melhoria contínua.

4.2.3 Avaliações e ações complementares de melhoria realizadas

Neste sub-capítulo são descritas outras iniciativas realizadas de forma complementar às ações de melhoria propostas anteriormente, com o intuito de aumentar a produtividade da secção de perfis.

Implementação de um segundo turno na máquina CPM11

Uma iniciativa empreendida no decorrer do projeto na empresa, foi a implementação de um segundo turno na máquina de corte CPM11. Esta ação é justificada pela análise de produto

elaborada anteriormente, da qual foi possível concluir que os produtos realizados neste posto de trabalho representam 55,83% das vendas.

Esta máquina trabalha os perfis de Pinho com rasgos de 9mm e 4,5mm, para os comprimentos de 40 cm e 60 cm, sendo que estas combinações de perfis ocupam o primeiro, segundo, quarto e quinto lugares das vendas de perfis estudadas. É possível afirmar que este posto traduz um recurso muito importante para a empresa, pelo que foram analisados os efeitos da implementação do segundo turno, do qual se esperam obter ganhos produtivos não só pela duplicação das horas de trabalho do posto, mas também pelas questões psicológicas associadas ao saudável aumento da competitividade entre os funcionários de cada turno por fazerem um bom trabalho. Na Tabela 12 podem ser observados os valores recolhidos da produtividade do posto durante os três meses que antecederam a iniciativa.

Tabela 12 - Dados da produção da máquina CPM11 antes da implementação do 2º turno

Valores recolhidos nos 3 meses antes da implementação:				
Comp.: [mm]	**Produção: [Perfis/dia]**	**Produção máx.: [Perfis/dia]**	**Tempo de trabalho diário: [h]**	**% defeitos:**
400	4394,42	6900	07:44:40	17,39%
600	9952,33	16178	07:21:54	17,39%

O segundo passo desta análise passou por recolher dados da produção após a referida implementação de um novo turno de trabalho no posto. Estes valores podem ser consultados na Tabela 13, e representam a análise dos dados referentes ao mês de Dezembro, uma vez que a implementação se deu nos últimos dois dias do mês de Novembro, após um período de formação dos novos funcionários para as atividades que iam efetuar.

Tabela 13 - Dados da produção da máquina CPM11 após a implementação do 2º turno

Valores recolhidos no mês após a implementação do 2º turno:				
Comp.: [mm]	**Produção diária: [Perfis/dia]**	**Produção máxima: [Perfis/dia]**	**Tempo de trabalho diário: [h]**	**% defeitos:**
400	4565,55	8500	07:31:52	16,81%
600	10023,81	17200	07:24:00	16,81%

Finalmente é importante comparar as produtividades registadas, e estes resultados são apresentados na Tabela 14.

Tabela 14 - Variação da produção do posto CPM11 após implementação do 2º turno

Variação da produção após implementação do 2º turno:				
Comp.: [mm]	**Produção diária:**	**Produção máxima:**	**Tempo de trabalho diário: [h]**	**% defeitos:**
400	**3,89%**	**23,19%**	**-2,75%**	**-3,35%**
600	**0,72%**	**6,32%**	**0,48%**	**-3,35%**

Conclui-se que foram conseguidos ganhos relevantes na produtividade, não só porque foram duplicadas as horas de trabalho do posto, mas também porque foi possível observar e registar ganhos na produção de cada um dos turnos individualmente tal como é explanado na Tabela 14. Foram registados ganhos quer na produção diária e produção máxima verificadas, como foi notada ainda uma ligeira redução da percentagem de produtos defeituosos.

Análise dos ganhos produtivos conseguidos com o uso de matéria-prima perfilada

Da abordagem anteriormente referida de análise da implementação de um segundo turno no posto CPM11, foi observado que existiam variações consideráveis na produção do posto, apesar de estar sempre a operar em condições semelhantes, durante o mesmo tempo e sem avarias registadas. Aliando este facto com a recolha do parecer dos funcionários do posto e do encarregado da secção, iniciou-se uma análise da influência que o tipo de matéria-prima tinha na produção diária.

Existem dois grandes tipos de matérias-primas utilizadas neste posto do corte, a madeira de Pinho já perfilada externamente e que pode ser diretamente aplicada aos postos de corte, e a madeira de Pinho perfilada internamente na secção de perfis da empresa, da qual existem vários fornecedores, mas para o presente exercício não serão analisadas as pequenas variações introduzidas por este fator.

Refletindo sobre as particularidades das operações deste equipamento, este apresenta um processo diferente de todos os outros equipamentos da zona de corte de perfil. Esta máquina opera por ciclos de corte, que consistem numa primeira fase em que os funcionários do posto fazem a seleção e introdução dos perfis na gaveta de corte do equipamento, e por fim na segunda fase que traduz a "passagem" da gaveta onde os perfis foram colocados, é aqui que se realiza o corte dos perfis. A máquina está dimensionada para incluir 56 perfis de cada vez, e tem vários discos de corte colocados ao longo do comprimento do plano onde são colocados os perfis. Desta configuração resulta que a cada ciclo de corte os 56 perfis inseridos no equipamento são cortados em dois perfis com 40 cm de comprimento e três perfis de 60 cm, caso os perfis inseridos tenham um comprimento suficiente (que deve ser superior a 2,6 metros).

Para esta análise foram isolados e separados os dados relativos aos dias em que o posto em análise operava com cada um dos tipos de madeira, ao longo do mês de Dezembro de 2015. A informação foi compilada relativamente à diferenciação da produtividade do posto entre os dias em que se trabalhou com cada um dos tipos de matéria-prima, e o resultado desta abordagem pode ser consultado na Tabela 15.

Tabela 15 - Variação da produção do posto CPM11 com o uso de madeira perfilada externamente em relação à perfilada internamente

Variação da produção do posto CPM11 com o uso de madeira perfilada externamente:			
Perfil:	**Cadência de produção:**	**Melhor cadência:**	**% defeituosos:**
Pinho 40	**32,8%**	**30,8%**	**-36,0%**
Pinho 60	**105,6%**	**115,0%**	**-36,0%**

Em virtude da análise efetuada, foi possível concluir que a utilização da madeira comprada já com o processo de perfilação realizado externamente à empresa permite obter ganhos produtivos, bem como influencia positivamente a percentagem de produtos defeituosos produzidos. Este tipo de madeira apresenta menos imperfeições, e permite que os funcionários realizem as operações de seleção dos perfis a serem colocados na máquina mais rapidamente, o que em última análise se traduz na redução do Tempo de Ciclo e aumento do número de ciclos de corte da máquina ao longo da sua atividade produtiva.

A grande diferença nos ganhos produtivos verificados entre os perfis de comprimento 40 e os de 60 é explicada pela particularidade da operação desta máquina, que corta cada um dos 56 perfis inseridos em 3 perfis de 60mm e dois perfis de 40mm. A madeira analisada (perfilada externamente, exemplo na Figura 29) apresenta um comprimento inferior à madeira perfilada dentro da empresa, os perfis desta madeira têm um comprimento de 2,5 metros, em oposição aos 2,64 metros apresentados pela solução de perfilação interna. É importante notar que este comprimento de 2,5 metros impossibilita que se aproveite a totalidade dos cortes efetuados pela máquina, pelo que ao utilizar este tipo de madeira cada passagem apenas corta os perfis

introduzidos em três de 60 cm de comprimento e um de 40 cm. Conclui-se que em cada passagem irão ser produzidos três vezes mais perfis de 60 do que de 40, e este é um fator importante para que o ganho em termos de cadência de produção dos perfis de 60 cm tenha sido mais do tripo do ganho associado aos perfis de 40.



Figura 29 - Grade de madeira perfilada externamente

Apesar da produção inferior de perfis de 40 cm em cada ciclo de corte da máquina, os resultados obtidos corroboram a premissa inicial de que na globalidade do tempo do turno, são conseguidos ganhos consideráveis com o recurso à utilização da madeira perfilada externamente, uma vez que este material permite realizar mais ciclos de corte ao longo do turno.

Foram ainda registadas as quantidades compradas desta matéria-prima (madeira perfilada externamente) ao longo de mais de dois meses. Foi possível calcular uma média de 28117 perfis deste tipo de madeira comprados semanalmente, sendo sempre madeira de Pinho, em diferentes combinações dos rasgos de 4,5 mm e 9 mm.

Colocação de sinal luminoso na fronteira entre a perfilação e o corte

Ao longo das medições e análises realizadas junto dos postos de corte de perfil foi possível observar que existem quebras ocasionais de produção motivadas pela falta de perfis para serem cortados e pela necessidade dos funcionários se ausentarem do seu posto de trabalho para irem chamar um empilhador para movimentar as grades de perfis necessárias.



Como solução simples para este problema foi sugerido junto da direção de produção da empresa a colocação de um sinal luminoso no bordo de linha entre a zona de perfilação e a zona de corte de perfil (o local para a colocação desta ferramenta de Gestão Visual pode ser consultado na proposta de *Layout* apresentada no Anexo K).

Esta sugestão foi recebida com interesse por parte da empresa, mas a sua implementação, apesar de simples, foi adiada para uma altura em que existam outras ações de melhoria que impliquem mudanças físicas na secção de corte de perfis. Na Figura 30 pode ser observado o exemplo de um recurso semelhante ao que foi proposto, num outro ponto da fábrica pertencente ao setor dos alumínios (Bi-office).

Figura 30 - Exemplo de sinal luminoso

Medição SMED nos tempos de Setup das molduradoras

Um dos objetivos traçados inicialmente consistia na avaliação e redução dos *setups* das molduradoras do setor de perfilação utilizando uma abordagem SMED. Nesse sentido foram feitas duas medições dos tempos e atividades envolvidos na mudança de ferramentas e configurações das máquinas entre a produção de tipos diferentes de perfis. Foi ainda realizada

a divisão das atividades envolvidas entre tarefas internas e externas, que pode ser consultada no Anexo L.

Da análise efetuada foi possível identificar boas práticas já garantidas pelo responsável da secção, como a preparação das fresas necessárias ao processo e a colocação próxima das máquinas das ferramentas requeridas para fazer os ajustes. As oportunidades de melhoria identificadas recaem na normalização das tarefas necessárias e na redução das tarefas de medição e ajustes no final dos processos de mudança. Uma dificuldade a ter em conta é o facto de não haver uma ordem para produção dos perfis, ou seja, a atribuição dos perfis a serem produzidos nas máquinas está em constante mudança e depende das encomendas semanais, não existindo uma ordem estabelecida de passagem do trabalho de um tipo de perfil para outro.

Seguidamente foi realizada uma estimativa das necessidades de utilização mínima das molduradoras, para cumprir as necessidades de produção calculadas anteriormente neste projeto. Para este raciocínio foram estabelecidas como metas de produção as necessidades mensais de perfil, e foram ainda tidos em conta todos os tempos de *setup* necessários consoante as mudanças de tipo de perfil verificadas. Foi estipulado um tempo de uma hora para cada um desses *setups*, apesar de a média calculada com base nas observações para o tempo de uma mudança de configuração nas molduradoras ser inferior. Os resultados da estimativa realizada podem ser consultados na Tabela 16.

Tabela 16 - Utilização mensal mínima das molduradoras para cumprir as necessidades mensais de perfil

Utilização mensal mínima dos equipamentos:		
Máquina:	% Tempo utilizado:	% Tempo livre:
MDL 1:	68,07%	31,93%
MDL 2:	65,12%	34,88%
MDL 3:	0%	100,00%
Utilização global das molduradoras:		**49,36%**

É possível concluir que existe bastante folga de capacidade nos equipamentos analisados. Contudo é preciso ter em conta que não foi descontada a compra de madeira perfilada externamente, o que iria reduzir ainda mais as necessidades mensais de trabalho das molduradoras.

Com base nos resultados obtidos da análise da utilização das molduradoras e na observação e acompanhamento dos processos produtivos da secção de perfis de madeira ao longo do projeto, conclui-se que uma redução dos tempos de *setup* destes equipamentos não constitui uma prioridade face à situação atual encontrada, uma vez que estes equipamentos estão semanalmente várias horas inativos e os seus funcionários alocados a outras áreas da empresa mais congestionadas. Esta iniciativa foi portanto descontinuada no âmbito deste projeto.

4.3 Criação de Relatório Diário da Produção para o Corte de Perfil

Em função da necessidade anteriormente identificada de criar mais ferramentas de controlo dos processos, dos níveis de WIP e de produto acabado presentes ao longo da secção produtiva analisada, foi proposta junto da direção de produção a criação de um relatório de produção diário para a zona do corte de perfil. A proposta apresentada integrava dois tipos de impressos a serem preenchidos pelos colaboradores: o registo de corte de perfil e o relatório diário pretendido com esta medida. Os impressos podem ser consultados no Anexo M.

Com o registo de corte de perfil pretende-se que os funcionários de cada posto de corte manual registem as mudanças no tipo de perfil que estejam a produzir, onde constam as informações relativas ao tipo de perfil e a quantidade produzida. Uma vez que os funcionários já efetuam a

contagem de perfis atualmente ao longo da sua atividade diária para cumprirem o preenchimento dos autocontrolos diários, esta sugestão apenas requer que apontem esse valor de produção já disponível de cada vez que realizarem um *setup* no seu posto. Foi ainda sugerido que as folhas fossem plastificadas, no sentido desta iniciativa não originar gastos excessivos de papel. Depois seria responsabilidade do encarregado da secção a recolha diária destas folhas, e o preenchimento de uma folha do registo diário de perfil com a informação compilada desta forma.

Em suma consegue-se um registo sucinto (apenas uma folha diária) da informação relativa aos tipos e quantidades de perfis produzidos. Esta ideia foi recebida favoravelmente pela direção da produção da empresa, mas foi decidido em conjunto implementar apenas as folhas de registo diário de produção, tendo por base a informação contida nos autocontrolos preenchidos atualmente pelos funcionários. A responsabilidade de recolha dos autocontrolos, bem como o preenchimento e arquivação dos relatórios diários ficou a cargo do encarregado da secção de perfis de madeira, e no Anexo N pode ser observada uma folha preenchida em consequência da iniciativa implementada.

4.4 Proposta de *Kanban* de Produção

Uma parte importante da intervenção deste projeto é a projeção de um sistema de *Kanban* para melhor controlar os fluxos de informação e de material dentro da zona de corte de perfil da secção analisada. Da análise efetuada anteriormente aos tipos de perfis e respetivas relevâncias para a atividade da empresa, foi possível concluir que dois postos na produção, nomeadamente as máquinas CPM11 ("Gaveta") e a máquina CPR4 ("4 paralelas"), são responsáveis pelo trabalho dos oito perfis mais relevantes e responsáveis por 73,40% das vendas totais.

A máquina CPM11 é responsável pela produção dos perfis de Pinho (com rasgos de 4,5 e 9 mm) nos comprimentos de 40 cm e 60 cm. Foi inicialmente calculado o *Takt time* para este posto, relacionando as necessidades anteriormente calculadas para os referidos tipos de perfil com o tempo disponível de trabalho nesse posto. O resultado para este *Takt time* foi de 1,73 segundos por perfil. É importante realçar que a atividade deste posto tem a particularidade de operar por ciclos de corte, onde são processados 56 perfis (de 2,5 ou 2,64 metros dependendo do material) sendo cortados em três perfis com 60 cm de comprimento e dois perfis de 40 cm. Isto resulta que a cada ciclo de corte sejam processados 224 perfis de madeira com 2,5 metros de comprimento inicial, ou 280 perfis se estiver a operar com madeira inicial de 2,64 metros de comprimento.

Na outra máquina selecionada (CPR4) foi realizado um raciocínio semelhante para calcular um *Takt time* associado ao posto, o que resultou num tempo de 3,83 segundos para a produção de um perfil. Este tipo de raciocínio de cálculo de *Takt time* individual para cada um dos postos justifica-se na medida em que todos os postos do corte são paralelos, ou seja, um perfil só passará por um posto de corte entre o armazém de perfis perfilados e o armazém final de produto acabado, não existindo a necessidade de fazer um balanceamento de postos de trabalho sucessivos, do ponto de vista da secção de perfis estudada.

Considerando que ambos os postos de trabalho sob análise operam a dois turnos, e estipulando as produções de perfis de 30 e 90 cm na máquina CPR4 e de perfis de 40 e 60 cm na máquina CPM11, foi possível calcular os seguintes tempos para produzir um perfil: 2,83 segundos para a máquina CPR4, e 0,98 segundos por perfil para a máquina CPM11. Ambos os valores estão abaixo do *Takt time* estipulado, pelo que a oportunidade de melhoria contínua situa-se na melhor controlo e planeamento das atividades produtivas. Como a gama de perfis trabalhados é reduzida (4 configurações de produto na CPM11 e até 6 configurações no posto CPR4), um sistema *Kanban* apresenta uma boa premissa de solução para o controlo destes postos de trabalho.

Tendo em conta a pesquisa bibliográfica realizada, esta sugere por várias vezes que as quantidades movimentadas com cada *Kanban* sejam o mais pequenas possível. Em virtude das particularidades das operações na secção e das necessidades de perfil calculadas, foi estabelecido uma quantidade (ou *Batch size*) de 1 carro de perfis a ser movimentado acompanhando cada *Kanban*. Na Tabela 17 são apresentados os resultados para o número (semanal e diário) de *Kanbans* para cada um dos circuitos projetados.

Tabela 17 - Resultados dos cálculos para o Kanban de Produção proposto

Cálculos para o **Kanban de Produção**: (Circuito entre o Corte e o Armazém Final)							
Objetivos para a produção: (Procura)				**Kanban:**			
Tipo de perfil:	**Comp.: [cm]**	**Procura por Semana**	**Procura por dia**	**Nº Carros: (semanal)**	**Nº Kanbans: (semanal)**	**Nº Carros diário:**	**Nº Kanbans: (diários)**
Normal R9	60	54000,16	10800,03	12,56	13,00	2,51	3
Normal R9	40	53498,02	10699,60	12,44	13,00	2,49	3
Normal R9	90	27672,00	5534,40	6,44	7,00	1,29	2
Rego fino	40	33957,44	6791,49	7,90	8,00	1,58	2
Rego fino	60	25383,86	5076,77	5,90	6,00	1,18	2
Normal R9	30	31031,24	6206,25	7,22	8,00	1,44	2
Rego fino	30	11032,33	2206,47	2,57	3,00	0,51	1
Rego fino	90	5440,72	1088,14	1,27	2,00	0,25	1

Em complemento ao raciocínio desenvolvido, foi realizada uma análise para definir se as capacidades calculadas para os dois postos produtivos permitem cumprir todas as exigências de produto definidas anteriormente, contando já com os *stocks* de segurança também anteriormente definidos. Os resultados desta iniciativa podem ser consultados na Tabela 18.

Tabela 18 - Primeira verificação da capacidade das máquinas CPM11 e CPR4

Verificação se as duas máquinas analisadas são capazes de cumprir com os requisitos semanais: (com necessidade de produção do S.S.)								
Tipo perfil:	**Comp.**	**Procura seminal: [perfis]**	**Capacidade semanal do posto:**	**Diferença**	**Procura satisfeita?**	**Máq.:**	**Nº de turnos que devem operar p/semana**	**Nº de dias necessários: p/ semana**
Normal R9	60	54000,16	102700,025	48699,86	Sim	CPM11	5,3	2,6
Normal R9	40	53498,02	45205,5567	-8292,46	Não	CPM11	11,8	5,9
Normal R9	90	27672,00	35194,5975	7522,60	Sim	CPR4	7,9	3,9
Rego fino	40	33957,44	-8292,4615	-42249,90	Não	CPM11	7,5	3,8
Rego fino	60	25383,86	48699,8632	23316,00	Sim	CPM11	2,5	1,2
Normal R9	30	31031,24	15727,0555	-15304,19	Não	CPR4	19,7	9,9
Rego fino	30	11032,33	-15304,186	-26336,52	Não	CPR4	7,0	3,5
Rego fino	90	5440,72	7522,60004	2081,88	Sim	CPR4	1,5	0,8

É possível concluir que em casos onde seja totalmente gasto o *stock* de segurança não existe capacidade suficiente nos dois postos de produção alvo desta análise, para fazer face às exigências. Em seguida foi realizada uma análise semelhante mas não contando com a necessidade de produzir as quantidades dos *stocks* de segurança, apenas com as solicitações mensais retiradas da análise das vendas realizada anteriormente, estes resultados podem ser observados na Tabela 19.

Tabela 19 - Segunda verificação da capacidade das máquinas CPM11 e CPR4

Verificação se as duas máquinas analisadas são capazes de cumprir com os requisitos semanais: (sem necessidade de produção do S.S.)								
Tipo perfil	**Comp.**	**Procura: (semanal) [perfis]**	**Capacidade semanal do posto**	**Diferença**	**Procura satisfeita?**	**Máq.:**	**Nº de turnos que devem operar p/ semana**	**Nº de dias necessários p/ semana**
Normal R9	60	32447,69	102700,025	70252,33	Sim	CPM11	3,2	1,6
Normal R9	40	22979,93	45205,5567	22225,63	Sim	CPM11	5,1	2,5
Normal R9	90	12558,79	35194,5975	22635,81	Sim	CPR4	3,6	1,8
Rego fino	40	10834,10	11391,53	557,44	Sim	CPM11	2,4	1,2
Rego fino	60	10309,31	59943,02	49633,72	Sim	CPM11	1,0	0,5
Normal R9	30	6308,64	15727,0555	9418,41	Sim	CPR4	4,0	2,0
Rego fino	30	2847,71	6570,70	3722,98	Sim	CPR4	1,8	0,9
Rego fino	90	2387,36	20248,45	17861,10	Sim	CPR4	0,7	0,3

Conclui-se que para fazer face às solicitações de perfis apenas com base nas vendas mensais as capacidades produtivas dos dois postos alvo são suficientes. Foram calculadas as estimativas de utilização necessária de cada um dos postos para cumprir as metas estabelecidas nesta segunda análise, o que resultou em necessidades de utilização de 74,80% para a máquina CPM11, e 75,80% para a CPR4.

Finalmente é possível afirmar que os dois postos apresentam capacidade suficiente para fazer face às necessidades médias da produção, e nos casos de picos de procura de produto em que sejam gastos os *stocks* de segurança a produção dos perfis de 30cm e 40 cm de comprimento deve ser complementada com recurso aos outros postos de corte de perfil, tal como foi observado em situações pontuais ao longo da realização projeto.

Ferramentas de Gestão Visual criadas para complementarem a iniciativa Kanban

Na sugestão de implementação dos dois circuitos *Kanban* propostos, torna-se necessário criar as ferramentas complementares a este processo: os cartões dos *Kanbans* e um quadro indicativo dos níveis de *stock* presentes no ponto de armazenamento alvo desta ação (o armazém final de perfis). O quadro permite a identificação imediata dos tipos e quantidades de perfis que devem ser produzidos, através da observação dos espaços livres com indicação de um nível de *stock* associado, este quadro pode ser consultado no Anexo I. Os dois circuitos *Kanban* sugeridos (um para cada um dos equipamentos analisados) e a posição sugerida para colocação do quadro na linha são expostos no Anexo O.

Foi sugerida e criada uma primeira versão protótipo para os cartões *Kanban* a serem utilizados nestes circuitos, com informação relativa ao perfil (material, rasgo e comprimento de corte), à máquina responsável pela sua produção e à quantidade movimentada com cada um. Os cartões realizados possuíam um verso magnético que permitia que fossem colocados facilmente no quadro informativo projetado Figura 31.



Figura 31 - Propriedades magnéticas dos cartões *Kanban* projetados

Foi ainda sugerido um código de cores dos cartões que permita a rápida identificação do funcionário sobre qual o circuito (e consequentemente a máquina) responsável pela produção de cada tipo de produto presente em cada *Kanban*. Os protótipos elaborados podem ser vistos da Figura 32.



Figura 32 - Protótipos dos cartões *Kanban* elaborados

No funcionamento sugerido para ambos os circuitos pretende-se que sempre que seja produzido um novo carro de perfis de um determinado tipo, seja acrescentado no quadro informativo o cartão correspondente. Na mesma medida sempre que for retirado um carro de material do armazém de perfis final, deve ser retirado o cartão correspondente do quadro. Estas duas simples operações são vitais para o correto funcionamento do sistema pretendido, e esta informação deve ser transmitida e bem explicada aos funcionários para que estes não descurem estas tarefas, para se conseguir manter o quadro atualizado e a cumprir as suas funções de controlo de produção.

No decorrer do projeto não foi possível implementar o sistema *Kanban* em tempo útil, pelo que foram facultadas à direção de produção da empresa todas as conclusões desta iniciativa, para que seja possível concretizar esta sugestão no futuro.

5 Conclusões e perspetivas de trabalho futuro

5.1 Conclusões

O presente projeto enquadra-se na iniciativa de identificação e implementação de metodologias *Lean* de melhoria contínua, em vigor na empresa Bi-silque. O objetivo principal da instituição passa por melhorar as capacidades dos recursos disponíveis e reduzir os desperdícios no seu processo produtivo.

Em virtude da análise executada, foi possível identificar duas grandes áreas de intervenção: o controlo do WIP e a ausência de ferramentas de monitorização e planeamento da produção no setor de perfis de madeira estudado. Para contrariar a ausência de informação útil relativa às capacidades produtivas dos postos em questão, foi realizado um extenso trabalho de observação, recolha e tratamento de dados no chão-de-fábrica, de forma a criar bases para uma análise ajustada à realidade da produção, de forma a projetar soluções que tragam benefícios ao nível dos processos, gestão de meios e redução de desperdícios.

Ao nível das ferramentas de controlo de processos, foi proposto a criação de um sistema simplificado de relatórios diários de produção, ficando esta responsabilidade sob a alçada do encarregado da secção, criando um registo célere e objetivo do que foi produzido, algo que não se verificava anteriormente. Outra medida complementar de controlo de processo foi a criação e implementação do cálculo do indicador OEE para os equipamentos, de forma a avaliar as suas situações atuais e permitir a definição das metas futuras a atingir nas suas utilizações. Foram ainda projetadas ferramentas de Gestão Visual como um quadro de objetivos de produção semanais e a colocação de um sinal luminoso no bordo de linha dos setores de perfilação e de corte, que permitirá a comunicação mais direta e rápida com os empilhadores necessários para a movimentação das grades de perfis de madeira, o que reduz a necessidade de interrupções prolongadas das atividades produtivas dos funcionários dos postos de corte de perfil.

Na temática das soluções *Lean* para a criação de sistemas de melhoria dos fluxos de informação e material dentro da secção, foi projetado um sistema *Kanban* para as duas máquinas responsáveis pela produção dos perfis mais relevantes (responsáveis por 73,40% do total das vendas de produto no horizonte temporal analisado). De forma complementar ao exercício de criação dos circuitos *Kanban*, foram também sugeridos novos *Layouts*, incidindo na reorganização do ponto final de armazenamento de material, com vista a melhorar os fluxos internos de material ao longo da secção e na própria ligação com a secção de montagem posterior (que constitui o cliente da produção da secção de perfis abordada, como foi oportunamente explicado neste documento).

Finalmente é possível observar que devido a atrasos no processo de aprovação das medidas relativas aos *Kanbans*, às normais discussões e afinações das propostas de melhoria, e à natural resistência encontrada face à mudança e aceitação de novas ideologias por parte de colaboradores (funcionários dos postos de produção e chefias), não foi possível implementar todas as soluções apresentadas no âmbito deste projeto. No caso de algumas implementações simples e rápidas (como por exemplo a colocação de um sinal luminoso), apesar de terem sido aprovadas, foram adiadas por a direção de produção pretender intervir na secção

implementando todas as medidas projetadas de uma só vez. Sendo esta uma decisão estratégica da empresa, as medidas sugeridas estão preparadas para serem colocadas em prática quando for tomada a decisão da sua implementação junto do chão de fábrica.

Em suma, esta estadia na empresa e o projeto a ela associado foram produtivos pois resultaram na identificação das áreas passíveis de melhorias, permitindo a aferição das capacidades produtivas dos postos da secção estudada, resultando na criação de ferramentas que permitem um controlo mais rigoroso dos processos. Realizou-se uma análise relativa às vantagens associadas a utilização de uma nova matéria-prima (madeira perfilada externamente) e foram projetadas soluções que visam uma melhor utilização dos recursos produtivos disponíveis (circuitos *Kanban*, novo *Layout* sugerido para o ponto final de armazenamento de produto e a implementação de ferramentas de Gestão Visual).

Concluindo, uma vez que nem todas as propostas foram implementadas, foram deixados com a direção de produção da empresa ficheiros onde são detalhados todos os cálculos, esquemas e pormenores das propostas realizadas no âmbito do presente projeto, de forma a que estejam na posse da empresa todas as bases para a futura implementação das soluções.

5.2 Trabalhos futuros

Primeiramente é importante notar que não tendo sido implementadas todas as propostas de melhoria sugeridas, é recomendável que no futuro próximo estas sejam mantidas e totalmente implementadas.

Numa perspetiva de melhoria contínua do setor é possível identificar algumas áreas para iniciativas futuras complementares. Com iniciativas como a implementação do sistema *Kanban* é essencial que haja uma motivação significativa dos colaboradores envolvidos, para que estes tenham consciência da relevância e benefícios conseguidos através deste sistema. Esta consciencialização deve ser fruto de um esforço das chefias no sentido de impedir que a iniciativa se degrade e caia em desuso, o que significaria um retrocesso ao progresso efetuado na secção.

Existe margem de manobra para melhorias dos próprios sistemas implementados no âmbito deste projeto, não só pela expectável habituação dos colaboradores às mudanças implementadas mas também pela informatização do sistema *Kanban*, integrando uma ideia de implementação de um futuro sistema do tipo MRP ou MES aplicado às várias secções produtivas da empresa, e não apenas na secção de perfis aqui estudada. Foi possível perceber que existe essa intenção da direção de produção, e quando eventualmente o sistema *Kanban* aqui desenhado estiver integrado nessa lógica de controlo informatizado do processo, é ambiciosa a perspetiva dos ganhos expectáveis na fiabilidade e rapidez de resposta na monotorização das quantidades de material na secção, dos produtos em curso de fabrico e das encomendas já processadas.

Outra temática passível para ser considerada seria uma análise SMED mais detalhada junto dos equipamentos, em particular das molduradoras, uma vez que são de forma destacada os equipamentos que apresentam os tempos de *Setup* mais elevados, aliando ainda uma grande variabilidade nos registos. Com os benefícios expectáveis de uma abordagem SMED poder-se-á melhorar a disponibilidade dos equipamentos, aumentando a capacidade produtiva potencial da secção para estar enquadrada e preparada para o crescimento considerável e constante do volume de negócios da empresa verificado nos últimos anos.

Referências

Afefy, Islam H. 2013. "Implementation of Total Productive Maintenance and Overall Equipment Effectiveness Evaluation." *International Journal of Mechanical & Mechatronics Engineering* no. 13 (1):69-75. doi: 1311101-7474.

André, L., S. Neves, G. Borchardt, A. Rocha, and V. Silva. 2009. Aplicação da ferramenta "Value Stream Design" (VSD) no projeto de uma fábrica enxuta. In *XXIX Encontro Nacional de Engenharia de Produção - A Engenharia de Produção e o Desenvolvimento Sustentável: Integrando Tecnologia e Gestão*. Salvador, Brasil.

Bi-silque. 2015. *Ministro da Economia visita Bi-silque assinalando-a como exemplo de sucesso* 2013 [cited 20-11-2015 2015]. Available from http://www.bisilque.com/pt/ministro-da-economia-visita-bi-silque-assinalando-a-como-exemplo-de-sucesso.

Bi-silque. 2015. *Bi-Silque*. Bi-Silque 2015 [cited 19-11-2015 2015]. Available from http://www.bisilque.com/pt/bi-silque-portugal.

Bi-Silque. s.d. *Manual de Acolhimento*. Esmoriz: Bi-Silque.

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

Courtois, A., C. Martin-Bonnefois, and M. Pillet. 2015. *Gestão da produção*. 7 ed. Lisboa: LIDEL.

Drew, J., B. McCallum, and S. Roggenhofer. 2004. *Journey to Lean: Making Operational Change Stick*. Nova Iorque: Palgrave Macmillan.

Greif, Michel. 1991. *The Visual Factory: Building Participation Through Shared Information*. Portland: Productivity Inc.

Inc., Vorne Industries. 2015. *World Class OEE* 2012 [cited 27/12/2015 2015]. Available from http://www.oee.com/world-class-oee.html.

Jacobs, R., and R. Chase. 2013. *Operations and Supply Chain Management: 14th Edition*. 14 ed. Berkshire: McGraw-Hill Education.

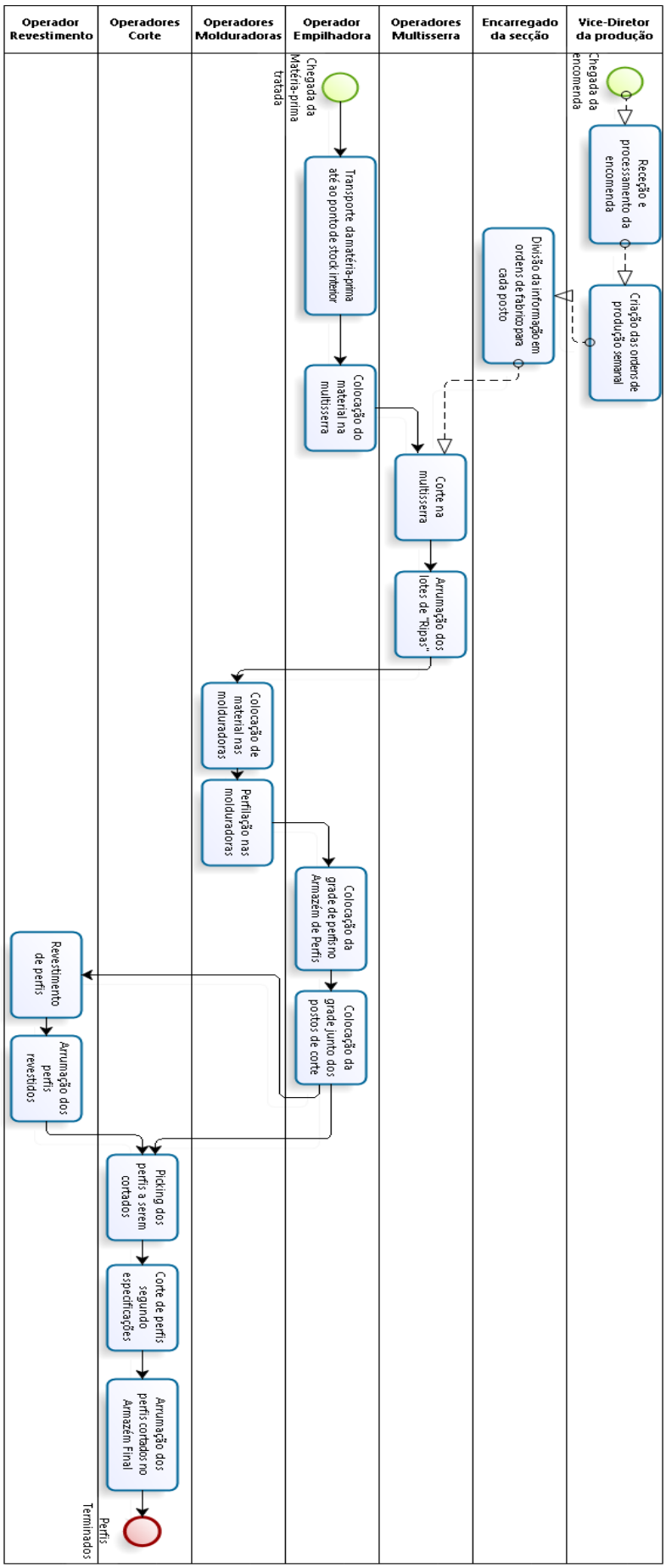
Pinto, João Paulo. 2006. *Gestão de Operações na Industria e Serviços*. Lisboa: LIDEL.

Pinto, João Paulo. 2014. *Pensamento Lean: a filosofia das organizações vencedoras*. 6 ed. Lisboa: LIDEL.

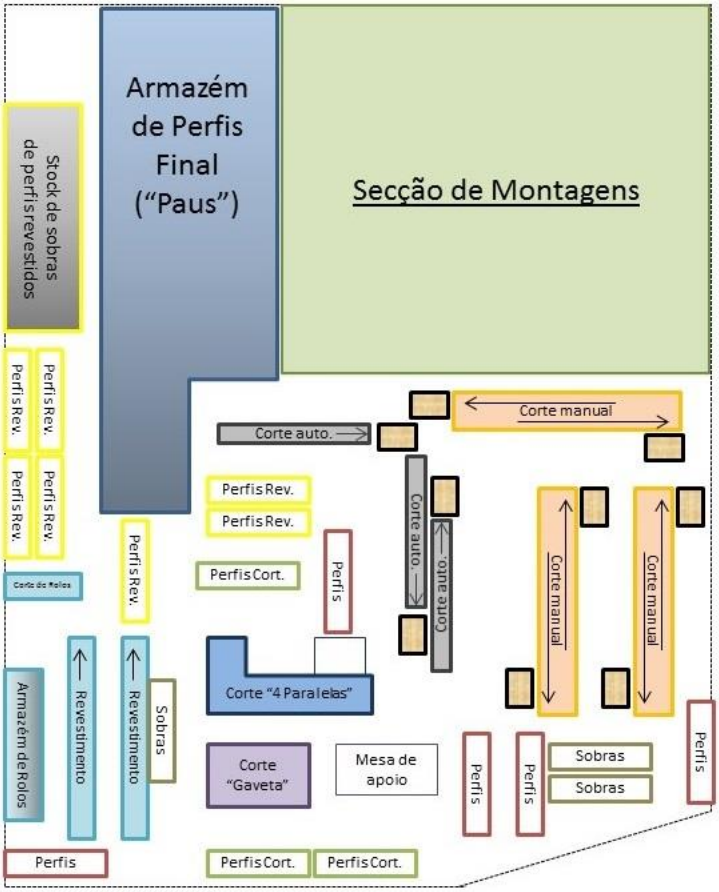
Singh, Ranteshwar, Ashish M. Gohil, Dhaval B. Shah, and Sanjay Desai. 2013. "Total Productive Maintenance (TPM) Implementation in a Machine Shop: A Case Study." *Procedia Engineering* no. 51:592-599.

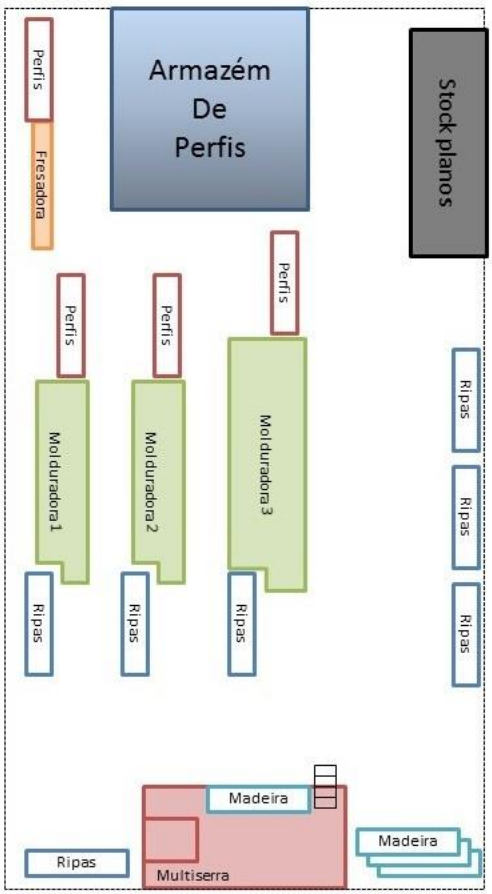
Womack, J.P., and D.T. Jones. 1996. *Lean Thinking: Banish Waste and Create Wealth in Your Corporation*. Nova Iorque: Simon & Schuster, Inc.

ANEXO A: Diagrama Swimlane da Secção de Perfis de Madeira



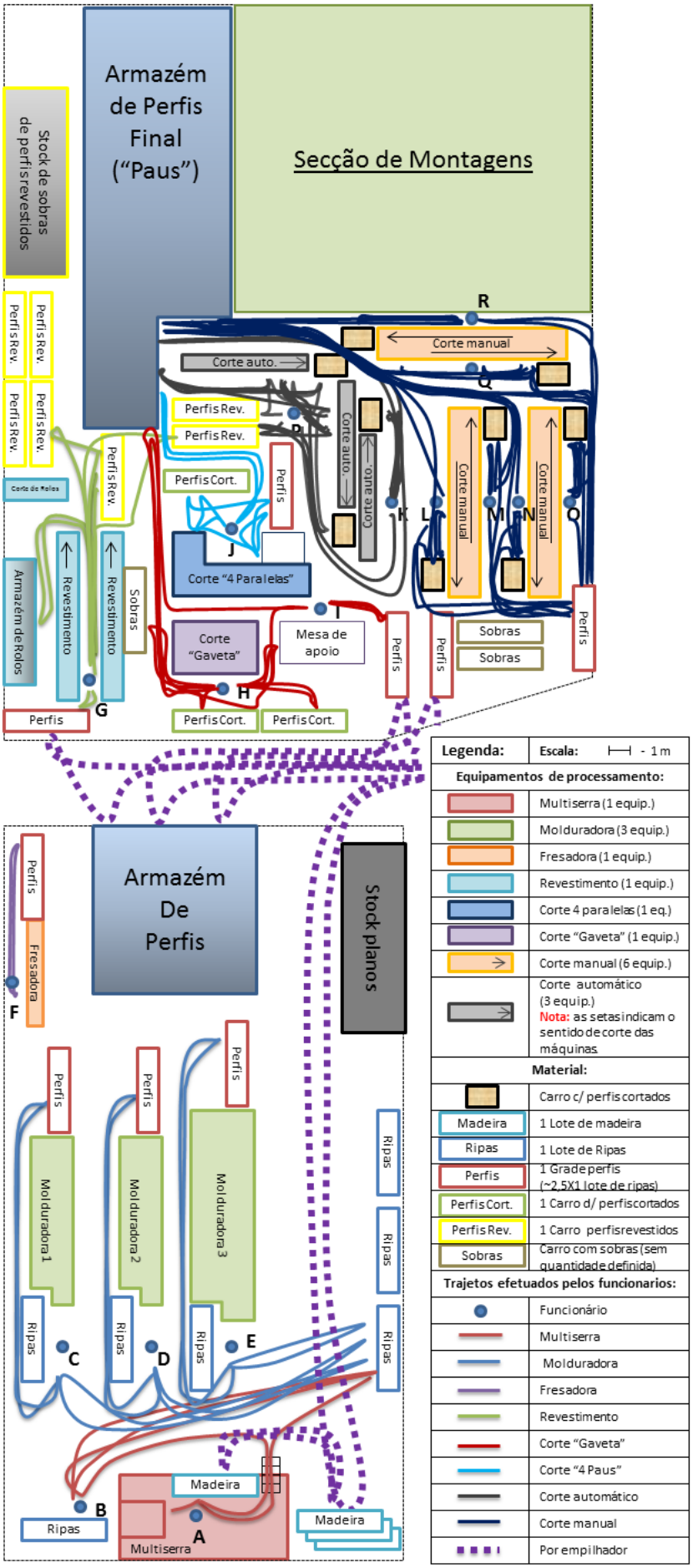
ANEXO B: Layout inicial da Secção de Perfis de Madeira





Legenda:	Escala: ⊢⊣ - 1 m
Equipamentos de processamento:	
	Multiserra (1 equip.)
	Molduradora (3 equip.)
	Fresadora (1 equip.)
	Revestimento (1 equip.)
	Corte 4 paralelas (1 eq.)
	Corte "Gaveta" (1 equip.)
	Corte manual (6 equip.)
	Corte automático (3 equip.) Nota: as setas indicam o sentido de corte das máquinas
Material:	
	Carro c/ perfis cortados
Madeira	1 Lote de madeira
Ripas	1 Lote de Ripas
Perfis	1 Grade perfis (~2,5X1 lote de ripas)
Perfis Cort.	1 Carro d/ perfis cortados
Perfis Rev.	1 Carro perfis revestidos
Sobras	Carro com sobras (sem quantidade definida)

ANEXO C: Diagrama Spaghetti para a Secção de Perfis de Madeira

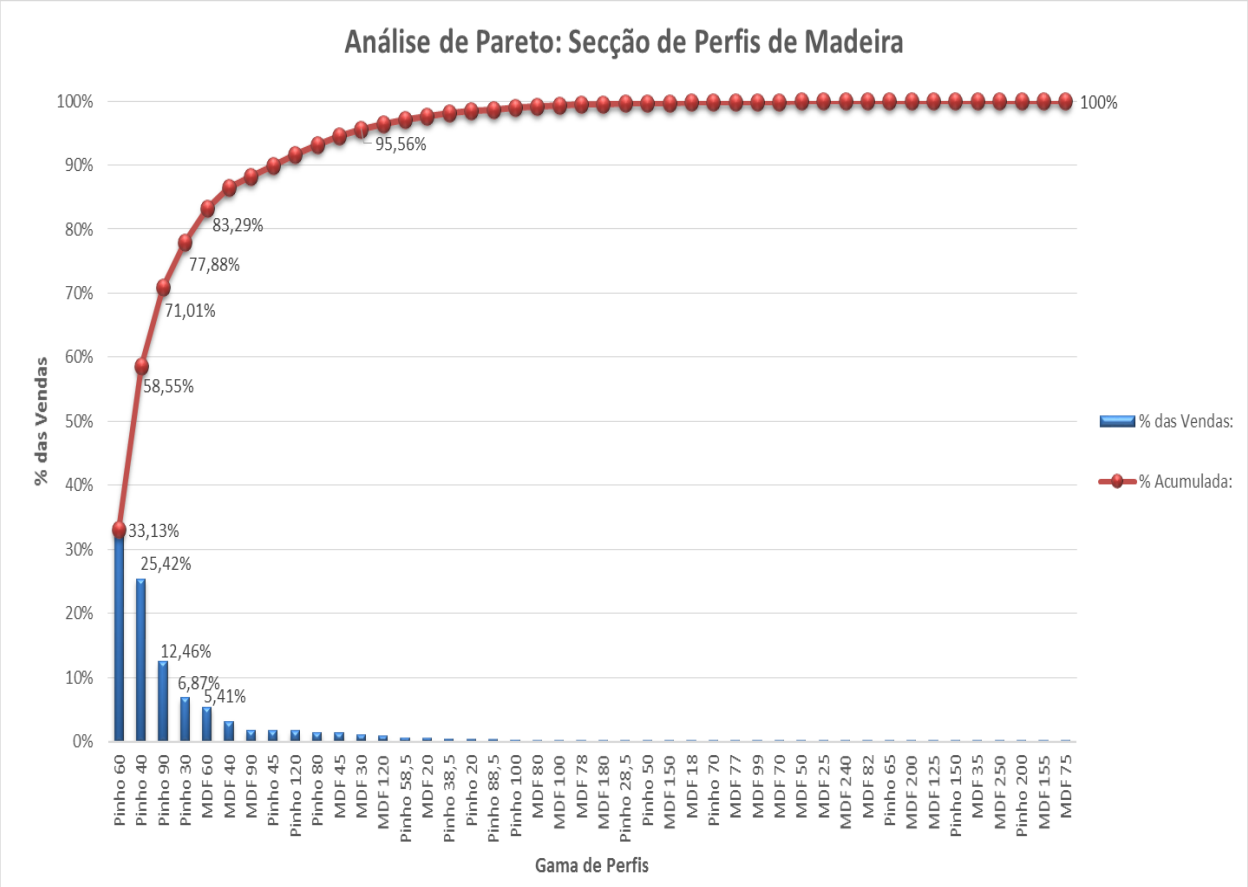


ANEXO D: Análise de Pareto da venda de Perfis de Madeira

Nota: Os valores seguintes baseiam-se em dados fornecidos ao autor das vendas de perfis de madeira do setor Bi-casa em todo o ano de 2014 e de Janeiro a Setembro do ano de 2015. A designação do perfil deve ser entendida como a combinação do material de que este é feito e o comprimento de corte a que foi sujeito.

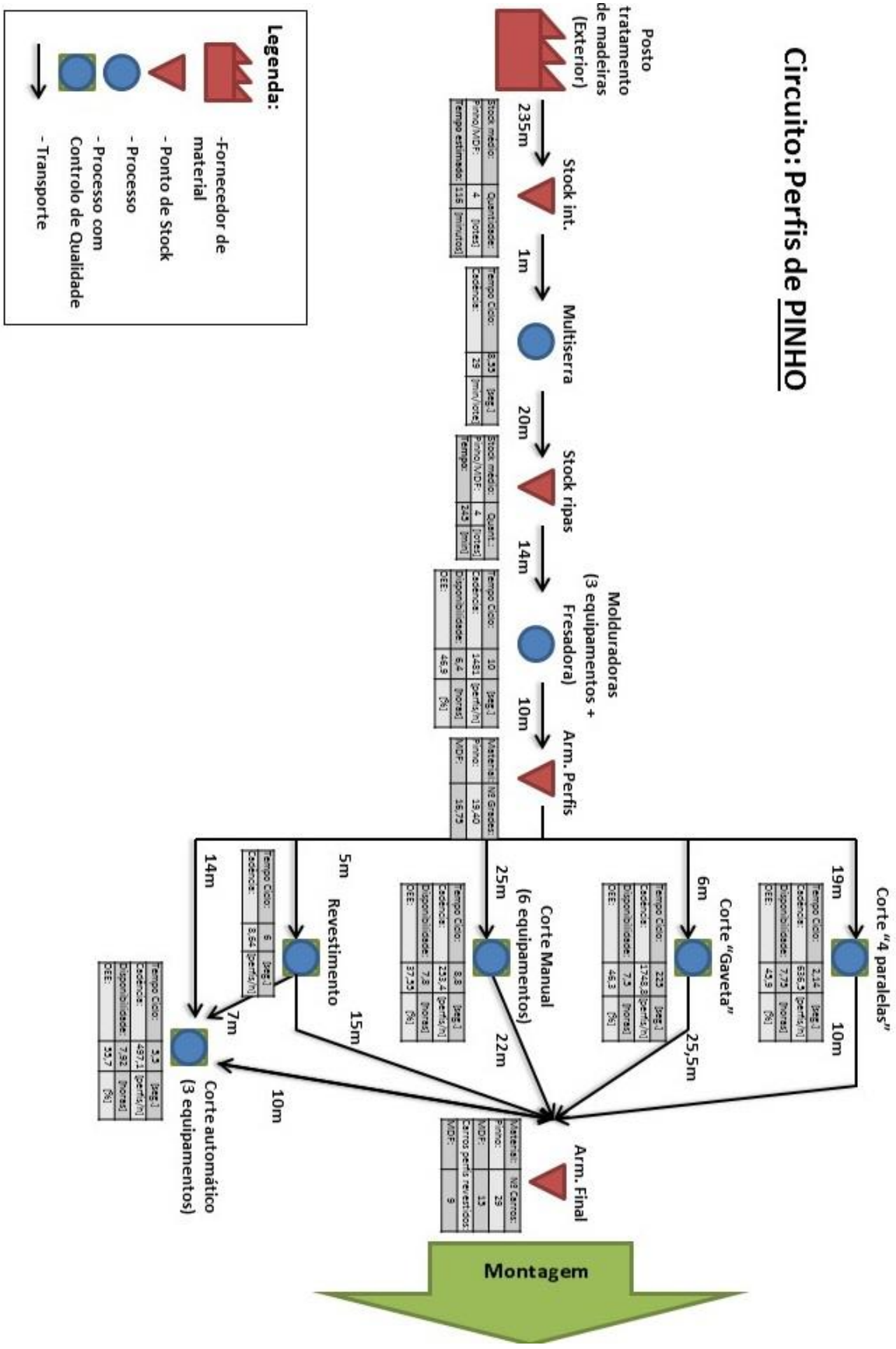
Análise global das necessidades de perfil do setor Casa:			
Designação do Perfil:	**% das Vendas:**	**% Acumulada:**	**Escalão:**
Pinho 60	33,13006%	33,13006%	A
Pinho 40	25,42294%	58,55301%	A
Pinho 90	12,45917%	71,01218%	A
Pinho 30	6,86671%	77,87888%	A
MDF 60	5,40664%	83,28553%	A
MDF 40	3,13971%	86,42524%	B
MDF 90	1,82012%	88,24535%	B
Pinho 45	1,73693%	89,98228%	B
Pinho 120	1,69011%	91,67240%	B
Pinho 80	1,46786%	93,14025%	B
MDF 45	1,35080%	94,49106%	B
MDF 30	1,07067%	95,56173%	B
MDF 120	0,89395%	96,45568%	C
Pinho 58,5	0,63670%	97,09237%	C
MDF 20	0,53846%	97,63083%	C
Pinho 38,5	0,41061%	98,04144%	C
Pinho 20	0,35414%	98,39557%	C
Pinho 88,5	0,31478%	98,71036%	C
Pinho 100	0,29247%	99,00283%	C
MDF 80	0,15287%	99,15570%	C
MDF 100	0,14040%	99,29610%	C
MDF 78	0,11936%	99,41547%	C
MDF 180	0,09520%	99,51067%	C
Pinho 28,5	0,09223%	99,60290%	C
Pinho 50	0,07669%	99,67959%	C
MDF 150	0,05123%	99,73082%	C
MDF 18	0,03666%	99,76749%	C
Pinho 70	0,03630%	99,80378%	C
MDF 77	0,03298%	99,83677%	C
MDF 99	0,03298%	99,86975%	C
MDF 70	0,03246%	99,90221%	C
MDF 50	0,02986%	99,93207%	C

MDF 25	0,02470%	99,95677%	C
MDF 240	0,02208%	99,97886%	C
MDF 82	0,01128%	99,99014%	C
Pinho 65	0,00347%	99,99361%	C
MDF 200	0,00255%	99,99616%	C
MDF 125	0,00208%	99,99825%	C
Pinho 150	0,00087%	99,99911%	C
MDF 35	0,00056%	99,99967%	C
MDF 250	0,00021%	99,99988%	C
Pinho 200	0,00009%	99,99997%	C
MDF 155	0,00002%	99,99998%	C
MDF 75	0,00002%	100,00000%	C



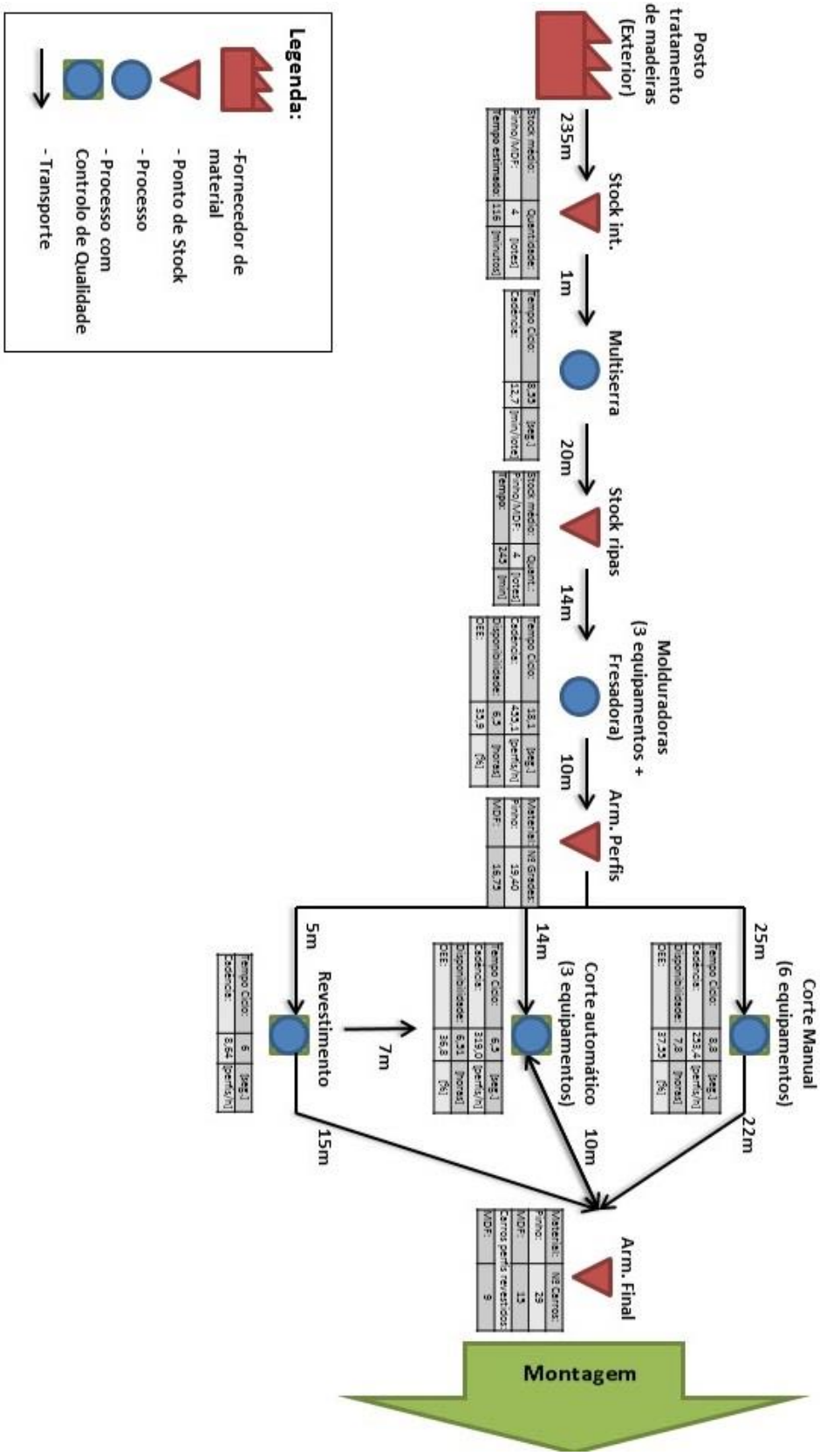
ANEXO E: Value Stream Design para a Secção de Perfis de Madeira – Circuito Perfis de Pinho

Neste anexo é apresentada a versão completa do VSD elaborado no âmbito deste projeto para caracterizar a situação atual encontrada na circulação dos perfis de pinho, na Secção de Perfis de Madeira estudada.



ANEXO F: Value Stream Design para a Secção de Perfis de Madeira – Circuito Perfis de MDF

Neste anexo é apresentada a versão completa do VSD elaborado no âmbito deste projeto para caracterizar a situação atual encontrada na Secção de Perfis de Madeira estudada, para o caso da cadeia de valor dos perfis de MDF.



ANEXO G: Capacidades produtivas de todos os postos da secção

Da recolha de informação efetuada no âmbito deste projeto, foi possível calcular as capacidades produtivas para todos os postos da Secção de Perfis de Madeira estudada. Neste anexo são apresentadas duas tabelas que sintetizam toda esta análise; a primeira tabela resume as capacidades do corte de perfil e a segunda tabela expõe as capacidades da perfilação.

Capacidades produtivas para os postos de Corte de Perfil:									
Máq.:	**Perfil:**	**Comp.: [mm]**	**Cadência de produção: [perfis/hora]**	**Desvio-padrão das cadências: [perfis/hora]**	**Melhor cadência verificada:**	**Produção diária verificada: [perfis]**	**Produção máxima diária teórica: [perfis]**	**% defeitos:**	**Tempo de Ciclo: [seg]**
CPR4	Pinho	300	196,59	92,01	468,75	1572,71	3750,00	7,62%	2,14*
CPR4	Pinho	400	181,63	75,52	493,33	1453,04	3946,67	8,29%	2,14*
CPR4	Pinho	600	372,24	168,55	775,00	2977,95	6200,00	11,36%	2,14*
CPR4	Pinho	900	439,93	140,22	735,00	3519,46	5880,00	9,41%	2,14*
CPM11	Pinho	400	565,07	164,39	975,00	4520,56	7800,00	17,39%	225**
CPM11	Pinho	600	1283,75	443,54	2150,00	10270,00	17200,00	17,39%	225**
CPR1	MDF	Diversos	344,11	86,77	548,57	2752,86	4388,57	20,83%	5,5
CPR2	Pinho	Diversos	497,05	124,05	739,63	3976,44	5917,00	16,38%	5,4
CPR3	MDF	Diversos	293,50	113,17	600,00	2348,03	4800,00	20,83%	7,5
CPM1	Ambos	Pequenos	336,50	85,21	708,00	2691,97	5664,00	37,93%	5
CPM1	Ambos	Médios	289,29	49,31	405,00	2314,32	3240,00	37,93%	8
CPM2	Ambos	Pequenos	358,08	68,56	500,00	2864,67	4000,00	37,93%	6,9
CPM2	Ambos	Médios	265,58	51,35	352,50	2124,66	2820,00	37,93%	9,8
CPM2	Ambos	Grandes	172,31	121,58	292,86	1378,48	2342,86	37,93%	11,9
CPM3	Ambos	Pequenos	117,04	55,53	324,00	936,32	2592,00	37,93%	-
CPM3	Ambos	Médios	165,24	68,37	340,00	1321,91	2720,00	37,93%	-
CPM3	Ambos	Grandes	104,77	58,47	255,00	838,18	2040,00	37,93%	6,67
CPM6	Ambos	Pequenos	371,41	102,17	600,00	2971,32	4800,00	37,93%	2,86
CPM6	Ambos	Médios	284,84	70,55	475,00	2278,71	3800,00	37,93%	3,53
CPM6	Ambos	Grandes	130,86	34,12	200,00	1046,86	1600,00	37,93%	17,8
CPM8	Ambos	Pequenos	417,34	71,98	600,00	3338,72	4800,00	37,93%	5,7
CPM8	Ambos	Médios	266,89	56,56	417,00	2135,12	3336,00	37,93%	8,4
CPM8	Ambos	Grandes	171,23	25,11	200,55	1369,88	1604,36	37,93%	17,5
CPM9	Ambos	Pequenos	357,39	72,43	452,50	2859,12	3620,00	37,93%	5,9
CPM9	Ambos	Médios	280,45	69,95	546,25	2243,63	4370,00	37,93%	7
CPM9	Ambos	Grandes	218,55	21,01	247,50	1748,42	1980,00	37,93%	14,9

Notas: * - Na coluna do tempo de ciclo, os tempos de ciclo para a máquina CPR4 foi medido como o tempo entre a produção de perfis seguidos, independente do tamanho uma vez que estes não apresentavam uma sequência de saída definida e constante.

** - Na medição do tempo de ciclo da máquina CPM11 este tempo refere-se a uma passagem, o que engloba 56 perfis compridos de 2,5 ou 2.64 metros, em que são cortados 3 perfis de 60 e dois de 40, normalmente.

Na tabela seguinte podem ser observados os resultados para as capacidades dos postos de perfilação do setor de perfis de madeira analisado neste projeto. É importante notar as diferenças nos raciocínios e consequente apresentação dos resultados entre a máquina de corte de ripas de madeira (Multi-serra) e as máquinas de perfilhação (Molduradoras e Fresadora). Em resultado desta particularidade os valores são apresentados nesta tabela com as unidades de medida adjacentes, de forma a permitir uma leitura mais direta e inequívoca dos dados apresentados.

Capacidades produtivas para os postos de Perfilação:							
Posto:	**Material perfil:**	**Produção diária: [Grades ou perfis]**	**Produção máxima diária: [Grades ou perfis]**	**Cadência produtiva equivalente: [perfis/hora]**	**Cadência produtiva máxima: [perfis/hora]**	**% defeitos:**	**Tempo de Ciclo: [seg]**
Fresadora	MDF	1 [Grade]	1,8 [Grade]	511,1 [perfis/h]	909,8 [perfis/h]	1,39%	5,45
Molduradora 1	Pinho	1,8 [Grade]	3,0 [Grade]	766,7 [perfis/h]	1273,9 [perfis/h]	0,87%	18,09
Molduradora 1	MDF	1,5 [Grade]	2,3 [Grade]	351,2 [perfis/h]	547, 9 [perfis/h]	1,50%	-
Molduradora 2	Pinho	4,1 [Grade]	7,0 [Grade]	1480,8 [perfis/h]	2514,7 [perfis/h]	0,49%	10
Molduradora 2	MDF	2,0 [Grade]	2,9 [Grade]	436,4 [perfis/h]	634,9 [perfis/h]	1,38%	-
Molduradora 3	MDF	2275,7 [Perfis]	4434,0 [Perfis]	455,1 [perfis/h]	886,8 [perfis/h]	2,22%	-
Molduradora 3	Pinho	2,0 [Grade]	3,8 [Grade]	1082,4 [perfis/h]	2034,8 [perfis/h]	0,98%	-
Multi-serra	Pinho	5,4 [Lotes/dia]	11,0 [Lotes/dia]	29,0 [min/Lote]	27,0 [min/Lote]	-	8,55
Multi-serra	MDF			12,7 [min/Lote]	10,0 [min/Lote]	-	5,85

Notas: Os tempos de ciclo presentes na tabela foram cronometrados com os postos em atividade, por essa razão não foi possível medir todas as configurações possíveis dos equipamentos devido à esporadicidade deste tipo de trabalho quando comparado à maior frequência das operações cronometradas.

ANEXO H: Análise das Necessidades de Perfil

Com base na informação recolhida e analisada relativamente às vendas de produto nos anos de 2014 e 2015 (até Setembro), foi possível calcular as necessidades relativas de produto fabricado na Secção de Perfis de Madeira estudada, estes dados estão presentes na tabela seguinte.

Material:	Comp.:	Rasgo:	Tipo de perfil:	Soma: [perfis]	Média: [perfis]	Desvio-padrão: [perfis]	% das Vendas:	% Acumulada:	Esc.:
Pinho	60	9	Normal R9	2725606	129790,76	28637,55	23,65770%	23,65770%	A
Pinho	40	9	Normal R9	1930314	91919,71	26903,38	16,75473%	40,41243%	A
Pinho	90	9	Normal R9	1054938	50235,14	11755,69	9,15665%	49,56907%	A
Pinho	40	4,5	Rego fino	910064	43336,38	20384,50	7,89917%	57,46824%	A
Pinho	60	4,5	Rego fino	865982	41237,24	20030,10	7,51655%	64,98479%	A
Pinho	30	9	Normal R9	529926	25234,57	12854,98	4,59965%	69,58444%	A
Pinho	30	4,5	Rego fino	239208	11390,86	4255,74	2,07628%	71,66071%	A
Pinho	90	4,5	Rego fino	200538	9549,43	2375,04	1,74063%	73,40134%	A
Pinho	45	9	Normal R9	173594	8266,38	4028,07	1,50676%	74,90810%	A
Pinho	80	9	Normal R9	138186	6580,29	3439,35	1,19943%	76,10753%	A
MDF	60	9	MDF16 Aro 16	136592	6504,38	4875,81	1,18559%	77,29312%	A
MDF	40	4,5	MDF16 Aro 16	135834	6468,29	5024,67	1,17901%	78,47213%	A
MDF	60	10,5	MDF19 Aro 22	133134	6339,71	1908,37	1,15558%	79,62771%	A
MDF	60	4,5	MDF16 Aro 22	126760	6036,19	2693,80	1,10025%	80,72796%	A
MDF	60	4,5	MDF16 Aro 16	99132	4720,57	2305,73	0,86045%	81,58840%	B
MDF	40	4,5	MDF16 Aro 22	94312	4491,05	3799,50	0,81861%	82,40701%	B
Pinho	120	9	Normal R9	92686	4413,62	1696,64	0,80450%	83,21151%	B
MDF	40	9	MDF16 Aro 16	83854	3993,05	4062,47	0,72784%	83,93934%	B
MDF	90	10,5	MDF19 Aro 22	82854	3945,43	776,77	0,71916%	84,65850%	B
MDF	30	4,5	MDF16 Aro 16	80800	3847,62	3851,80	0,70133%	85,35983%	B
MDF	45	10,5	MDF19 Aro 22	68542	3263,90	1869,78	0,59493%	85,95476%	B
Pinho	60	5	Rego fino	60448	2878,48	1031,89	0,52468%	86,47943%	B
MDF	120	10,5	MDF19 Aro 22	59466	2831,71	678,40	0,51615%	86,99558%	B
Pinho	90	5	Rego fino	53164	2531,62	940,60	0,46145%	87,45704%	B
Pinho	120	4,5	Rego fino	45132	2149,14	862,11	0,39174%	87,84877%	B
Pinho	120	10,5	Ovalado	44518	2119,90	917,01	0,38641%	88,23518%	B
Pinho	90	10,5	Ovalado	44438	2116,10	916,63	0,38571%	88,62089%	B
Pinho	58,5	5,5	Mediterrâneo	35600	1695,24	1171,38	0,30900%	88,92989%	B
Pinho	88,5	5,5	Mediterrâneo	35600	1695,24	1171,38	0,30900%	89,23889%	B
MDF	20	4,5	MDF16 Aro 22	35296	1680,76	2306,90	0,30636%	89,54526%	B
Pinho	60	5,5	Mediterrâneo	34800	1657,14	1970,37	0,30206%	89,84731%	B
Pinho	90	5,5	Mediterrâneo	34800	1657,14	1970,37	0,30206%	90,14937%	B
Pinho	38,5	8,5	Mediterrâneo	32512	1548,19	1669,33	0,28220%	90,43157%	B
Pinho	20	9	Normal R9	32000	1523,81	3156,25	0,27775%	90,70932%	B
Pinho	40	4,5	Mediterrâneo	30960	1474,29	2344,16	0,26873%	90,97805%	B
MDF	90	10,5	MDF19 Aro 32	29298	1395,14	577,47	0,25430%	91,23235%	B
MDF	90	9	MDF19 Aro 22	27750	1321,43	789,69	0,24086%	91,47321%	B
MDF	20	4,5	MDF16 Aro 16	26400	1257,14	907,71	0,22915%	91,70236%	B
Pinho	60	4,5	Mediterrâneo	26280	1251,43	1685,02	0,22811%	91,93046%	B
MDF	60	10,5	MDF19 Aro 32	24470	1165,24	618,64	0,21239%	92,14286%	B
Pinho	100	9	Normal R9	24316	1157,90	487,58	0,21106%	92,35392%	B

MDF	90	9	MDF16 Aro 16	24058	1145,62	594,61	0,20882%	92,56274%	B
Pinho	58,5	8,5	Mediterrâneo	23770	1131,90	1163,72	0,20632%	92,76905%	B
Pinho	80	4,5	Rego fino	22338	1063,71	957,58	0,19389%	92,96294%	B
MDF	30	4,5	MDF16 Aro 22	21440	1020,95	3076,36	0,18609%	93,14904%	B
MDF	40	10,5	MDF19 Aro 22	20356	969,33	712,77	0,17669%	93,32572%	B
MDF	120	10,5	MDF19 Aro 32	20292	966,29	359,44	0,17613%	93,50185%	B
MDF	60	9	MDF19 Aro 22	20010	952,86	619,34	0,17368%	93,67554%	B
Pinho	60	7	Liberty	19466	926,95	1094,05	0,16896%	93,84450%	B
Pinho	40	8,5	Mediterrâneo	18920	900,95	1277,16	0,16422%	94,00872%	B
Pinho	60	8,5	Mediterrâneo	18920	900,95	1277,16	0,16422%	94,17294%	B
MDF	40	4 e 9	MDF16 Aro 16	18616	886,48	1911,76	0,16158%	94,33452%	B
MDF	60	4 e 9	MDF16 Aro 16	18616	886,48	1911,76	0,16158%	94,49611%	B
Pinho	40	7	Liberty	18522	882,00	1095,46	0,16077%	94,65687%	B
Pinho	40	7	Rego fino	17280	822,86	1721,52	0,14999%	94,80686%	B
Pinho	60	5	Ovalado	16130	768,10	1048,16	0,14001%	94,94687%	B
Pinho	90	5	Ovalado	16130	768,10	1048,16	0,14001%	95,08687%	B
Pinho	60	7	Rego fino	16120	767,62	1706,91	0,13992%	95,22679%	B
MDF	80	9	MDF16 Aro 16	14960	712,38	619,66	0,12985%	95,35664%	B
MDF	60	5	MDF16 Aro 16	14866	707,90	486,80	0,12903%	95,48567%	B
MDF	90	5	MDF16 Aro 16	14862	707,71	486,98	0,12900%	95,61467%	B
Pinho	38,5	4,5	Mediterrâneo	14794	704,48	633,70	0,12841%	95,74308%	B
MDF	45	4,5	MDF16 Aro 22	14368	684,19	592,20	0,12471%	95,86779%	B
MDF	30	4,5	MDF27 Relógios	14306	681,24	567,92	0,12417%	95,99197%	B
MDF	45	4,5	MDF27 Relógios	14306	681,24	567,92	0,12417%	96,11614%	B
Pinho	58,5	4,5	Mediterrâneo	13984	665,90	644,11	0,12138%	96,23752%	B
MDF	78	10,5	MDF19 Aro 22	13752	654,86	829,20	0,11936%	96,35688%	B
MDF	45	10,5	MDF19 Aro 32	12668	603,24	615,20	0,10996%	96,46684%	B
Pinho	90	12	Liberty	12666	603,14	689,47	0,10994%	96,57678%	B
Pinho	60	10,5	Ovalado	10900	519,05	260,54	0,09461%	96,67139%	C
Pinho	90	10,5	Liberty	10416	496,00	462,56	0,09041%	96,76179%	C
MDF	120	9	MDF19 Aro 22	10208	486,10	248,15	0,08860%	96,85040%	C
MDF	60	10,5	Kamashi	9866	469,81	325,23	0,08563%	96,93603%	C
Pinho	28,5	8,5	Mediterrâneo	9816	467,43	730,14	0,08520%	97,02123%	C
Pinho	50	9	Normal R9	8836	420,76	294,84	0,07669%	97,09793%	C
Pinho	20	4,5	Rego fino	8800	419,05	698,30	0,07638%	97,17431%	C
Pinho	100	10,5	Ovalado	8780	418,10	232,00	0,07621%	97,25052%	C
Pinho	45	4,5	Rego fino	8582	408,67	313,72	0,07449%	97,32501%	C
Pinho	30	12	Liberty	8500	404,76	988,13	0,07378%	97,39879%	C
Pinho	45	12	Liberty	8180	389,52	1550,83	0,07100%	97,46979%	C
MDF	100	9	MDF16 Aro 16	8180	389,52	312,90	0,07100%	97,54079%	C
MDF	45	4,5	MDF19 Aro 32	7988	380,38	550,44	0,06933%	97,61012%	C
Pinho	60	12	Liberty	7880	375,24	1182,88	0,06840%	97,67852%	C
MDF	60	4	Kamashi	7526	358,38	109,65	0,06532%	97,74384%	C
MDF	45	4	Kamashi	7516	357,90	109,28	0,06524%	97,80908%	C
Pinho	80	5	Rego fino	7284	346,86	231,44	0,06322%	97,87230%	C
MDF	60	7	MDF16 Aro 16	7240	344,76	339,52	0,06284%	97,93515%	C

MDF	40	7	MDF16 Aro 16	7200	342,86	533,45	0,06249%	97,99764%	C
Pinho	120	10,5	Liberty	6996	333,14	288,79	0,06072%	98,05836%	C
MDF	90	4,5	MDF16 Aro 16	6644	316,38	529,32	0,05767%	98,11603%	C
Pinho	45	4,5	Ovalado	6580	313,33	704,76	0,05711%	98,17315%	C
MDF	90	12	MDF19 Aro 22	6528	310,86	225,64	0,05666%	98,22981%	C
Pinho	60	10,5	Liberty	6500	309,52	525,84	0,05642%	98,28623%	C
MDF	45	4,5	Optimus MDF19 Aro 22	6044	287,81	423,30	0,05246%	98,33869%	C
MDF	60	4,5	Optimus MDF19 Aro 22	6044	287,81	423,30	0,05246%	98,39115%	C
MDF	45	4,5	MDF16 Aro 16	5942	282,95	593,91	0,05158%	98,44272%	C
MDF	180	10,5	MDF19 Aro 32	5934	282,57	222,57	0,05151%	98,49423%	C
MDF	45	4,5	MDF16 Aro 32	5890	280,48	157,53	0,05112%	98,54535%	C
MDF	60	4,5	MDF16 Aro 32	5890	280,48	157,53	0,05112%	98,59648%	C
MDF	90	10,5	Kamashi	5364	255,43	276,69	0,04656%	98,64304%	C
MDF	45	10,5	Kamashi	5290	251,90	202,28	0,04592%	98,68895%	C
Pinho	120	12	Liberty	5110	243,33	312,66	0,04435%	98,73331%	C
MDF	120	12	MDF19 Aro 22	5090	242,38	210,02	0,04418%	98,77749%	C
Pinho	30	4,5	Mediterrâneo	4680	222,86	691,50	0,04062%	98,81811%	C
Pinho	90	7	Liberty	4504	214,48	109,11	0,03909%	98,85720%	C
MDF	180	10,5	MDF19 Aro 22	4426	210,76	108,20	0,03842%	98,89562%	C
Pinho	60	7,5	Cavaletes Aro 32 Ovalado	4306	205,05	126,03	0,03738%	98,93299%	C
MDF	18	4,5	MDF16 Aro 22	4224	201,14	311,30	0,03666%	98,96966%	C
MDF	150	10,5	MDF19 Aro 22	4094	194,95	183,86	0,03554%	99,00519%	C
MDF	30	7	MDF16 Aro 16	4000	190,48	402,37	0,03472%	99,03991%	C
Pinho	70	9	Normal R9	3942	187,71	214,97	0,03422%	99,07413%	C
MDF	77	10,5	MDF19 Aro 32	3800	180,95	260,04	0,03298%	99,10711%	C
MDF	99	10,5	MDF19 Aro 32	3800	180,95	260,04	0,03298%	99,14009%	C
MDF	45	9	MDF16 Aro 16	3644	173,52	334,34	0,03163%	99,17172%	C
Pinho	90	7,5	Cavaletes Aro 32 Ovalado	3628	172,76	127,12	0,03149%	99,20321%	C
Pinho	60	4,5	Ovalado	3580	170,48	391,18	0,03107%	99,23429%	C
MDF	50	10,5	MDF19 Aro 22	3440	163,81	524,89	0,02986%	99,26414%	C
MDF	70	10,5	MDF19 Aro 22	3440	163,81	524,89	0,02986%	99,29400%	C
Pinho	30	7	Liberty	3400	161,90	104,67	0,02951%	99,32351%	C
Pinho	30	4,5	Ovalado	3000	142,86	324,86	0,02604%	99,34955%	C
MDF	25	4,5	MDF16 Aro 16	2782	132,48	442,75	0,02415%	99,37370%	C
MDF	60	4,5	MDF19 Aro 32	2760	131,43	477,29	0,02396%	99,39766%	C
MDF	60	5	MDF19 Aro 32	2750	130,95	81,66	0,02387%	99,42153%	C
MDF	90	5	MDF19 Aro 32	2750	130,95	81,66	0,02387%	99,44540%	C
MDF	100	10,5	MDF19 Aro 32	2732	130,10	156,09	0,02371%	99,46911%	C
Pinho	45	10,5	Liberty	2480	118,10	241,16	0,02153%	99,49063%	C
MDF	45	9	MDF19 Aro 22	2468	117,52	54,91	0,02142%	99,51206%	C
MDF	80	7	MDF16 Aro 16	2440	116,19	184,13	0,02118%	99,53324%	C
MDF	30	9	MDF16 Aro 16	2420	115,24	315,72	0,02101%	99,55424%	C
Pinho	40	10,5	Ovalado	2280	108,57	167,88	0,01979%	99,57403%	C
MDF	90	7,5	Kamashi	2184	104,00	238,61	0,01896%	99,59299%	C
MDF	240	10,5	MDF19 Aro 32	2110	100,48	64,25	0,01831%	99,61130%	C
MDF	100	10,5	MDF19 Aro 22	2108	100,38	162,87	0,01830%	99,62960%	C

MDF	90	4,5	MDF16 Aro 22	1870	89,05	80,24	0,01623%	99,64583%	C
MDF	120	4,5	MDF16 Aro 22	1870	89,05	80,24	0,01623%	99,66206%	C
MDF	100	7	MDF16 Aro 16	1600	76,19	160,95	0,01389%	99,67595%	C
MDF	60	5	MDF16 Aro 22	1590	75,71	74,74	0,01380%	99,68975%	C
MDF	90	5	MDF16 Aro 22	1590	75,71	74,74	0,01380%	99,70355%	C
MDF	60	7	MDF19 Ovalado Aro 32	1524	76,20	52,13	0,01323%	99,71678%	C
MDF	60	12	MDF19 Aro 22	1438	68,48	61,62	0,01248%	99,72926%	C
MDF	90	7	MDF19 Ovalado Aro 32	1432	68,19	41,40	0,01243%	99,74169%	C
Pinho	30	7	Rego fino	1360	64,76	122,95	0,01180%	99,75349%	C
MDF	60	7,5	Kamashi	1308	62,29	125,77	0,01135%	99,76485%	C
MDF	82	10,5	MDF19 Aro 32	1300	61,90	97,35	0,01128%	99,77613%	C
MDF	90	9	MDF19 Aro 32	1298	61,81	24,82	0,01127%	99,78740%	C
Pinho	80	10,5	Ovalado	1200	57,14	146,87	0,01042%	99,79781%	C
MDF	120	10,5	Kamashi	1188	56,57	125,01	0,01031%	99,80812%	C
Pinho	30	10,5	Ovalado	1040	49,52	81,88	0,00903%	99,81715%	C
MDF	120	10,5	Expression Aro 60	1012	48,19	38,58	0,00878%	99,82594%	C
MDF	120	9	MDF16 Aro 16	1000	47,62	141,35	0,00868%	99,83462%	C
MDF	100	9	MDF19 Aro 22	916	43,62	41,67	0,00795%	99,84257%	C
MDF	150	9	MDF19 Aro 22	916	43,62	41,67	0,00795%	99,85052%	C
MDF	45	7	MDF19 Ovalado Aro 32	892	42,48	36,45	0,00774%	99,85826%	C
MDF	120	7,5	Kamashi	876	41,71	117,04	0,00760%	99,86586%	C
Pinho	28,5	4,5	Mediterrâneo	810	38,57	68,66	0,00703%	99,87289%	C
MDF	120	9	MDF19 Aro 32	774	36,86	23,79	0,00672%	99,87961%	C
Pinho	45	7,5	Cavaletes Aro 32 Ovalado	696	33,14	32,36	0,00604%	99,88565%	C
Pinho	88,5	8,5	Mediterrâneo	666	31,71	96,08	0,00578%	99,89143%	C
Pinho	40	12	Liberty	640	30,48	99,52	0,00556%	99,89699%	C
MDF	60	9	MDF19 Aro 32	614	29,24	22,66	0,00533%	99,90232%	C
MDF	180	10,5	Expression Aro 60	606	28,86	25,03	0,00526%	99,90758%	C
MDF	120	7	MDF19 Ovalado Aro 32	606	28,86	28,75	0,00526%	99,91284%	C
Pinho	100	10,5	Liberty	600	28,57	36,10	0,00521%	99,91805%	C
MDF	40	10,5	MDF19 Aro 32	600	28,57	130,93	0,00521%	99,92325%	C
MDF	150	10,5	MDF19 Aro 32	466	22,19	44,09	0,00404%	99,92730%	C
MDF	120	12	MDF19 Aro 32	418	19,90	17,77	0,00363%	99,93093%	C
MDF	240	12	MDF19 Aro 32	414	19,71	17,97	0,00359%	99,93452%	C
MDF	90	10,5	Expression Aro 60	410	19,52	30,33	0,00356%	99,93808%	C
MDF	100	12	MDF19 Aro 32	406	19,33	27,91	0,00352%	99,94160%	C
MDF	150	12	MDF19 Aro 32	406	19,33	27,91	0,00352%	99,94513%	C
MDF	40	10,5	Kamashi	400	19,05	87,29	0,00347%	99,94860%	C
Pinho	65	9	Normal R9	400	19,05	87,29	0,00347%	99,95207%	C
MDF	30	4,5	MDF19 Aro 32	386	18,38	33,71	0,00335%	99,95542%	C
MDF	40	4,5	MDF19 Aro 32	386	18,38	33,71	0,00335%	99,95877%	C
MDF	60	5	Kamashi	350	16,67	22,37	0,00304%	99,96181%	C
MDF	90	5	Kamashi	350	16,67	22,37	0,00304%	99,96485%	C
MDF	20	9	MDF16 Aro 16	340	16,19	50,45	0,00295%	99,96780%	C
MDF	70	10,5	MDF19 Aro 32	300	14,29	32,34	0,00260%	99,97040%	C

MDF	200	10,5	MDF19 Aro 32	274	13,05	28,58	0,00238%	99,97278%	C
MDF	125	10,5	MDF19 Aro 32	240	11,43	29,37	0,00208%	99,97486%	C
Pinho	70	10,5	Ovalado	240	11,43	52,37	0,00208%	99,97695%	C
MDF	80	10,5	MDF19 Aro 22	204	9,71	30,35	0,00177%	99,97872%	C
Pinho	90	7	Rego fino	200	9,52	25,00	0,00174%	99,98045%	C
MDF	100	7	MDF19 Ovalado Aro 32	194	9,24	14,29	0,00168%	99,98214%	C
MDF	60	10,5	MDF16 Aro 32	168	8,00	12,33	0,00146%	99,98360%	C
MDF	90	10,5	MDF16 Aro 32	168	8,00	12,33	0,00146%	99,98505%	C
Pinho	120	7	Liberty	160	7,62	27,19	0,00139%	99,98644%	C
MDF	90	7	MDF19 Aro 22	160	7,62	34,91	0,00139%	99,98783%	C
MDF	120	7	MDF19 Aro 22	160	7,62	34,91	0,00139%	99,98922%	C
MDF	40	4,5	MDF27 Relógios	108	5,14	8,11	0,00094%	99,99016%	C
MDF	60	4,5	MDF27 Relógios	108	5,14	8,11	0,00094%	99,99109%	C
Pinho	80	10,5	Normal R10,5	100	4,76	21,82	0,00087%	99,99196%	C
Pinho	120	10,5	Normal R10,5	100	4,76	21,82	0,00087%	99,99283%	C
Pinho	150	9	Normal R9	98	4,67	8,01	0,00085%	99,99368%	C
MDF	60	10,5	MDF19 Aro 25	80	3,81	7,51	0,00069%	99,99438%	C
MDF	90	10,5	MDF19 Aro 25	80	3,81	7,51	0,00069%	99,99507%	C
MDF	45	9	MDF19 Aro 32	68	3,24	13,05	0,00059%	99,99566%	C
MDF	25	7	MDF19 Ovalado Aro 32	64	3,05	5,39	0,00056%	99,99622%	C
MDF	35	7	MDF19 Ovalado Aro 32	64	3,05	5,39	0,00056%	99,99677%	C
MDF	40	7	MDF19 Aro 32	60	2,86	13,09	0,00052%	99,99729%	C
MDF	60	7	MDF19 Aro 32	60	2,86	13,09	0,00052%	99,99781%	C
MDF	100	9	MDF19 Aro 32	40	1,90	8,73	0,00035%	99,99816%	C
MDF	250	10,5	MDF19 Aro 32	24	1,14	5,24	0,00021%	99,99837%	C
MDF	90	7	MDF19 Aro 32	20	0,95	4,36	0,00017%	99,99854%	C
MDF	120	7	MDF19 Aro 32	20	0,95	4,36	0,00017%	99,99872%	C
MDF	150	9	MDF19 Aro 32	20	0,95	4,36	0,00017%	99,99889%	C
MDF	200	9	MDF19 Aro 32	20	0,95	4,36	0,00017%	99,99906%	C
MDF	240	9	MDF19 Aro 32	20	0,95	4,36	0,00017%	99,99924%	C
Pinho	120	7,5	Cavaletes Aro 32 Ovalado	16	0,76	3,06	0,00014%	99,99938%	C
MDF	90	10,5	MDF16 Aro 22	12	0,57	2,62	0,00010%	99,99948%	C
MDF	120	10,5	MDF16 Aro 22	12	0,57	2,62	0,00010%	99,99958%	C
MDF	90	4	Kamashi	10	0,48	2,18	0,00009%	99,99967%	C
Pinho	200	9	Normal R9	10	0,48	2,18	0,00009%	99,99976%	C
MDF	60	10,5	Expression Aro 60	4	0,19	0,60	0,00003%	99,99979%	C
Pinho	80	12	Liberty	4	0,19	0,60	0,00003%	99,99983%	C
MDF	80	4,5	MDF16 Aro 16	4	0,19	0,60	0,00003%	99,99986%	C
MDF	80	5	MDF16 Aro 16	4	0,19	0,60	0,00003%	99,99990%	C
MDF	90	12	MDF19 Aro 32	4	0,19	0,87	0,00003%	99,99993%	C
Pinho	150	7,5	Cavaletes Aro 32 Ovalado	2	0,10	0,44	0,00002%	99,99995%	C
MDF	75	10,5	MDF19 Aro 22	2	0,10	0,44	0,00002%	99,99997%	C
MDF	155	10,5	MDF19 Aro 22	2	0,10	0,44	0,00002%	99,99998%	C
MDF	180	9	MDF19 Aro 32	2	0,10	0,44	0,00002%	100,00000%	C

ANEXO I: Quadro dos objetivos semanais de produção proposto

Tendo por base a análise realizada no presente projeto, foi elaborado um quadro informativo que especifica os objetivos da produção semanal do setor de perfis. Esta ferramenta de Gestão Visual de controlo do WIP do setor de corte de perfil pode ser consultada neste anexo.

Planeamento da Produção Semanal do Corte de Perfil:

Níveis de stock dos tipos de perfil mais usados:

Material:	Pinho																															
Perfil:	Normal											Mediterrâneo														Oyhama					Liberty	
Rasgo:	4,5		5		7		9					4,5				5,5						8,5				5		10,5			7	
Comp.:	80	120	60	90	40	60	20	45	80	100	120	38,5	40	58,5	60	38,5	40	58,5	60	88,5	90	38,5	40	58,5	60	60	90	60	90	120	40	60
1 Carro																																
1 Carro																																
1 Carro																																
1 Carro																																
1 Carro																																
1 Carro																																
1 Carro																																
1 Carro																																

Material:	MDF																													
Perfil:	MDF16 Aro 16										MDF16 Aro 22					MDF19 Aro 22								MDF19 Aro 32					MDF27 Relógios	
Rasgo:	4,5				5		9				4,5					9		10,5						10,5					4,5	
Comp.:	20	30	40	60	60	90	40	60	80	90	20	30	40	45	60	60	90	40	45	60	80	90	120	40	45	60	90	120	30	45
1 Carro																														
1 Carro																														
1 Carro																														
1 Carro																														
1 Carro																														
1 Carro																														
1 Carro																														
1 Carro																														

Perfis nos circuitos Kanban de Produção:

Material:	Pinho							
Perfil:	Normal							
Rasgo:	4,5				9			
Comp.:	30	40	60	90	30	40	60	90
1 Carro								
1 Carro								
1 Carro								
1 Carro								
1 Carro								
1 Carro								
1 Carro								
1 Carro								
1 Carro								
1 Carro								
1 Carro								
1 Carro								
1 Carro								
1 Carro								
1 Carro								
1 Carro								

Área para colocação dos marcadores não utilizados:

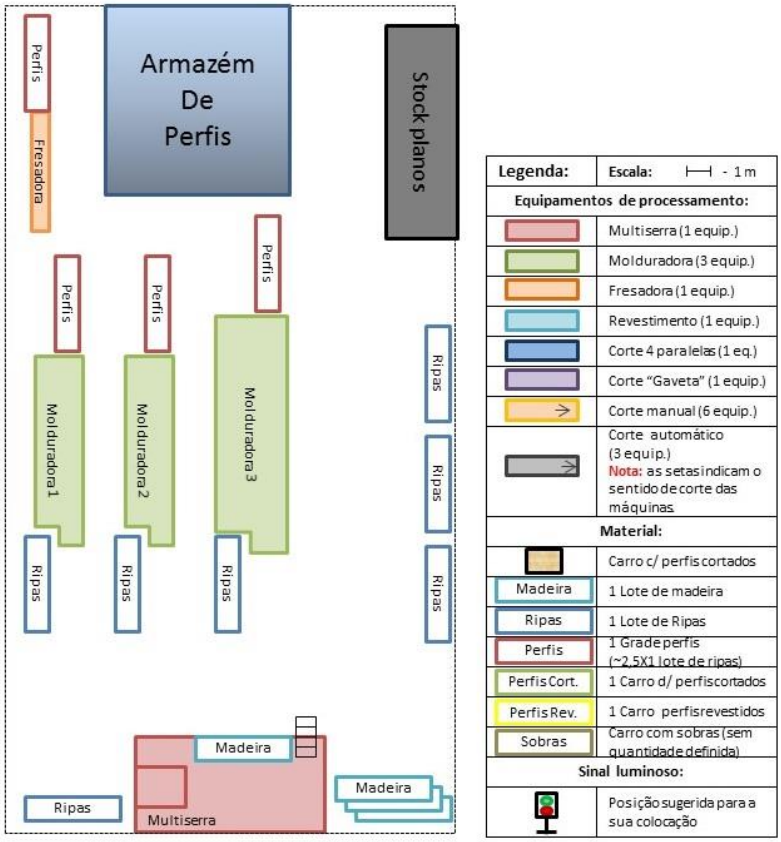
Aspetos a ter em atenção:
- Sempre que algum espaço pintado (amarelo ou vermelho) esteja sem um marcador deve ser produzida a quantidade de perfis indicada por esse espaço livre;

Legenda:
- Stock de segurança que deve ser garantido;
- Nível de stock semana que deve ser mantido;

ANEXO J: *Layout* Ideal Sugerido para a Secção de Perfis

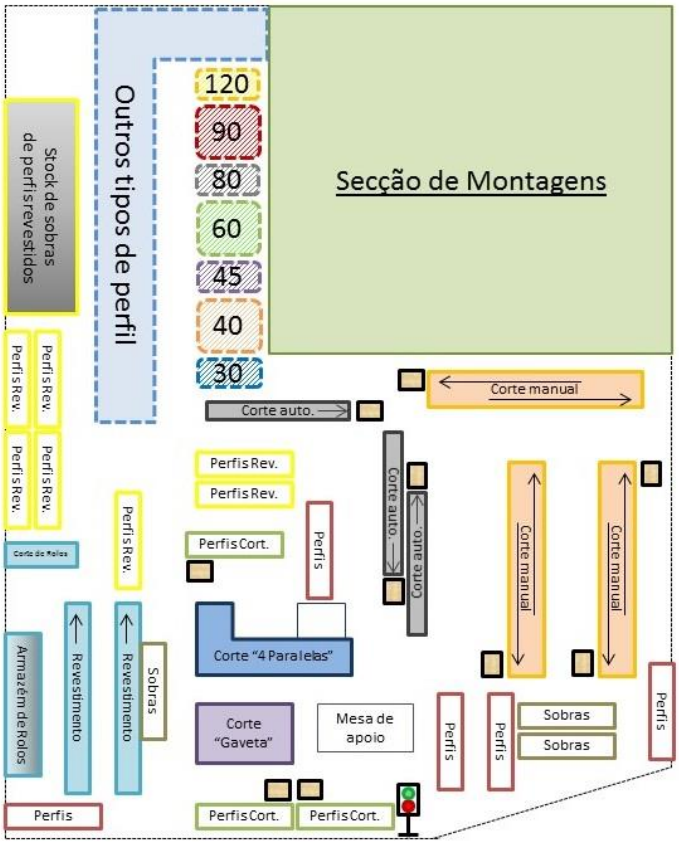
Neste anexo é apresentada a sugestão de *Layout* ideal para a Secção de Perfis de Madeira estudada, com o intuito de otimizar os fluxos operativos necessários ao processo produtivo.

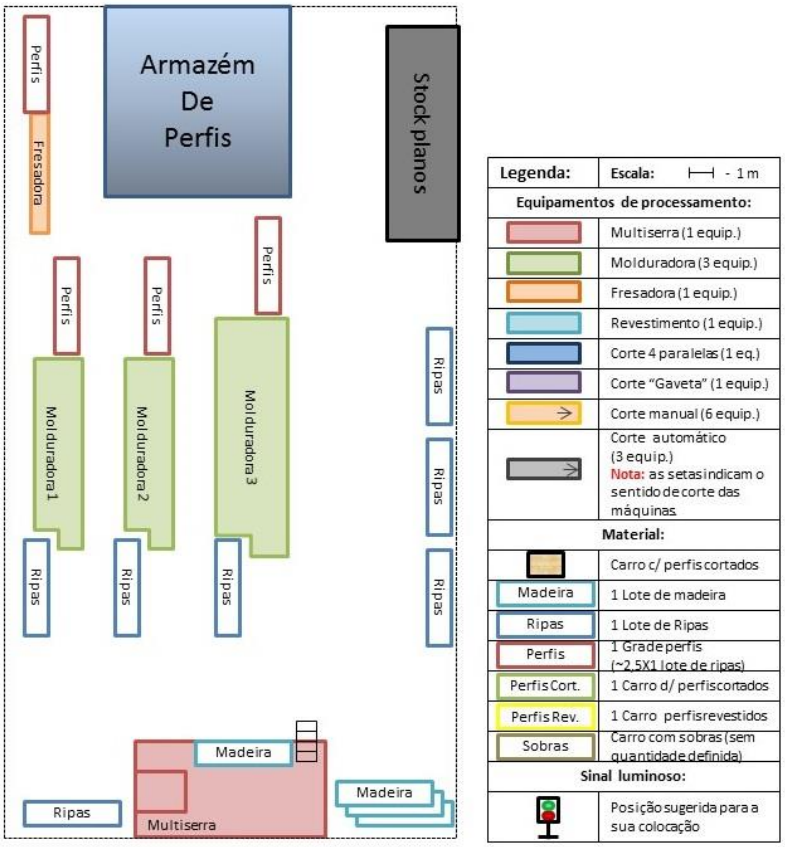




ANEXO K: Sugestão Final de *Layout* para a Secção de Perfis

Considerando as limitações identificadas para a mudança de *Layout*, foi necessário adaptar a sugestão final para o *Layout* da secção, que é apresentada no presente anexo.





ANEXO L: Medições de tempos de *Setup* nas Molduradoras

Neste anexo são apresentados as informações resultantes de duas iniciativas de medição dos tempos de mudança de configurações produtivas (tipos de perfil) em equipamentos de perfilação presentes na secção de perfis de madeira analisada. Os resultados da primeira medição são mostrados em seguida:

Equipamento:	**MDL1**	Tempo total :	**01:18**
Acção:	Hora de fim:	Tempo [min]:	Tipo de Tarefa:
Início	08:40	00:00:00	T. Externa
Destravar a máquina e desligar as emergências.	08:43	00:03:00	T. Externa
Desapertar 1º disco	08:44	00:01:00	T. Interna
Mudar 1º disco	08:45	00:01:00	T. Interna
Desapertar 1ª fresa	08:46	00:01:00	T. Interna
Mudar 1ª fresa	08:49	00:03:00	T. Interna
Desapertar 2ª e 3ª fresas	08:51	00:02:00	T. Interna
Mudar 2ª fresa	08:52	00:01:00	T. Interna
Mudar 3ª fresa	08:53	00:01:00	T. Interna
Afinar 1º disco	08:55	00:02:00	T. Interna
Ajustar paralelas	08:56	00:01:00	T. Interna
Afinar 1ª fresa	08:58	00:02:00	T. Interna
Ajustar paralelas laterais	09:00	00:02:00	T. Interna
Ajustar paralelas altura	09:02	00:02:00	T. Interna
Afinar 2ª fresa	09:04	00:02:00	T. Interna
Afinar 3ª fresa	09:04:30	00:00:30	T. Interna
Ajustar paralelas altura	09:06	00:01:30	T. Interna
Ligar máquina	09:06:30	00:00:30	T. Interna
Colocar ripa na calha	09:07	00:00:30	T. Externa
Acerto da paralela da entrada	09:08	00:01:00	T. Externa
Ajuste paralela altura	09:08:30	00:00:30	T. Externa
Ajuste paralela altura	09:09	00:00:30	T. Externa
Ajuste paralela largura	09:10	00:01:00	T. Externa
Verificar ripa	09:10:20	00:00:20	T. Externa
Ajuste paralelas largura	09:11	00:00:40	T. Externa
Colocar nova ripa	09:11:20	00:00:20	T. Externa
Ajuste paralela largura	09:12	00:00:40	T. Externa
Empurrar ripa encravada	09:13	00:01:00	T. Externa
Verificar perfil	09:14	00:01:00	T. Externa
Colocar nova ripa	09:14:15	00:00:15	T. Externa
Ajustar paralela	09:15	00:00:45	T. Externa
Verificar ripa	09:16	00:01:00	T. Externa
Colocar nova ripa	09:17	00:01:00	T. Externa
Verificar ripa	09:18	00:01:00	T. Externa
Paragem da máquina	09:18:15	00:00:15	T. Externa
Ajuste fresa	09:20	00:01:45	T. Interna
Ajuste fresa	09:21	00:01:00	T. Interna
Ligar máquina	09:21:15	00:00:15	T. Interna
Verificar ripa	09:21:45	00:00:30	T. Externa

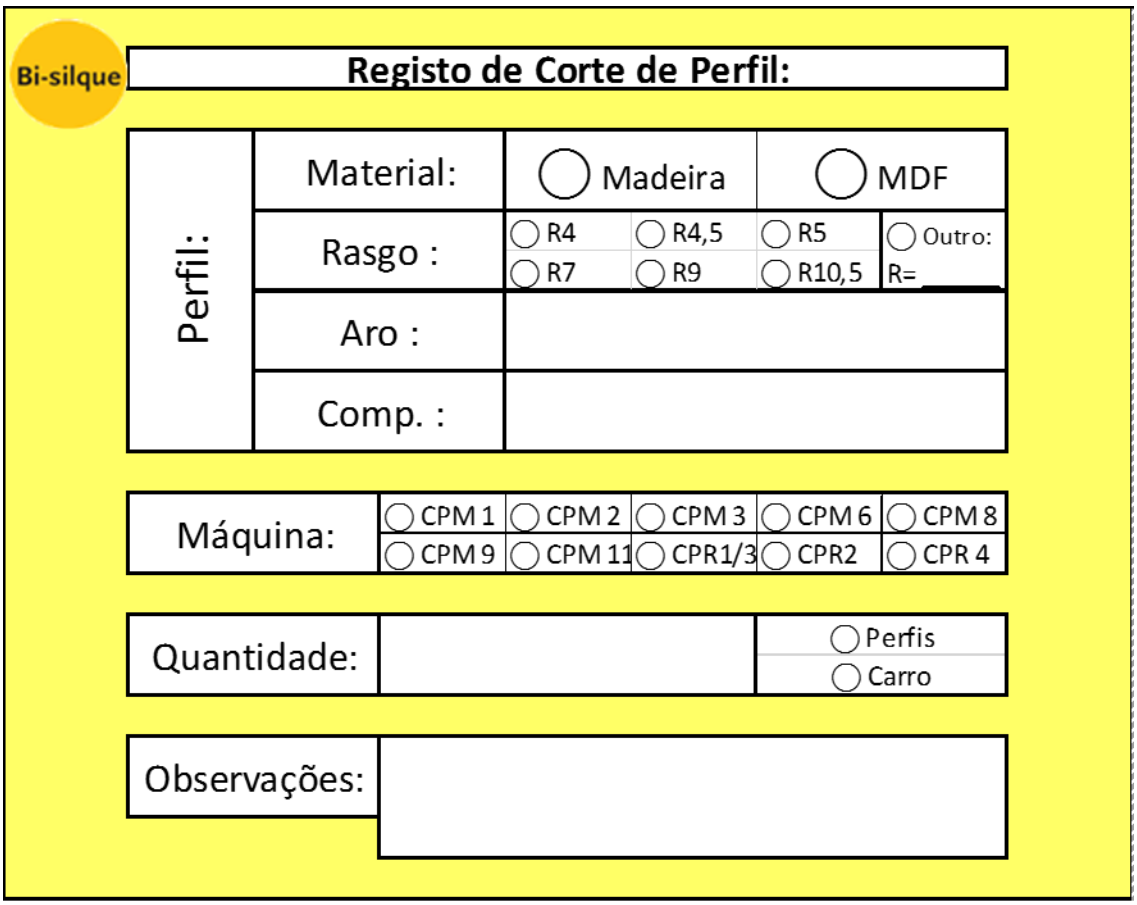
Medições perfis	09:23	00:01:15	T. Externa
Ajuste paralelas	09:24	00:01:00	T. Externa
Colocar nova ripa	09:24:20	00:00:20	T. Externa
Verificar ripa	09:25	00:00:40	T. Externa
Medições perfis	09:26	00:01:00	T. Externa
Confirmar com encarregado (Sr. João)	09:27	00:01:00	T. Externa
Colocar nova ripa	09:27:15	00:00:15	T. Externa
Desligar máquina	09:28	00:00:45	T. Interna
Verificar tubos de aspiração	09:29	00:01:00	T. Interna
Ligar máquina	09:29:15	00:00:15	T. Interna
Ajuste paralela altura (pelo Sr. João)	09:32	00:02:45	T. Externa
Ajustes paralelas	09:33	00:01:00	T. Externa
Medições perfis	09:34	00:01:00	T. Externa
Ajustes paralelas	09:36	00:02:00	T. Externa
Abrir parte de baixo da máquina e conectar tubos de aspiração	09:37	00:01:00	T. Externa
Ajustes paralelas	09:38	00:01:00	T. Externa
Colocar nova ripa	09:39	00:01:00	T. Externa
Ajuste da entrada da máquina	09:42	00:03:00	T. Externa
Paragem da máquina	09:42:10	00:00:10	T. Interna
Inspeção do encarregado (Sr. João)	09:45	00:02:50	T. Interna
Ligar máquina	09:45:20	00:00:20	T. Interna
Colocar ripa na calha	09:46	00:00:40	T. Externa
Ajustes paralelas	09:47	00:01:00	T. Externa
Verificação de perfis	09:48:30	00:01:30	T. Externa
Colocar nova ripa	09:49	00:00:30	T. Externa
Medição perfis	09:50	00:01:00	T. Externa
Ajustes paralelas	09:50:30	00:00:30	T. Externa
Medição perfis	09:51	00:00:30	T. Externa
Ajustes paralelas	09:51:30	00:00:30	T. Externa
Medição perfis	09:52	00:00:30	T. Externa
Afinação paralelas	09:52:30	00:00:30	T. Externa
Medição perfis	09:53	00:00:30	T. Externa
Afinação paralelas	09:53:30	00:00:30	T. Externa
Medição perfis	09:54	00:00:30	T. Externa
Empurrar ripa encravada	09:55	00:01:00	T. Externa
Colocar lubrificante	09:56	00:01:00	T. Externa
Medir perfis	09:57	00:01:00	T. Externa
Medir perfis	09:58	00:01:00	T. Externa

Em seguida são apresentados os resultados da segunda medição realizada:

Equipamento:	**MDL1**	Tempo total :	**00:23**
Acção:	Hora de fim:	Tempo [min]:	Tipo de Tarefa:
Início	14:53	00:00:00	T. Externa
Destravar a máquina e desligar as emergências.	14:54	00:00:30	T. Externa
Desapertar 1ª fresa	14:55	00:01:00	T. Interna
Mudar 1ª fresa	14:56	00:01:00	T. Interna
Desapertar 2ª fresa	14:57	00:01:00	T. Interna
Mudar 2ª fresa	14:59	00:02:00	T. Interna
Colocação de casquilhos no veio 2ª fresa	14:59	00:00:30	T. Interna
Ajuste casquilhos 1ª fresa	15:00	00:00:30	T. Interna
Afinação 1ª fresa	15:02	00:02:00	T. Interna
Afinação 2ª fresa	15:02	00:00:45	T. Interna
Ligar máquina	15:03	00:00:15	T. Interna
Colocar 1ª ripa	15:04	00:01:00	T. Externa
Medição de perfis na saída	15:06	00:02:00	T. Externa
Ajuste posição fresa	15:06:10	00:00:10	T. Interna
Colocar nova ripa	15:06:30	00:00:20	T. Externa
Medição de perfis na saída	15:07:30	00:01:00	T. Externa
Ajuse posição fresa	15:08:20	00:00:50	T. Interna
Medição de perfis na saída	15:09	00:00:40	T. Externa
Afinação posição fresa	15:09:15	00:00:15	T. Interna
Afinação altura	15:09:35	00:00:20	T. Externa
Afinação paralelas	15:09:50	00:00:15	T. Externa
Afinação altura	15:10	00:00:10	T. Externa
Colocar gasóleo	15:10:40	00:00:40	T. Externa
Medição de perfis na saída	15:11	00:00:20	T. Externa
Medição de perfis na saída	15:11:30	00:00:30	T. Externa
(Final do processo de setup)			
Hora em que a máquina estava pronta a trabalhar:		15:16:31	

ANEXO M: Sistema de Relatório Diário de Produção sugerido

No presente anexo são expostos os dois tipos de folhas sugeridos para preenchimento dos colaboradores da secção de perfis de madeira, de forma a criar um sistema simples e intuitivo de elaboração de relatórios diários de produção dos postos de corte.



Bi-silque

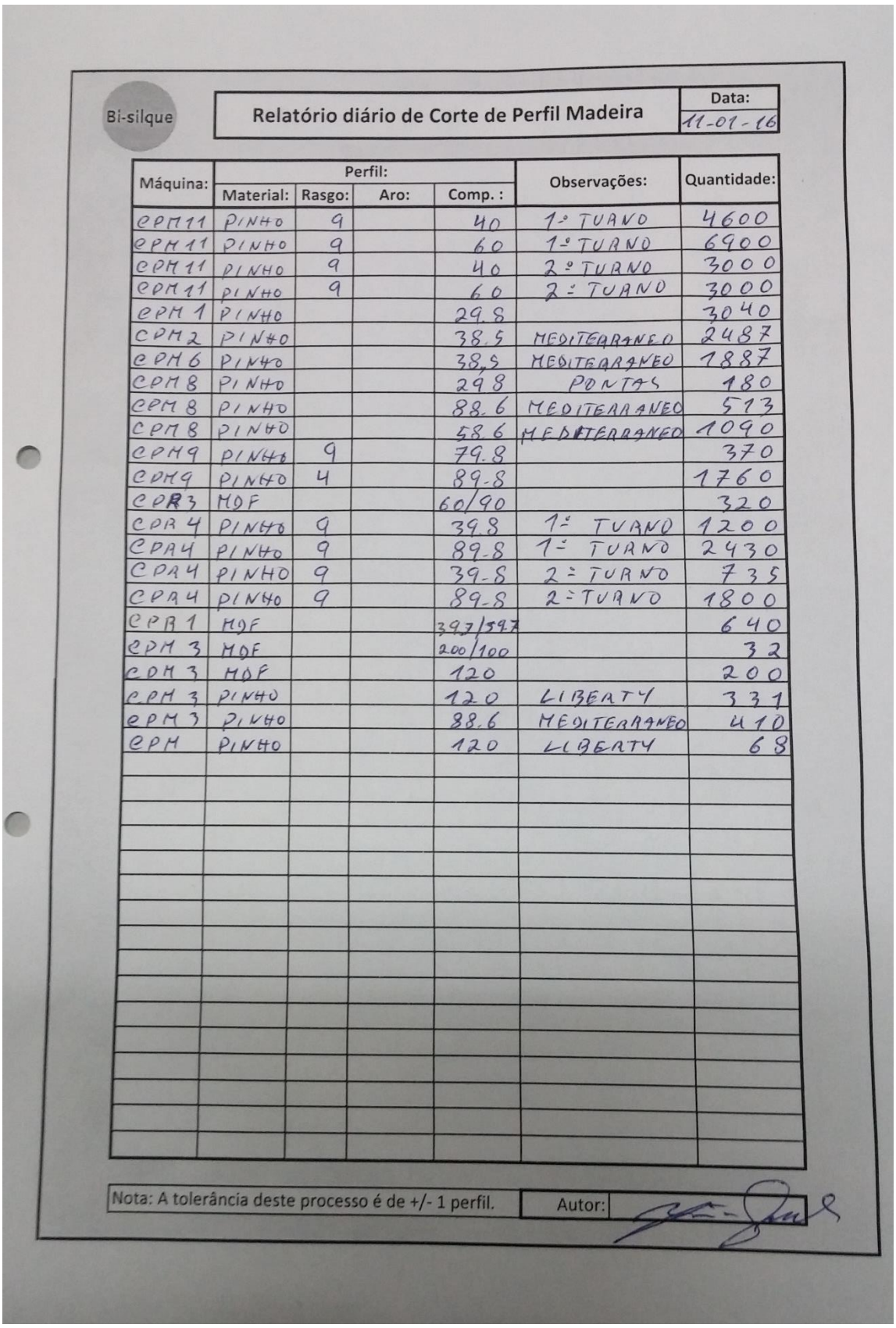
Relatório diário de Corte de Perfil Madeira

Data:

Máquina:	Perfil:				Observações:	Quantidade:
	Material:	Rasgo:	Aro:	Comp. :		

Nota: A tolerância deste processo é de +/- 1 perfil.	Autor:	

ANEXO N: Folha de Relatório Diário preenchida



Bi-silque

Relatório diário de Corte de Perfil Madeira

Data: 11-01-16

Máquina:	Perfil: Material:	Rasgo:	Aro:	Comp. :	Observações:	Quantidade:
CPM11	PINHO	9		40	1º TURNO	4600
CPM11	PINHO	9		60	1º TURNO	6900
CPM11	PINHO	9		40	2º TURNO	3000
CPM11	PINHO	9		60	2º TURNO	3000
CPM 1	PINHO			29.8		3040
CPM 2	PINHO			38.5	MEDITERRANEO	2487
CPM 6	PINHO			38,5	MEDITERRANEO	1887
CPM 8	PINHO			29.8	PONTAS	180
CPM 8	PINHO			88.6	MEDITERRANEO	513
CPM 8	PINHO			58.6	MEDITERRANEO	1090
CPM 9	PINHO	9		79.8		370
CPM 9	PINHO	4		89.8		1760
CPR 3	MDF			60/90		320
CPR 4	PINHO	9		39.8	1º TURNO	1200
CPR 4	PINHO	9		89.8	1º TURNO	2430
CPR 4	PINHO	9		39.8	2º TURNO	735
CPR 4	PINHO	9		89.8	2º TURNO	1800
CPR 1	MDF			397/597		640
CPM 3	MDF			200/100		32
CPM 3	MDF			120		200
CPM 3	PINHO			120	LIBERTY	331
CPM 3	PINHO			88.6	MEDITERRANEO	410
CPM	PINHO			120	LIBERTY	68

Nota: A tolerância deste processo é de +/- 1 perfil.

Autor:

ANEXO O: Circuitos *Kanban* sugeridos

