



**Universidade de Aveiro**  
2018

Departamento de Economia, Gestão, Engenharia  
Industrial e Turismo

**Maria de Fátima  
Almeida Cabral  
Terra**

**MELHORIA CONTÍNUA NA PRODUÇÃO DE  
ARTIGOS DE COMUNICAÇÃO VISUAL  
(SETOR BI-CASA)**



**Maria de Fátima  
Almeida Cabral  
Terra**

**MELHORIA CONTÍNUA NA PRODUÇÃO DE  
ARTIGOS DE COMUNICAÇÃO VISUAL  
(SETOR BI-CASA)**

Relatório de projeto apresentado à Universidade de Aveiro para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Engenharia e Gestão Industrial, realizado sob a orientação científica da Doutora Maria João Machado Pires da Rosa, Professora Auxiliar do Departamento de Economia, Gestão, Engenharia Industrial e Turismo da Universidade de Aveiro

Dedico este trabalho aos meus pais pela educação e por tudo que me deram, pelo apoio, confiança e valores transmitidos.

## **o júri**

Presidente

**Prof. Doutora Helena Maria Pereira Pinto Dourado e Alvelos**

professora auxiliar da Universidade de Aveiro

**Prof. Doutora Ângela Maria Esteves da Silva**

professora auxiliar da Universidade Lusíada de Vila Nova de Famalicão

**Prof. Doutora Maria João Machado Pires da Rosa**

professora auxiliar da Universidade de Aveiro

## **agradecimentos**

Para conseguir desenvolver este projeto foi muito importante receber apoio de várias pessoas a quem pretendo expressar o meu reconhecimento.

Queria agradecer também à minha família e aos meus amigos pelo apoio que deram durante todo este percurso.

Um agradecimento especial aos meus colegas estagiários pela companhia ao longo deste tempo, pelos bons momentos passados seja na entreajuda na hora de trabalhar, mas também pelos momentos de descontração. Desejo-vos a todos muita sorte.

Agradecer aos meus orientadores, Eng. Abel Maia pela disponibilidade e compreensão e Professora Maria João Rosa pela disponibilidade e pelos comentários efetuadas que permitiram melhorar o trabalho realizado.

Por último, um obrigado à Bi-Silque SA pela oportunidade de estágio dada e desejos de muito sucesso para o futuro.

**palavras-chave**

Pensamento *LEAN*, Melhoria Contínua, Desperdício, *Kanban*, Avaliação de Fornecedores, AHP

**resumo**

O presente relatório do projeto é constituído por duas grandes partes: uma sobre os fundamentos teóricos do *Lean Thinking*, incluindo os seus conceitos, princípios, ferramentas e técnicas, e sobre os conceitos teóricos subjacentes à avaliação de fornecedores, fundamental para uma melhor interpretação e desenvolvimento do caso prático. A segunda parte prende-se com os resultados do trabalho desenvolvido na Bi-Silque.

O fenómeno da globalização tem tornado o mercado mundial ainda mais competitivo, obrigando as empresas a reduzir custos, aumentar a produtividade e melhorar a qualidade. Para conseguirem ter sucesso num mundo cada vez mais global, as empresas tiveram, portanto, que recorrer a novas práticas organizacionais, incluindo o recurso a sistemas informáticos eficientes e eficazes, que lhes permitissem lidar com ambientes em mudança constante, onde cada vez mais é importante alcançar sempre os melhores resultados.

Assim, para alcançarem bons resultados as empresas têm de se diferenciar umas das outras. Para isso não basta apostar apenas na diversificação do produto, uma vez que existem produtos em que a diferença não é percebida de imediato pelo cliente, mas também noutros aspetos como sejam o cumprimento dos prazos de entrega, o serviço prestado ao cliente ou a gestão de reclamações, entre outros.

O projeto de investigação apresentado neste relatório foi desenvolvido na Bi-Silque - Produtos de Comunicação Visual S.A. e o seu principal objetivo centrou-se na melhoria contínua da produção deste tipo de produtos, através da identificação e redução dos desperdícios da secção de produção de perfis de madeira, no setor Bi-Casa. Os tipos de desperdício que se pretendem reduzir pertencem a uma das oito categorias de desperdícios do *LEAN*, nomeadamente à categoria dos defeitos.

O trabalho realizado consistiu na identificação dos defeitos mais frequentes presentes na madeira comprada aos diversos fornecedores e que conduzem à sua rejeição; a quantificação dos defeitos encontrados; e a análise dos processos de fabrico de forma a tentar modificá-los tendo como objetivo a redução do desperdício. Tendo em conta o objetivo delineado para o projeto foi ainda realizada uma avaliação dos fornecedores e, por fim, definidas algumas estratégias para a seleção dos melhores fornecedores, isto é, daqueles que geram uma quantidade menor de desperdício.

**keywords**

LEAN Thinking, Continuous Improvement, Waste, Kanban, Supplier Evaluation, AHP

**abstract**

This project report is made up of two main parts: one on the theoretical foundations of Lean Thinking, including its main concepts, principles, tools and techniques, as well as on the theoretical concepts underlying suppliers assessment, which are fundamental for a better interpretation and development of the practical case. The second part deals with the practical case and presents the work developed and the results obtained in Bi-Silque. The phenomenon of globalization has made the world market even more competitive, forcing companies to reduce costs, increase productivity and improve quality. In order to succeed in an increasingly global world, companies have therefore to resort to new organizational practices, including the use of efficient and effective information systems, to enable them to cope with a changing environment where it is increasingly important to always achieve the best results.

In order to achieve good results, companies must differentiate themselves from the others. To do this, it is not enough to just focus on product diversification, since there are products in which the difference is not perceived immediately by the customer, but also in other aspects such as the fulfillment of delivery times, the services provided to the customers or the management of complaints, among others.

The research project described in this report was developed at Bi-Silque - Products of Visual Communication SA and its main objective was the continuous improvement of the production of this type of products, through the identification and reduction of waste from the production section of profiles in the Bi-House sector. This type of waste belongs to one of the eight LEAN categories of waste, namely to the category of defects.

The work developed included the identification of the most frequent types of defects present in wood purchased from different suppliers, which lead to rejection; the quantification of the defects found; and the analysis of the manufacturing processes in order to try to modify them in order to reduce waste. Taking into account the project objective, an evaluation of the suppliers was also carried out and finally some strategies were defined for selecting the best suppliers, that is, that the ones generating a smaller amount of waste.

## Índice

1.	Introdução.....	1
1.1.	Motivação e Contextualização do Trabalho.....	1
1.2.	Objetivos e Investigação-Ação.....	1
1.3.	Estrutura do documento.....	2
2.	Ambientes de Produção LEAN – A importância da melhoria contínua.....	5
2.1.	Toyota Production System (TPS).....	5
2.2.	Pensamento LEAN.....	7
2.3.	Desperdício.....	8
2.3.1.	Os 3 MU's.....	8
2.3.2.	O fluxo de operações.....	9
2.3.3.	Os 7 desperdícios.....	10
2.4.	Metodologias e ferramentas LEAN.....	11
2.4.1.	Análise da cadeia de valor.....	11
2.4.2.	Sistema Pull (JIT).....	12
2.4.3.	Sistema de controlo kanban.....	12
2.4.4.	Metodologia 5S.....	14
2.4.5.	VSM.....	15
2.4.6.	Diagrama de causa-efeito.....	15
2.4.7.	Diagrama de Pareto.....	16
2.5.	Métodos de avaliação e seleção de fornecedores (SCM).....	16
2.5.1.	Método AHP (Analytic Hierarchy Process).....	17
3.	Bi-Silque – Produtos de Comunicação Visual S.A.....	19
3.1.	Descrição do setor Bi-Casa.....	21
3.1.1.	Secção dos planos.....	23
3.1.2.	Secção dos perfis.....	23
3.1.3.	Secção de montagem.....	23
3.1.4.	Secção de embalagem.....	24
3.2.	Secção de perfil.....	24



3.3.	Planeamento e produção dos quadros – caracterização da situação inicial (Setor Bi-Casa)	29
3.4.	Objetivos .....	31
3.5.	Metodologia proposta.....	31
3.5.1.	VSM .....	31
3.5.2.	Fluxo de Operações.....	34
3.5.3.	Identificação das causas dos defeitos .....	36
4.	A melhoria contínua aplicada na Bi-Silque.....	37
4.1.	Implementação de um sistema Kanban.....	37
4.2.	Régua graduada nas máquinas de corte manual .....	40
4.3.	Contador de mão/sensor .....	41
4.4.	Identificação das estantes de perfil .....	43
4.5.	Identificação dos carros de perfil .....	44
4.6.	Limpeza e organização de espaços – Aplicação dos 5S.....	45
4.7.	Avaliação dos fornecedores .....	46
4.7.1.	Estudo dos defeitos .....	47
4.7.2.	Análise por fornecedor.....	48
4.7.3.	Utilização do método AHP tendo por base os critérios definidos pela empresa.....	49
4.7.4.	Redefinição dos critérios de avaliação e nova avaliação dos fornecedores utilizando o método AHP .....	63
5.	Reflexão final e sugestões para trabalhos futuros.....	67
5.1.	Reflexão sobre o trabalho realizado .....	67
5.2.	Sugestões para trabalhos futuros .....	68
	Bibliografia .....	69
	Anexo A – Ficha de controlo de madeira para a multiserra.....	71
	Anexo B – Formulário auxiliar para a realização da avaliação dos fornecedores.....	72

## Índice de Figuras

Figura 1 - A casa TPS (adaptado de Pinto, 2009).....	6
Figura 2 - Os 3 Mu's (Gunzi, 2015) .....	9
Figura 3 - Os 8 desperdícios .....	11
Figura 4 - Sistema de Kanban (Toyota, n.d.) .....	13
Figura 5 - Diagrama de Ishikawa .....	16
Figura 6 - Estrutura hierárquica (Método AHP) (Saaty, 1991) .....	18
Figura 7 - Instalações da Bi-Silque.....	19
Figura 8 - Estrutura organizacional da Bi-Silque SGPS S.A. ....	19
Figura 9 - Mapa representativo dos países de exportação .....	20
Figura 10 - Marcas da empresa .....	20
Figura 11 - Setor Bi-Casa .....	21
Figura 12 - Setor Bi-Office .....	21
Figura 13 - Exemplo de alguns produtos do setor Bi-Casa.....	21
Figura 14 – Layout do setor Bi-Casa .....	22
Figura 15 - Quadro .....	24
Figura 16 - Esquema ilustrativo da produção dos perfis.....	26
Figura 17 - Lote de tábuas de pinho.....	27
Figura 18 - Dimensões médias de uma tábua .....	27
Figura 19 – Espaços desarrumados.....	30
Figura 20 - Deficiente identificação das estantes dos perfis.....	30
Figura 21 - Falta de identificação dos carros e caixotes de perfil .....	30
Figura 22 - Excesso de carros de perfil cortado .....	30
Figura 23 - VSM do processo produtivo do setor.....	33
Figura 24 - Fluxo de operações (Secção corte de perfil) .....	35
Figura 25 - Diagrama de causa-efeito .....	36
Figura 26 - Gráfico de análise ABC dos quadros quanto às dimensões .....	38
Figura 27 - Gráfico de análise ABC dos perfis quanto às dimensões .....	38
Figura 28 - Paralela da máquina de corte manual .....	41

Figura 29 - Sensor e contador .....	42
Figura 30 - Identificação das estantes de perfis.....	43
Figura 31 - Identificação dos carros de perfil.....	45
Figura 32 - Organização do espaço .....	45
Figura 33 - Resíduos na zona envolvente das máquinas e no interior das mesmas.....	46
Figura 34 - Limpeza do espaço ao redor das máquinas e do seu interior.....	46
Figura 35 – Diagrama de Pareto da análise dos defeitos da madeira por tipo de defeito .....	47
Figura 36 – Diagrama de Pareto da análise dos defeitos por fornecedor .....	48
Figura 37 - Gráfico de análise da percentagem de madeira não conforme fornecida por cada fornecedor.....	49
Figura 38 - Escala de Saaty .....	50
Figura 39 - Estrutura hierárquica em 3 níveis (objetivo, critérios, alternativas) .....	51
Figura 40 - Estrutura de preferências para os vários graus hierárquicos e a respetiva solução.....	57

## Índice de Tabelas

Tabela 1 - Principais defeitos detetados nas tábuas.....	27
Tabela 2 - Dimensões das ripas à saída da multiserra .....	28
Tabela 3 - Características de cada tipo de perfil .....	28
Tabela 4 - Designação das máquinas de corte de perfil.....	29
Tabela 5 - Medidas de perfil que cada máquina corta.....	29
Tabela 6 - Dimensão dos quadros .....	37
Tabela 7 - Cálculo do nº de Kanbans.....	39
Tabela 8 - Tempos de contagem de perfis .....	41
Tabela 9 - Tempo de procura do perfil.....	44
Tabela 10 - Análise da quantidade de madeira não conforme .....	49
Tabela 11 - Tabela de comparação entre pares de critérios.....	50
Tabela 13 - Preferência por tempo de resposta a solicitações .....	52
Tabela 12 - Preferência por preço.....	52
Tabela 15 - Preferência por atendimento .....	52
Tabela 14 - Preferência por resolução de não conformidades .....	52
Tabela 16 - Preferência por reclamações.....	53
Tabela 18 - Preferência por prazo de entrega .....	53
Tabela 17 - Preferência por quantidades entregues.....	53
Tabela 19 - Normalização e cálculo da média do critério prazo de entrega.....	54
Tabela 20 - Normalização e cálculo da média do critério reclamações .....	54
Tabela 22 - Normalização e cálculo da média do critério preço .....	54
Tabela 21 - Normalização e cálculo da média do critério atendimento .....	54
Tabela 25 - Normalização e cálculo da média do critério quantidades entregues .....	55
Tabela 24 - Normalização e cálculo da média do critério tempo de resposta a solicitações .....	55
Tabela 23 - Normalização e cálculo da média do critério resolução de não conformidades .....	55
Tabela 26 - Matriz de preferências .....	55
Tabela 27 – Comparação entre critérios.....	56
Tabela 28 - Normalização e cálculo da média dos critérios .....	56

Tabela 29 - Matriz do resultado final .....	56
Tabela 30 - Matriz inicial da comparação entre critérios.....	58
Tabela 31 - Totalização das entradas (matriz de critérios) .....	58
Tabela 32 - Vetor do $\lambda$ para os critérios .....	58
Tabela 33 - Totalização das entradas (critério preço).....	59
Tabela 34 - Vetor do $\lambda$ para o critério preço .....	59
Tabela 35 - Totalização das entradas (critério atendimento) .....	59
Tabela 36 - Vetor do $\lambda$ para o critério atendimento .....	59
Tabela 37 - Totalização das entradas (critério tempo de resposta a solicitações) .....	59
Tabela 38 - Vetor do $\lambda$ para o critério tempo de resposta a solicitações .....	60
Tabela 40 - Totalização das entradas (critério resolução de não conformidades) .....	60
Tabela 39 - Vetor do $\lambda$ para o critério resolução de não conformidades .....	60
Tabela 41 - Totalização das entradas (critério prazo de entrega).....	60
Tabela 42 - Vetor do $\lambda$ para o critério prazo de entrega.....	60
Tabela 44 - Vetor do $\lambda$ para o critério quantidades entregues .....	61
Tabela 43 - Totalização das entradas (critério quantidades entregues).....	61
Tabela 45 - Totalização das entradas (critério reclamações).....	61
Tabela 46 - Vetor do $\lambda$ para o critério reclamações .....	61
Tabela 47 - Valores $\lambda$ máximos.....	62
Tabela 48 - Índices de coerência .....	62
Tabela 49 - Valores de Razão de Consistência .....	63
Tabela 50 - Tabela do Índice Aleatório (Fonte: Saaty (1991)).....	63
Tabela 51 - Matriz de comparações entre critérios, com novo critério.....	64
Tabela 52 - Preferência por matéria-prima conforme .....	64
Tabela 53 - Matriz do resultado final, da nova avaliação .....	65

## Índice de Equações

Equação 1 - Fórmula de cálculo no nº de Kanbans .....	13
Equação 2 - Fórmula de cálculo da matriz normalizada .....	53
Equação 3 - Fórmula de cálculo da média (a partir da matriz normalizada) .....	54
Equação 4 - Fórmula de cálculo do Índice de Coerência.....	62
Equação 5 - Fórmula de cálculo da Razão de Consistência.....	63

## **1. Introdução**

Neste capítulo faz-se uma introdução ao trabalho de projeto realizado, incluindo uma breve contextualização do problema em estudo, a apresentação do local de estágio, dos objetivos estabelecidos e da metodologia usada no âmbito do projeto desenvolvido.

### **1.1. Motivação e Contextualização do Trabalho**

O projeto de investigação descrito neste relatório foi desenvolvido na Bi-Silque - Produtos de Comunicação Visual S.A., com a duração de 8 meses e o seu principal objetivo centra-se na melhoria contínua da produção deste tipo de produtos, através da identificação e redução dos desperdícios da secção de produção de perfis de madeira, no setor Bi-Casa. O tipo de desperdício que se pretende reduzir pertence a uma das oito categorias de desperdícios do *LEAN*, nomeadamente à categoria dos defeitos.

Os defeitos são erros ou falhas que ocorrem durante o processo. Estes erros causam custos elevados para a organização, incluindo custos de reinspeção, novo planeamento e perda de capacidade. Algumas das causas que originam a ocorrência de defeitos são os processos incapazes, falta de controlo de processo, incapacitação de pessoas ou pessoas não qualificadas, setorização ou departamentalização ao invés de qualidade total, bem como o recurso a fornecedores desqualificados.

Na secção em estudo (secção dos perfis de madeira) são produzidos diferentes tipos de perfis a partir de madeira nacional e de madeira espanhola, proveniente de um conjunto de fornecedores. Dependendo do tipo de madeira usada para a produção dos perfis, o desperdício é diferente, sendo que os dados já recolhidos pela empresa apontam para um desperdício maior quando a madeira usada na produção é nacional.

### **1.2. Objetivos e Investigação-Ação**

O principal objetivo do projeto a realizar foi o estudo do setor Bi-Casa, em particular da secção dos perfis, com o propósito de identificar desperdícios no processo produtivo e propor ações corretivas com vista à sua melhoria. Pretendeu-se com o desenvolvimento do projeto: i) identificar os tipos de defeitos mais comuns nas madeiras recebidas e que conduzem à sua rejeição; ii) quantificar os defeitos encontrados; iii) analisar os processos de fabrico de modo a aplicar as metodologias de redução de desperdício e a modificar estes processos para a redução de desperdício em toda a cadeia produtiva; iv) identificar quais os fornecedores responsáveis pela madeira que gera mais desperdícios. A partir desta análise, e recorrendo a outros dados relativos aos fornecedores de madeira da Bi-Silque, foi possível efetuar uma avaliação dos mesmos e definir um conjunto de estratégias para a seleção dos fornecedores que permitem reduzir os desperdícios gerados nesta etapa da produção.

O projeto iniciou-se com a recolha de informação sobre o processo de produção existente no setor Bi-Casa. Esta informação serviu de base à construção de um *Value Stream Map* (VSM), o qual possibilitou a identificação das atividades que acrescentam valor, das que não acrescentam valor, mas que são necessárias ao processo (não podendo, portanto, ser eliminadas) e daquelas que são desnecessárias (podendo ser eliminadas) (Pinto, 2014). Esta identificação começa com o mapeamento do fluxo de valor do estado atual do processo. Com base no VSM atual e na identificação das atividades que não acrescentam valor, desenha-se o estado do processo no futuro. As ações de melhoria são depois definidas tendo em consideração o estado atual e aquele que se deseja para o futuro.

Numa segunda fase elaborou-se um formulário de recolha de dados para o registo do tipo e número de defeitos detetados na madeira e nos perfis. Este formulário foi posteriormente preenchido em todos os postos de trabalho de corte de tábuas, ripas e perfis. Para sensibilizar os colaboradores para a necessidade da recolha de dados relativos aos defeitos identificados nos postos de trabalho e facilitar o correto preenchimento do formulário, foi realizada uma formação interna aos colaboradores responsáveis pelo registo dos dados. Nesta fase também se recorreu à utilização de um conjunto de ferramentas habitualmente usadas em sistemas de produção *LEAN*, como são o diagrama causa-efeito, os 5S (*Seiri*-Organização, *Seiton*-Arrumação, *Seisou*-Limpeza, *Seiketsu*-Normalização e *Shitsuke*-Autodisciplina), os 3M (*Muda*, *Mura* e *Muri*) e o sistema *Kanban*, de forma a tentar reduzir os diferentes tipos de desperdícios encontrados nesta secção (Pinto, 2014).

Numa terceira fase, e tendo em consideração o objetivo da redução dos desperdícios da madeira utilizada na produção dos perfis, efetuou-se uma avaliação dos fornecedores. Como a função de compras tem um enorme peso no volume de negócios da empresa, é muito importante selecionar os melhores fornecedores. Para isso, não é suficiente ter única e exclusivamente em consideração o preço praticado por cada um, sendo necessário ter também em conta outros critérios, tanto quantitativos como qualitativos. Como auxílio na tomada de decisão existem algumas abordagens de decisão multicritérios para a seleção de fornecedores, tais como o processo de hierarquia analítica (AHP), o processo analítico de rede (ANP), o RBB, a análise de envolvimento de dados (DEA), a teoria de conjuntos difusos, o algoritmo genético (GA), a programação matemática, a técnica de classificação multi-atributos simples (SMART) e os híbridos (Ho, Xu Dey, 2010). Estas abordagens permitem selecionar os melhores fornecedores tendo em conta vários critérios. No final da avaliação ser feita julgou-se pertinente comunicar o resultado desta à gestão de compras, de forma a permitir uma renegociação com os fornecedores, sempre de acordo com os critérios exigidos pela empresa para determinado produto. De seguida, foi necessário definir um conjunto de ações corretivas tendo como base o diagnóstico feito sobre o número e tipos de defeitos que geram desperdícios da madeira comprada, bem como sobre quais os fornecedores dessa mesma madeira.

### **1.3. Estrutura do documento**

Este relatório do projeto encontra-se dividido em cinco capítulos distintos.



No Capítulo 1 é feita uma contextualização do projeto, definição dos seus objetivos e da metodologia a seguir.

No Capítulo 2 é apresentado o enquadramento teórico dos vários temas relacionados com os sistemas de produção *LEAN*, nomeadamente os princípios em que os mesmos se baseiam e as ferramentas habitualmente utilizadas nestes contextos e com relevância para o desenvolvimento prático do projeto. É também abordada a temática da avaliação de fornecedores e apresentado o método AHP, utilizado no âmbito do projeto desenvolvido.

No Capítulo 3 apresenta-se a empresa em que o projeto foi desenvolvido, descrevendo-se a situação inicial da secção em estudo e os problemas lá existentes.

No Capítulo 4 elencam-se as soluções de melhoria do ambiente de produção da empresa, propostas e implementadas com o objetivo de eliminar os desperdícios existentes.

Por fim, no Capítulo 5 é feita uma reflexão sobre o trabalho realizado e sugeridas perspectivas de trabalho futuro.



## 2. Ambientes de Produção *LEAN* – A importância da melhoria contínua

Neste capítulo apresenta-se a revisão da literatura no que se refere aos conceitos relacionados com o pensamento *LEAN*, incluindo os seus cinco princípios, o TPS (*Toyota Production System*), os tipos de desperdícios, bem como as várias metodologias e ferramentas associadas a este pensamento e utilizadas no âmbito do projeto realizado com o objetivo da redução dos desperdícios. Além disso, é feito um levantamento de diferentes metodologias de avaliação de fornecedores, incluindo uma descrição dos critérios de seleção em que se baseiam.

No início do século XX, Henry Ford introduziu técnicas de produção em massa para o fabrico de automóveis, ou seja, alterou a forma de produzir de uma produção artesanal para uma produção em série. A produção artesanal caracteriza-se por produzir pouca quantidade de um tipo de produto a um custo elevado. Este tipo de produção não é atualmente uma opção viável para a maioria das indústrias, dado o aumento da procura e a necessidade de preços competitivos (Pinto, 2010).

Foi possível a partir da Ford produzir produtos em massa, devido a um sistema de produção que exigia muito pouca força de trabalho especializada, economizando em custos de montagem e tornando-se independente de fabricantes menores. A ideia de Ford para a divisão do trabalho dentro de uma fábrica também foi revolucionária; o trabalhador intercambiável foi formado, fazendo com que os trabalhadores não especializados fossem agora a espinha dorsal da produção industrial. Embora a sua divisão extrema tenha sido mais tarde criticada (Chaplin, 1936).

A filosofia "*LEAN*" surgiu pela primeira vez nos anos 1940, no sistema de produção da Toyota (TPS, *Toyota Production System*), criado por Taiichi Ohno. Esta filosofia baseia-se em dois princípios base: eliminação de desperdícios e criação de valor. Um desperdício é definido como um evento que não gera nenhum valor agregado e pelo qual o cliente não está disposto a pagar. Existem três tipos de desperdícios: *Muda* (tarefa sem valor agregado), *Muri* (sobretaxas) e *Mura* (irregularidades)(Cortes, Daaboul, Le Duigou, & Eynard, 2016).

### 2.1. *Toyota Production System* (TPS)

O pensamento *LEAN* surgiu pela primeira vez na Toyota, nos finais da segunda Guerra Mundial com a implementação do *Toyota Production System* (TPS). O TPS foi pensado de forma a fornecer ferramentas e soluções para que as pessoas possam melhorar constantemente o seu desempenho. Deste modo, o objetivo do TPS consistia em aumentar a produtividade na produção de automóveis e reduzir os custos através da eliminação de todos os tipos de desperdícios ou *mudas* (termo em japonês). Assim, a Toyota conseguiu ascender a uma posição de liderança do mercado automóvel em relação às empresas concorrentes americanas. O Pensamento *LEAN* é, então, um modelo organizacional que traz benefícios para as empresas que o implementam, pois permite a redução dos custos através da eliminação dos desperdícios (Maia, Alves, & Leão, 2011).

Nos anos 90, o TPS começou a chamar-se *LEAN manufacturing*, no ocidente, devido à publicação da obra de Womack e Jones, a filosofia *LEAN Thinking* (Pinto, 2009). Assim, o TPS sofreu algumas alterações no que diz respeito aos pilares que sustentam a casa TPS (Figura 1). A partir daí foram acrescentados dois pilares à casa, nomeadamente:

- Gestão da cadeia de abastecimento – as ferramentas e metodologias LEAN não se podem focar apenas na organização. É necessário ter em conta os *stakeholders*, isto é, todas as partes interessadas, desde os clientes aos colaboradores, sem desprezar as necessidades da sociedade.
- *Customer service* (serviço ao cliente) – sendo o cliente o elemento chave de uma empresa, este deve ser tratado da melhor forma possível. Desta forma, o serviço ao cliente é um fator de diferenciação muito importante para qualquer organização (Pinto 2009).

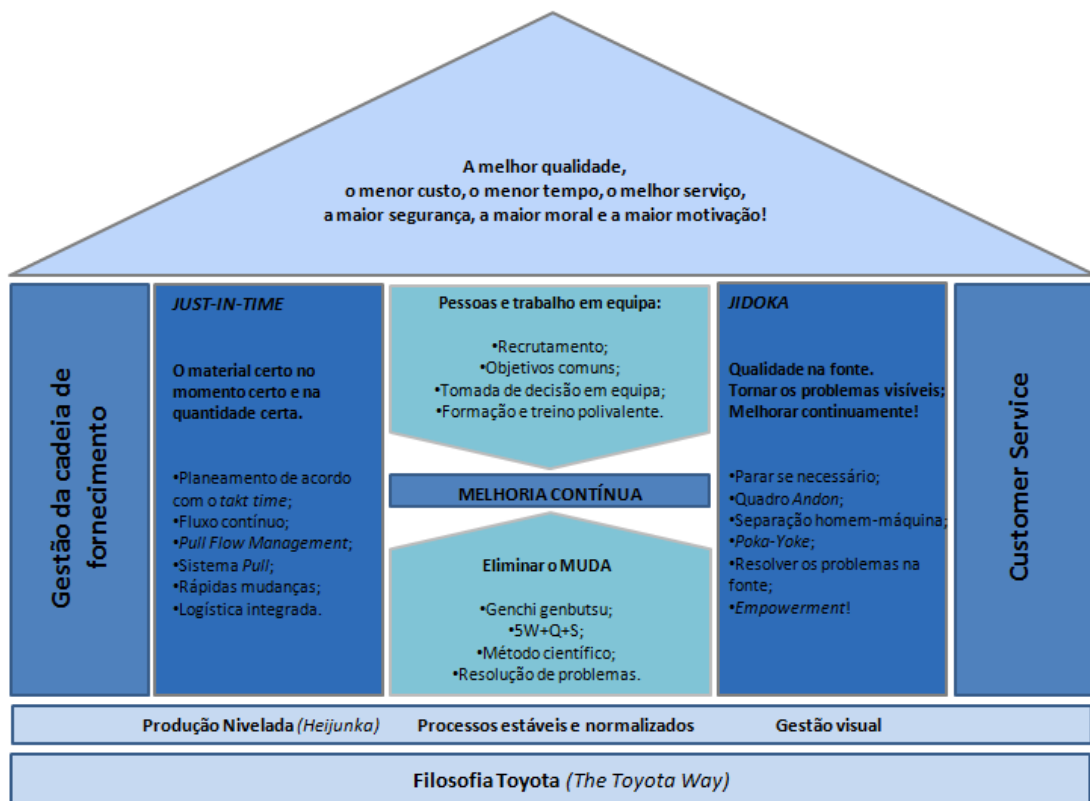


Figura 1 - A casa TPS (adaptado de Pinto, 2009)

## 2.2. Pensamento *LEAN*

Segundo Womack e Jones (1996), o pensamento *LEAN* é um “antídoto para o desperdício”. Para estes autores, o desperdício é qualquer atividade humana que não acrescenta valor. Alargaram este conceito também para atividades que não são realizados por mão humana, isto é, engloba qualquer tipo de atividade e recursos usados indevidamente e que contribuem para o aumento de custos, de tempo e da não satisfação do cliente ou de outras partes interessadas (*stakeholders*) no negócio (Pinto, 2009).

Esta filosofia alcançou grande reputação mundial, sendo aplicada a todas as áreas de atividade económica, organizações com fins lucrativos e ao setor público. A validade dos princípios e das soluções *LEAN* é corroborada pelo sucesso que a *Toyota Motors Corporation* (TMC) tem alcançado sendo que a empresa conseguiu em 2007 atingir o patamar de destaque na indústria automóvel ao ultrapassar a General Motors (GM), que desde 1930 era considerada a maior empresa do setor. Outros exemplos de empresas que conseguiram ganhos significativos com a implementação dos princípios *LEAN* foram a Dell e a Zara (Pinto, 2009).

### Os 5 princípios do pensamento *LEAN*

O pensamento *LEAN* baseia-se nos seguintes 5 princípios:

#### 1) Identificar as atividades que criam valor na perspetiva do cliente - **Criar valor**

As partes interessadas definem o valor num sistema de pensamento *LEAN*. Os objetivos do projeto de produção são identificados através da definição de valor. O valor pode incluir fiabilidade, manutenção, disponibilidade, múltiplas funções e estilo atraente do produto/serviço. "O valor é expresso em termos de como o produto específico atende às necessidades do cliente, a um preço específico, num determinado momento" (Womack & Jones, 1998).

#### 2) Definir o fluxo de valor e remover todos os passos que criem desperdício – **Definir a cadeia de valor**

A definição da cadeia de valor consiste em analisar pormenorizadamente a cadeia produtiva e classificar as atividades em três tipos: aqueles que efetivamente geram valor, aqueles que não geram valor, mas são necessários à atividade e por último, aqueles que não agregam valor e devem ser rapidamente eliminados.

#### 3) Criar um fluxo contínuo com o objetivo de diminuir os tempos de processamento – **Otimizar o fluxo**

O fluxo deve ser um movimento contínuo de produtos ou serviços, através do sistema, para o cliente, isto é, o principal foco é a redução do número de atividades que não acrescentam valor.

#### 4) Produzir segundo um sistema de produção Pull – **O sistema Pull**

Womack e Jones definiram o sistema *pull* como uma filosofia de produção que deveria fornecer o produto ou serviço apenas quando o cliente precisa dele - não antes nem depois. Assim, é possível inverter o fluxo produtivo, uma vez que as empresas deixam de empurrar os produtos para o consumidor, passando a ser o consumidor a “puxar” a produção, eliminando assim, os *stocks*.

#### 5) Melhoria contínua do processo – **Perfeição**

A procura pela perfeição consiste em fazer um esforço constante para:

- eliminar atividades que não acrescentam valor;
- aumentar o fluxo;
- cumprir as necessidades de entrega a clientes (Mourtzis, Papathanasiou, & Fotia, 2016).

### **2.3. Desperdício**

Numa lógica de pensamento *LEAN*, o desperdício define-se como qualquer tipo de atividade realizada que não acrescenta valor. Os japoneses denominam estas atividades como *Muda*, uma vez que consomem recursos e tempo tornando os produtos/serviços mais dispendiosos do que seria expectável. O ideal será entregar produtos/serviços com o mesmo valor dos da concorrência a um preço mais baixo ou entregar produtos com o mesmo preço da concorrência, mas com um valor superior, criando assim vantagem competitiva sobre a mesma (Pinto, 2009).

Mais de 95% do tempo despendido numa organização deve-se à realização de atividades que não acrescentam qualquer valor (atividades *Muda*). Por exemplo: deslocações, inspeções, armazenamento de materiais, resolução de problemas de qualidade, entre outros. Cerca de 40% dos custos de qualquer negócio resultam da manutenção do desperdício (Pinto, 2009)

O desperdício pode ser classificado com o **puro desperdício** ou **desperdício necessário**. O puro desperdício inclui as atividades que são totalmente dispensáveis, como por exemplo, o tempo despendido em reuniões onde nada se define, deslocações, paragens ou avarias. Este tipo de desperdício representa, em algumas empresas, cerca de 65% do desperdício total (*Muda*). Relativamente ao desperdício necessário, este inclui as atividades que apesar de não acrescentarem valor são atividades que têm que ser realizadas, como por exemplo inspeção da matéria-prima comprada, ou realização de *setups*. Se a empresa escolher comprar a fornecedores de maior confiança, isto é selecionar fornecedores que forneçam matéria-prima de qualidade superior, é possível dispensar a inspeção e o controlo e, assim, reduzir o desperdício (Pinto, 2009).

#### **2.3.1. Os 3 MU's**

Com esta técnica de identificação de desperdício, o objetivo é alcançar uma condição em que a capacidade e a carga sejam iguais, isto é, nas empresas existem pessoas, máquinas, processos, materiais e tecnologia para produzirem a quantidade certa de determinado produto para entregar até um determinado prazo ao cliente (Figura 2). No que diz respeito à gestão empresarial japonesa, existem termos que referem esse desequilíbrio entre capacidade e carga (Pinto, 2009).



Figura 2 - Os 3 Mu's (Gunzi, 2015)

- **MUDA** (desperdício)

Este termo refere-se a tudo o que não acrescenta valor (desperdício) e por isso deve ser reduzido ou eliminado, uma vez que se refere a componentes do produto/serviço pelos quais o cliente não estará disposto a pagar.

- **MURA** (variabilidade)

Esta variabilidade/inconsistência é eliminada através da adoção do sistema JIT (*just-in-time*), produzindo apenas o necessário e na altura certa, sendo aplicado através do sistema *pull* (produção puxada). Com este sistema, o cliente é que determina o ritmo de produção do produto/serviço.

- **MURI** (instabilidade)

Esta instabilidade pode ser eliminada através da uniformização do trabalho, garantindo que todos seguem o mesmo procedimento, permitindo tornar os processos mais previsíveis, estáveis e controláveis (Pinto, 2009).

### 2.3.2. O fluxo de operações

O fluxo de operações consiste em diferenciar os vários tipos de atividades. As atividades podem ser classificadas como **retenção, transporte, inspeção e operação**.

A **retenção** pode ser *stock* ou armazenamento (espera), originando inventário (*stock*), quer de materiais antes de serem processados, quer dos que se encontram em curso de fabrico (WIP, *work in process*), e quer de produto final. Isto acontece devido a várias situações, nomeadamente, a falta de balanceamento e sincronização entre processos, tempos de mudança de ferramentas (*setups*), compra de material com demasiada antecedência, existência de problemas com

fornecedores e produção antecipada de produto final provocando *stock* de produto acabado. A retenção acarreta custo sem que haja criação de qualquer valor.

O **transporte** é a deslocação de produtos sem que haja criação de valor. Existe a necessidade de deslocação de materiais quando os locais de abastecimento, de produção e de consumo não estão localizados no mesmo local.

A **inspeção** tem por objetivo identificar e eliminar os defeitos da produção. Este tipo de operação controla os defeitos, mas não elimina as causas que os provocam. É necessário, portanto investir em técnicas/ferramentas que eliminem as causas, como por exemplo, o *poka-yoke*.

A operação é a atividade em que existe a criação de valor. No entanto, quando há sobre processamento, ou seja, quando são realizadas operações que não eram necessárias na perspetiva do cliente e pelas quais este não está disposto a pagar (Pinto, 2009).

### 2.3.3. Os 7 desperdícios

No âmbito do sistema de produção TPS identificam-se sete grandes tipos de desperdícios, relativos à situação em que não há incorporação de valor no produto/serviço, em processos administrativos ou de produção, mencionados na Figura 3 (Pinto, 2009):

1. **Excesso de produção:** Produzir quantidades em excesso ou produzir mais cedo do que o necessário, provocando fluxos irregulares de materiais e informação, ou excesso de *stock*. Para evitar este tipo de desperdício é pertinente adotar a filosofia *just-in-time*.
2. **Esperas:** Longos períodos de paragem de pessoas, máquinas, materiais, peças e informação, resultando em fluxos irregulares e *lead times* longos.
3. **Transporte e movimentações:** Deslocações excessivas de pessoas, materiais e informação provocando um gasto desnecessário de tempo, capital e energia.
4. **Desperdício do próprio processo:** Utilização incorreta de equipamentos e ferramentas, aplicação de recursos e processos inadequados às funções, utilização de processos complexos ou incorretos ou sem a informação necessária.
5. **Stocks:** Elevados tempos e locais de armazenamento, falta de informação ou produtos, o que acarreta custos elevados e baixo desempenho e um fraco serviço prestado ao cliente.
6. **Defeitos:** Problemas frequentes nas fases de processo, problemas de qualidade do produto ou baixo desempenho na entrega.
7. **Trabalho desnecessário:** Desorganização dos locais de trabalho, provocando um fraco desempenho, pouca preocupação com aspetos ergonómicos e com questões associadas ao estudo do trabalho.



Mais tarde, Liker (2005) identificou um oitavo desperdício:

- 8. Não utilização do potencial humano:** O desperdício da criatividade dos funcionários, nomeadamente a perda de tempo, ideias, competências, melhorias e oportunidades de aprendizagem pela fraca envolvência dos colaboradores das organizações (Liker, 2005).

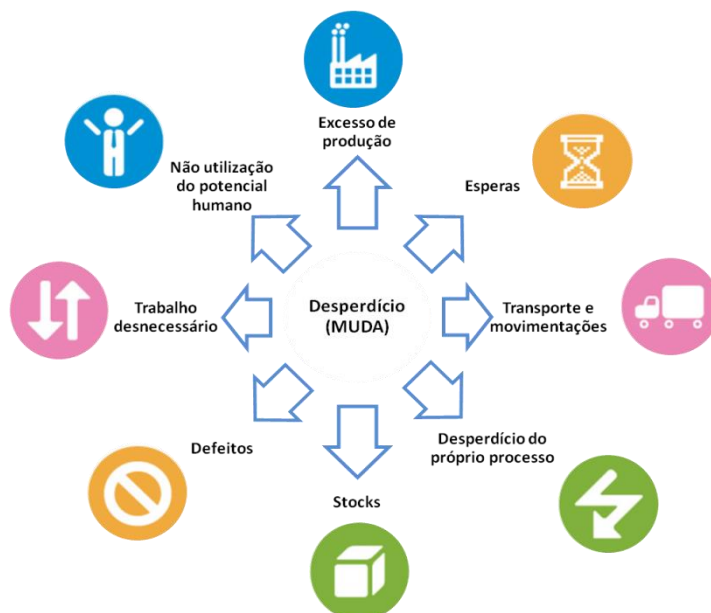


Figura 3 - Os 8 desperdícios

## 2.4. Metodologias e ferramentas *LEAN*

No âmbito dos sistemas de produção *LEAN*, existem muitos e variados métodos que auxiliam o desenvolvimento e implementação desta filosofia nas empresas. No trabalho descrito neste projeto recorreu-se aos que seguidamente se descrevem sucintamente.

### 2.4.1. Análise da cadeia de valor

O mapeamento da cadeia de valor é uma ferramenta apresentada por Rother, et al., (1999) que tem como objetivo visualizar o percurso de um produto/serviço ao longo de toda a cadeia de valor. Entende-se por cadeia de valor o conjunto de todas as atividades que ocorrem desde a receção do pedido de encomenda feito pelo cliente até à entrega do produto/serviço. Ao trabalhar com base na cadeia de valor, o gestor tem uma visão global dos processos, evitando concentrar-se apenas em processos individuais ou na otimização de partes do processo.

A análise da cadeia de valor permite auxiliar no processo de gestão estratégico da empresa, uma vez que permite analisar e compreender a estrutura económica, financeira e operacional das

principais atividades, processos e entidades. Algumas das vantagens da análise da cadeia de valor são as seguintes (Souza e Mello, 2010):

- Detecção de ameaças, isto é, averiguar a entrada de novos e/ou melhores produtos no mercado, a um custo menor que o da empresa;
- Identificação das fases fortes e fracas de cada produto, o que permite elaborar estratégias de *marketing*, vendas ou mesmo a substituição do produto;
- Identificação de oportunidades de diferenciação, isto é, face a um produto ou serviço concorrente, oferecer maior valor ao cliente;
- Identificação de todas as atividades e a sua classificação em atividades que acrescentam valor, atividades que não acrescentam valor, mas que são necessárias, e atividades que não acrescentam valor. Por fim, eliminar todas as atividades que não acrescentam valor;
- Identificação de oportunidades para a redução de custos.

#### **2.4.2. Sistema Pull (JIT)**

Este sistema tem por base a produção puxada, ou seja, produzir apenas o que é necessário e quando necessário. Assim, o posto de trabalho seguinte “puxa” a produção do posto de trabalho anterior, quando o posto seguinte fizer o pedido. Este sistema de produção baseia-se na filosofia *Just-In-Time* (JIT). Esta filosofia pretende que apenas se produza a quantidade necessária e no momento certo, evitando assim um dos tipos de desperdício (*stock*) (Pinto, 2009).

#### **2.4.3. Sistema de controlo *kanban***

O método de operação do sistema de produção da Toyota é o *kanban*.

Geralmente, numa empresa o QUÊ, QUANDO e QUANTO são estabelecidos pelo planeamento de produção, através da ordem de produção que é transmitida a toda a fábrica (Ohno, 1978).

Perante a necessidade de interligar os processos através de um sinal claro do que é preciso e em que quantidade, nasceu o *kanban*, um “cartão” que iria circular entre os processos e garantir um controlo da produção. Esta ferramenta foi criada por Ohno e surgiu com base na observação dos supermercados americanos, e na vontade de interligar o seu funcionamento com o sistema JIT. Esta comparação com os supermercados deve-se ao facto de neste lugar o cliente encontrar os produtos que deseja quando quer e na quantidade necessária. A ideia que surgiu a Ohno foi a possibilidade de o supermercado ser o primeiro processo na linha de produção, ao qual a etapa posterior (cliente) iria retirar aquilo que precisasse, que seria repostado na mesma quantidade (Holweg, 2006).

O sistema de *kanbans* é uma ferramenta para a estratégia de JIT uma vez que melhora a produtividade e reduz o desperdício. Este sistema controla a produção, isto é, solicita a produção só quando existe procura, indicando quando um produto é necessário e em que quantidade

(sistema *Pull*). Existem dois tipos de *kanbans*: *kanban* de transporte e *kanban* de produção. Os *Kanbans* de transporte avisam da necessidade de transporte de uma certa quantidade de peças a um ponto abastecedor. Já os *kanbans* de produção são utilizados para sinalizar a necessidade de produção do processo seguinte. Assim, quando os componentes começam a ser utilizados, o *Kanban* de transporte é retirado do contentor e é levado e colocado nos contentores correspondentes do supermercado. Nesse momento, o *Kanban* de produção é removido desse contentor e sinaliza a produção daquele componente (Figura 4) (Sugimorit et al. 1977).

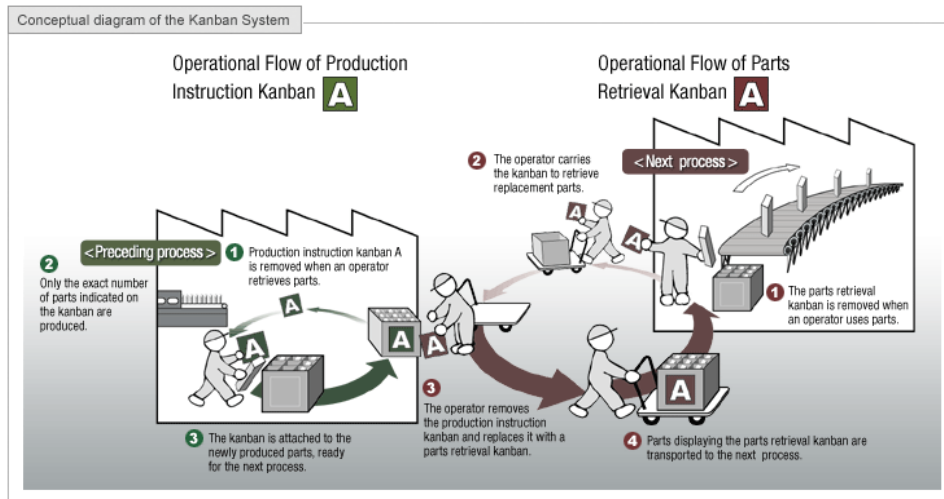


Figura 4 - Sistema de Kanban (Toyota, n.d.)

Para determinar a quantidade necessária de Kanbans usa-se a seguinte equação (Sugimorit et al. 1977) é:

$$y = \frac{D(T_w + T_p)(1 + \alpha)}{a}$$

Equação 1 - Fórmula de cálculo no nº de Kanbans

Onde:

y= Número de Kanbans

D=Procura por unidade de tempo

T<sub>w</sub>=Tempo de espera do Kanban

T<sub>p</sub>=Tempo de processamento (produção)

a= Capacidade do contentor (não mais do que 10% das necessidades diárias)

α=Policy variable (não mais do que 10%)

#### 2.4.4. Metodologia 5S

A metodologia 5S é representada por cinco palavras que, em japonês, começam por “s”, nomeadamente:

1. *Seiri* (organização) – Separar o que é útil do que é inútil; identificar os objetos/ferramentas/materiais que são desnecessárias no posto de trabalho.
2. *Seiton* (arrumação) – Definir um local para cada objeto; verificar que cada coisa está no devido lugar; colocar num local mais acessível as coisas que são usadas com mais frequência; colocar etiquetas de identificação visual nas coisas e no respetivo lugar onde estas devem permanecer.
3. *Seisou* (limpeza) – Dividir cada posto de trabalho e definir uma zona para cada elemento do grupo; realizar a limpeza em cada zona do posto de trabalho e ainda da área envolvente; definir uma norma de limpeza para cada zona do posto de trabalho.
4. *Seiketsu* (normalização) – Definir uma norma geral de arrumação e limpeza para o posto de trabalho; identificar as ajudas visuais e procedimentos, normas de arrumação e limpeza que funcionem; normalizar em toda a empresa os equipamentos/postos de trabalho do mesmo tipo.
5. *Shitsuke* (autodisciplina) – Praticar os princípios da organização; eliminar a variabilidade, verificar se está tudo no lugar; verificar o estado da limpeza; verificar se as ações de inspeção estão a ser realizadas corretamente.

Atualmente, um elevado número de empresas vai acrescentando um sexto S aos mencionados anteriormente. Esse S é o da segurança, que consiste em realizar todas as atividades com os cuidados necessários para que não ocorram acidentes. Por isso, este S não pode estar dissociado de todos os anteriores (Pinto, 2014).

A metodologia 5S é sistemática e permite organizar e gerir operações de produção com um menor esforço humano, espaço e tempo para produzir produtos com menos defeitos, reduzindo o desperdício e melhorando o desempenho das pessoas e processos. Esta metodologia permite a criação de um ambiente de trabalho disciplinado, limpo e bem organizado.

Este tipo de organização do local de trabalho implica que há “um lugar para tudo e tudo está no seu lugar” (Pinto, 2014), sendo característico de empresas como a Toyota, pioneira da produção puxada, que expõe ineficiências e interrupções no fluxo de trabalho, de modo que esses problemas não estão mais escondidos e podem ser resolvidos.

Quando esta metodologia é implementada corretamente cria um aspeto visual que permite a determinação rápida do status do local de trabalho. De relance, os gestores e supervisores podem ver quando as coisas estão fora de ordem, a produção baixou ou se está parada e ver qual o valor do WIP (*work in progress*) (Chapman, 2005).

*“Como uma regra geral, a introdução de uma boa organização do local de trabalho reduz os defeitos do processo em 50%.”*

(Imai, 1997)

#### 2.4.5. VSM

O *Value Stream Mapping* (VSM) é uma das ferramentas *LEAN* e tem como função ajudar a distinguir as atividades que acrescentam valor no sistema de produção. É a representação de toda a cadeia de valor da organização, desde a entrada de matérias-primas até à entrega do produto ao cliente. É, sobretudo, uma ferramenta de planeamento, pois serve para identificar desperdícios e conceber soluções para os eliminar (Pinto, 2009).

Segundo Rother e Shook (2003), para a construção do VSM é necessário seguir algumas etapas, nomeadamente:

- Selecionar uma família de produtos, isto é, um grupo de produtos que passam por etapas semelhantes de processamento;
- Desenhar o estado atual e futuro, com base nas informações recolhidas no chão de fábrica;
- Elaborar um plano de trabalho e implementação, em que se descreve o modo como se deseja atingir ao estado futuro.

Através da construção do VSM é possível verificar o fluxo de material e de informação. Assim, posteriormente à fase de construção, é possível melhorar o fluxo dos materiais através dos processos, evitar as interrupções e desperdícios, até ao momento em que o produto chega ao cliente, de forma a satisfazer as necessidades do mesmo. Mas, para conseguir um fluxo contínuo é necessário que todos os processos estejam interligados e sejam tratados como tal. Desta forma, é possível alcançar melhorias e atingir o objetivo da produção magra. (Rother e Shook, 2003).

#### 2.4.6. Diagrama de causa-efeito

Este diagrama também designado por diagrama de Ishikawa é uma ferramenta de análise que pode ser usada na melhoria contínua. Esta ferramenta é usada para o estudo de problemas e através da sua elaboração e análise é possível identificar as causas possíveis de um efeito, por exemplo, defeitos, problemas, acidentes... (Pinto, 2009).

Esta ferramenta foi desenvolvida por Kaoru Ishikawa, que construiu um diagrama de causa-efeito para explicar a alguns engenheiros da indústria japonesa como vários fatores de um determinado processo estavam interligados. Este diagrama permite organizar informação e possibilita a identificação das várias causas de determinado problema. Assim, através da identificação da causa raiz do problema em estudo consegue-se esmiuçar as causas secundárias, isto é, as causas que provocam a causa principal do problema. Essas causas secundárias são consideradas causas de segundo nível (Figura 5).

Segundo Werkema (1995), os passos a seguir para a construção do diagrama são os seguintes:

- Definir o problema a ser estudado e o objetivo do problema;
- Estudar e conhecer o processo envolvido através de observação, documentação, troca de

ideias com os operadores;

- Reunir com as pessoas envolvidas no processo para discutir o problema, através de um brainstorming;
- Organizar a informação recolhida, isto é, classificar as causas como principais, secundárias, terciárias...
- Construir o diagrama e apresentá-lo a todas as pessoas envolvidas;
- Por fim, delimitar as causas mais importante, de acordo com o objetivo que se pretende alcançar.

Depois de todas as causas estarem devidamente identificadas determinam-se medidas corretivas a serem adotadas para as eliminar (Trivellato, 2010).

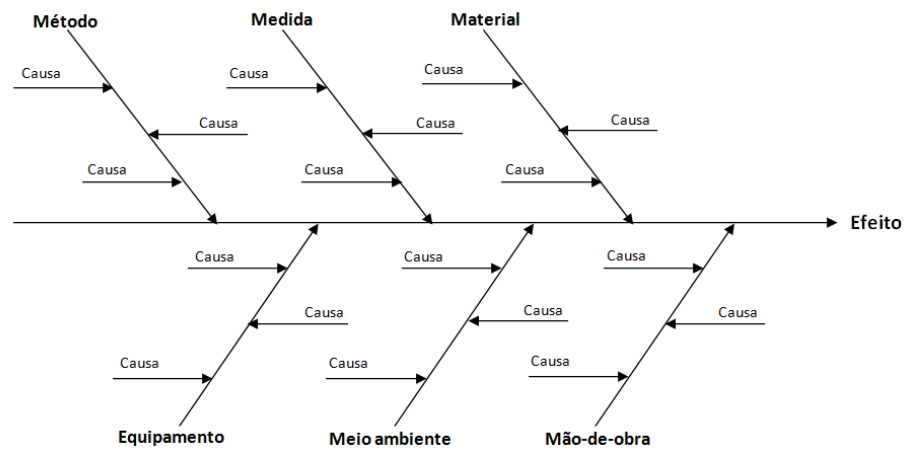


Figura 5 - Diagrama de Ishikawa

#### 2.4.7. Diagrama de Pareto

O diagrama de Pareto ou 80/20 é um gráfico de barras verticais, sendo uma das ferramentas da qualidade que auxilia os gestores e técnicos a analisar informação, organizando-a por ordem decrescente da sua frequência, para que seja possível perceber quais os produtos, fatores mais significativos ou atividades mais críticas que precisam de intervenção prioritária. Aquando da ordenação decrescente das colunas é traçada uma curva que representa as percentagens acumuladas de cada barra.

O princípio de Pareto foi desenvolvido por Vilfredo Pareto, e este afirma que 80% dos problemas provêm de 20% das causas (Trivellato, 2010). Assim, é de extrema importância intervir nos 20% das causas que originam os 80% dos problemas.

#### 2.5. Métodos de avaliação e seleção de fornecedores (SCM)

A gestão da cadeia de abastecimento (SCM – *Supplier Chain Management*) desenvolveu-se com base na gestão de relações e dependências entre as empresas e os seus fornecedores. A SCM é "uma coordenação sistemática e estratégica das funções comerciais tradicionais e as táticas em

todas essas funções comerciais dentro de uma determinada empresa e entre empresas da cadeia de abastecimento com o objetivo de melhorar o desempenho a longo prazo das empresas e da cadeia de abastecimento como um todo" (Yawar & Seuring, 2018).

A seleção dos fornecedores consiste em escolher os melhores fornecedores de produtos e/ou serviços de excelente qualidade ao preço certo, nas quantidades certas e no momento certo. Para selecionar o fornecedor mais adequado deve-se formular os critérios, qualifica-los e, finalmente, escolher o fornecedor adequado (Dargi, Anjomshoae, Galankashi, Memari, & Tap, 2014).

A avaliação dos fornecedores assume cada vez mais um papel estratégico na determinação da competitividade das grandes empresas de manufatura (Bruno, Esposito, Genovese, & Passaro, 2012), portanto é ela que possibilita a adequada seleção dos melhores fornecedores, que funcionam como parceiros chave da empresa.

Atualmente, a seleção dos fornecedores certos envolve muito mais do que uma simples análise dos preços praticados pelos mesmos, uma vez as opções dependerão de uma ampla gama de aspetos que envolvem tanto fatores quantitativos como qualitativos. Para ajudar na seleção existem abordagens de decisão multicritério abrangentes, tais como o processo de hierarquia analítica (AHP), o processo analítico de rede (ANP), análise de envolvimento de dados (DEA), teoria de conjuntos difusos, algoritmo genético (GA), programação matemática, técnica de classificação multi-atributos simples (SMART) e os seus híbridos (Ho, Xu Dey, 2010).

### **2.5.1. Método AHP (*Analytic Hierarchy Process*)**

O método AHP surgiu nos anos 70, quando o Dr. Thomas L. Saaty trabalhava no departamento de defesa dos EUA (Estados Unidos da América). Esta metodologia baseia-se em matemática e psicologia, fornecendo uma visão abrangente e racional de estruturação de um dado problema de decisão. Este método permite a representação e quantificação dos seus elementos, de forma a relacionar os elementos com os objetivos gerais e avaliar soluções alternativas. É uma metodologia estruturada que permite lidar com decisões complexas ajudando a encontrar, dentro das alternativas possíveis, a que melhor se adequa às necessidades e aos objetivos definidos. Portanto, esta metodologia não define a decisão correta, define a melhor perante determinadas circunstâncias (Costa, 2012).

Este método caracteriza-se pela sua simplicidade, mas ao mesmo tempo pela sua robustez, permitindo a sua aplicação em diferentes áreas, como o planeamento estratégico, marketing, classificação de risco, entre outras.

Algumas das principais vantagens deste método são as seguintes (Vieira, 2006):

- A complexidade de interpretação e de análise do problema é baixa, o que facilita a interpretação do processo analítico pelas partes envolvidas;
- Permite a redução da ambiguidade na análise de problemas, através do uso de procedimentos dedutivos rigorosos e sistemáticos;
- Permite a análise de compromissos para resolver situações de conflito, isto é, facilita o processo de resolução de uma situação de conflito passando pela negociação com os *stakeholders* do sistema com o objetivo de rever as prioridades acordadas;
- Promove a negociação;

- Permite estimar o nível de satisfação de cada alternativa em estudo e determinar a ordem de importância de cada critério, que é o principal objetivo da aplicação do processo AHP;
- Permite determinar o resultado final baseado na análise das diferentes ponderações fornecidas pelos diferentes intervenientes no processo de avaliação.

Contudo, este método também apresenta algumas desvantagens, nomeadamente:

- Efeito de compensação, isto é, a má performance relativamente a um critério pode ser compensada pela excelente performance noutro critério. No entanto, esta compensação é esperada em problemas multicritério;
- Gasto excessivo de tempo para efetuar as comparações, uma vez que as comparações são feitas entre pares. Mas o facto de serem realizadas desta forma torna estas comparações fáceis e intuitiva, o que torna o método muito popular.

A construção da aplicação do AHP para problemas de tomada de decisão é realizada em duas fases: a de construção da hierarquia e a de avaliação dos resultados.

A primeira fase envolve a estruturação do problema em diferentes níveis, o que permite aos decisores a modelação de problemas complexos numa estrutura hierárquica, conforme a Figura 6. A estrutura hierárquica tem a forma de uma árvore invertida, onde no topo está a meta da decisão, de seguida os critérios e abaixo os subcritérios e alternativas (Figura 6).

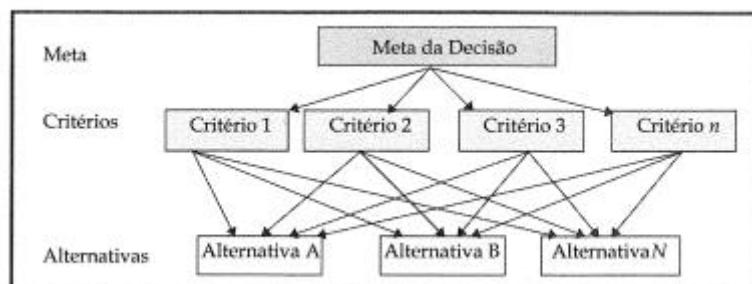


Figura 6 - Estrutura hierárquica (Método AHP) (Saaty, 1991)

A segunda fase envolve a comparação entre pares de critérios, resultando assim a atribuição de diferentes pesos aos diferentes critérios. Além disso também é necessário fazer comparações entre alternativas e critérios. Para isso é necessário estabelecer prioridades e atribuem-se as cotações, através da elaboração de vários julgamentos baseados em comparações de pares de elementos, de modo a obter uma prioridade global. Estas comparações são feitas através do recurso a uma escala numérica (relativa) que indica quantas vezes um elemento é mais importante relativamente a outro elemento, de acordo com o critério referente ao qual estão a ser comparados (Saaty, 1991).



### 3. Bi-Silque – Produtos de Comunicação Visual S.A.

O projeto descrito neste relatório foi desenvolvido na Bi-Silque – Produtos de Comunicação Visual S.A. e teve como principal objetivo a melhoria contínua do setor Bi-Casa (madeira) da empresa. Este setor encontra-se dividido em várias seções, como a de produção de perfis, produção de planos, montagem e embalagem. A seção em que se interveio é a de produção de perfis de madeira.

A Bi-Silque - Produtos de Comunicação Visual S.A., nasceu numa garagem em Esmoriz, em 1979, fundada por Virgílio Vasconcelos e pela sua esposa, Aida Vasconcelos, tendo como finalidade a produção e comercialização de produtos de cortiça para casa e para escritório. No início da sua atividade, a evolução da empresa contemplava conquistar o mercado externo. Este pensamento aliado a produtos inovadores e com valor para o cliente, determinou um crescimento rápido da Empresa. Atualmente, a empresa é gerida pelo filho do casal fundador, André Vasconcelos, tendo conquistado novos mercados e diversificado a sua oferta, tornando-se reconhecida internacionalmente no setor dos produtos de comunicação visual. Atualmente a Bi-Silque produz e comercializa artigos de comunicação visual para casa e escritório e ainda acessórios domésticos. Um produto de comunicação visual é um objeto cujo objetivo é auxiliar na comunicação, “Helping people to communicate”, que é um dos lemas da organização.

Na Figura 7 podem-se observar as instalações atuais da empresa.



Figura 7 - Instalações da Bi-Silque

A **Bi-Silque - Produtos de Comunicação Visual S.A.** pertence à holding **Bi-Silque SGPS S.A.** fundada em 2007. Para além desta empresa, a sociedade engloba a **Bi-Silque – Produtos de Comunicação Visual LTD (UK)**, **Bi-Silque – Produtos de Comunicação Visual INC (EUA)**, a **Bi-Joy – Distribuição e Comercialização de Produtos Representados S.A.**, **Bi-Bloco – Produtos de Comunicação S.A.** e a **Bi-Bright – Comunicação Visual Interativa S.A.** (Figura 8).

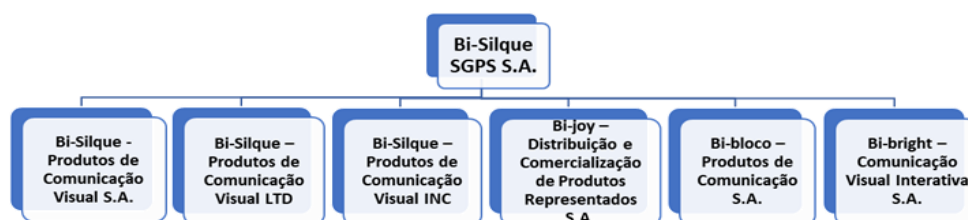


Figura 8 - Estrutura organizacional da Bi-Silque SGPS S.A.

A expansão e consolidação dos mercados internacionais é uma prioridade da empresa, visto que mais de 99% do seu volume de vendas se destina a mercados externos, estando presente em mais de 80 países nos 5 continentes (Figura 9) e tendo obtido em 2016 uma faturação de aproximadamente 67 Milhões de euros.



Figura 9 - Mapa representativo dos países de exportação

Muitos foram os prémios conquistados pela Bi-Silque - Produtos de Comunicação Visual S.A. ao longo de quase 40 anos de existência. A nível internacional, foi premiada como melhor distribuidor e melhor fornecedor. A empresa foi considerada uma das melhores PME, sendo reconhecida em 2009 pelo IAPMEI com o prémio do mérito empresarial. A notoriedade obtida ao longo de vários anos permite-lhe ser hoje líder, na produção de quadros, no mercado europeu. Na Figura 10 estão representadas as marcas com que a Bi-Silque opera.

#### Marcas da Bi-Silque

✓ Bi-Office;

✓ Organize4Home;

✓ Bi-Bright;

✓ Bi-Bloco;

✓ MasterVision;

✓ Archyi.



Figura 10 - Marcas da empresa

A Bi-Silque – Produtos de Comunicação S.A. está subdividida essencialmente em dois setores:

- Bi-Casa (madeira): dedicada aos produtos para casa e aplicações domésticas, onde se produz maioritariamente os produtos da marca Organize4Home (Figura 11);
- Bi-Office (alumínio): orientada para os produtos de escritório e aplicações profissionais, onde se produz a maior parte da gama da marca com o mesmo nome (Figura 12).



Figura 11 - Setor Bi-Casa



Figura 12 - Setor Bi-Office

Existem ainda alguns departamentos para a produção das marcas Bi-Bright e Bi-Bloco e um departamento designado de Easel para a produção dos cavaletes e *flipcharts*.

### 3.1. Descrição do setor Bi-Casa

Os produtos Bi-Casa são constituídos por um plano e por perfis. O plano é constituído pelo núcleo e pelas faces. O núcleo pode ser de cartão ou *softboard* e as faces (parte visível para o utilizador) podem ser de vários materiais como cortiça, alcatifa, tecido, prata ou chapa magnética. Os planos estão emoldurados por perfis de madeira ou MDF (*Medium Density Fiberboard*), um derivado da madeira. Estes perfis apresentam vários tamanhos de rasgo, vários feitios e também podem ser revestidos.

O setor Bi-Casa centra-se essencialmente em produtos orientados para uso doméstico tais como, quadros magnéticos, de cortiça ou até de tecido, incluindo ainda, calendários, porta-fotos, relógios de cozinha entre outros. Paralelamente existem os quadros conhecidos como “Duo”, que mais não são do que quadros que apresentam dois ou mais tipos de material nas faces (Figura 13).

Este setor é constituído por várias secções, nomeadamente a secção dos planos, perfis, revestimento, corte, montagem e embalagem.



Figura 13 - Exemplo de alguns produtos do setor Bi-Casa

Na Figura 14 está esquematizado o layout do setor Bi-Casa. Seguidamente apresentam-se e descrevem-se as diferentes secções que constituem este setor.

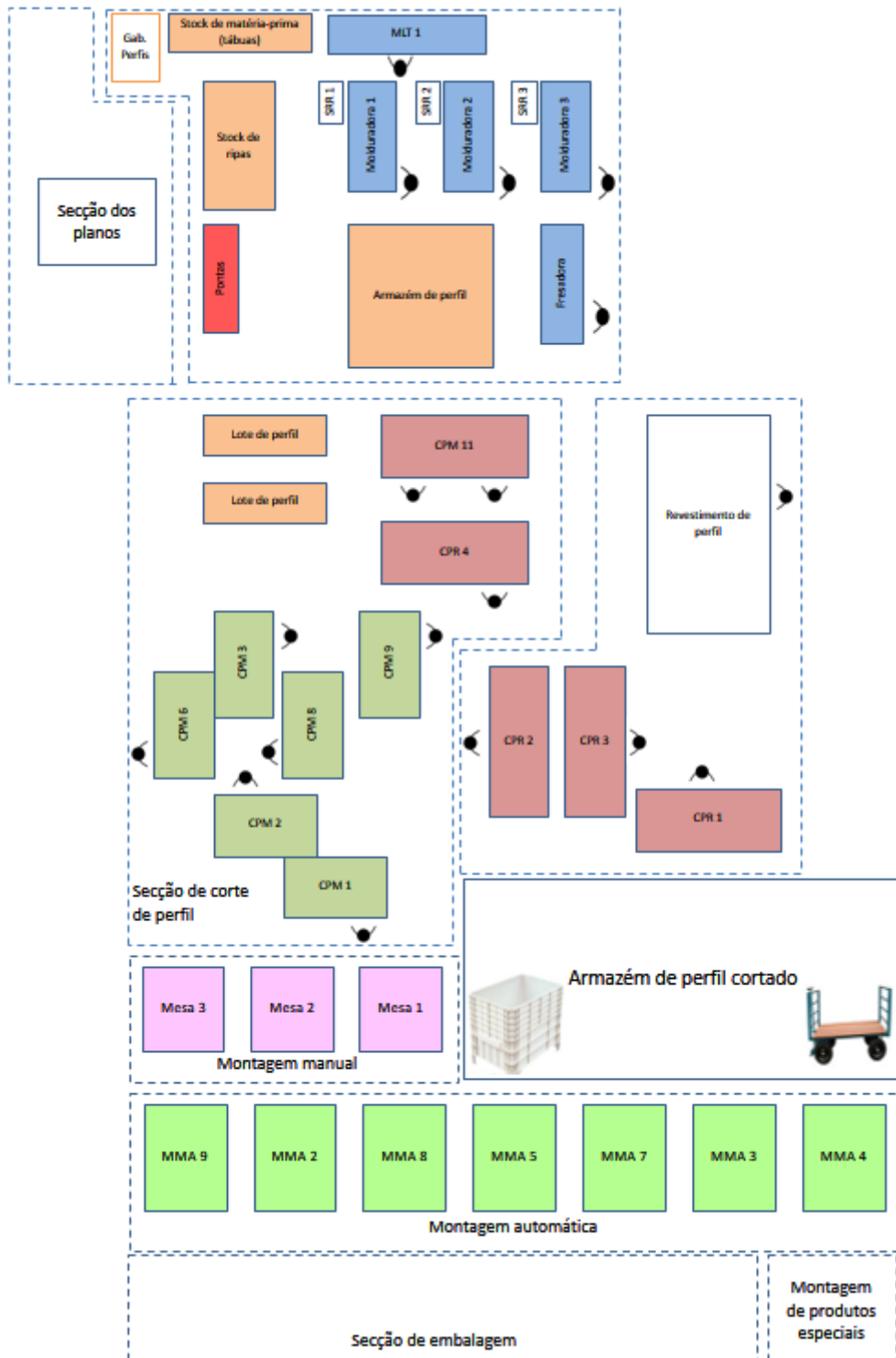


Figura 14 – Layout do setor Bi-Casa

### **3.1.1. Secção dos planos**

Esta secção fornece os planos para os setores principais da empresa, isto é, para o Bi-Casa e para o Bi-Office. Nesta secção os planos são colados e cortados e posteriormente os planos que serão utilizados no setor Bi-Casa seguem para o armazém de matéria-prima e lá esperam até serem requisitados pelo setor. Caso sejam planos para o setor Bi-Office, estes depois de prontos são transportados para este outro setor.

### **3.1.2. Secção dos perfis**

Nesta secção, os perfis de pinho ou MDF são moldados e cortados única e exclusivamente para o setor Bi-Casa. O perfil é o aro que contorna o plano e pode ser de várias dimensões e de vários rasgos diferentes.

#### **3.1.2.1. Revestimento**

No caso de os perfis serem de MDF, estes são revestidos cm papel folheado de várias cores, num setor próprio para o efeito (Secção do revestimento).

#### **3.1.2.2. Corte**

Nesta secção, os perfis recebidos têm a dimensão de 2,5m (madeira espanhola) ou 2,64m (madeira portuguesa), e são cortados para as dimensões pretendidas para os produtos finais. Posteriormente, os perfis cortados são colocados em carros e acondicionados no armazém de perfil cortado.

### **3.1.3. Secção de montagem**

Nesta secção, os quadros são montados conforme a ordem de encomenda. Para isso, utilizam os planos e os perfis necessários para a produção da ordem. Nesta secção existem 3 zonas distintas, nomeadamente: montagem manual, montagem automática e montagem de produtos especiais. Na montagem manual são montados os quadros de maiores dimensões; na montagem automática são montados os quadros de 90x60 e 60x40; e na montagem especial são montados os quadros especiais, como os relógios, porta-fotos, entre outros.

### 3.1.4. Secção de embalagem

Esta secção recebe os quadros já produzidos no setor anterior (montagem) e procede à embalagem destes, conforme as ordens de produção. Nesta secção são colocados os acessórios por cima do quadro; de seguida os quadros são filmados e colocados em caixas. Estas caixas são colocadas em paletes; quando a paleta está completa é cintada ficando pronta para expedição.

### 3.2. Secção de perfil

O perfil é o aro que ornamenta o quadro, isto é, o que contorna o plano. Este pode ser de várias dimensões e de diversos rasgos. O perfil pode ser feito de madeira ou de MDF (Figura 15).



Figura 15 - Quadro

O MDF e o pinho são fornecidos em placas e tábuas, respetivamente. Relativamente à madeira, esta quando chega à empresa vai para a estufa. Depois de seca, segue para a multiserra, tal como o MDF.

Na multiserra, as tábuas são transformadas em ripas. À saída desta máquina existe um posto de inspeção e registo dos defeitos existentes, quer nas tábuas, quer nas ripas. As ripas que satisfazem os requisitos de qualidade exigidos são colocadas em carros apropriados e seguem para as molduradoras. Já as que não cumprem tais requisitos são separadas e colocadas no carro destinado à matéria-prima não conforme. Na molduradora é colocada uma ripa de cada vez, sendo transformada em perfil. O perfil é colocado numa estrutura própria, que posteriormente, aquando completo o lote de perfil, é colocada no local de armazém de perfil.

Posteriormente, as máquinas de corte automático (máquina de gaveta e máquina de 4 paus) são abastecidas com estes lotes de perfil, com o auxílio de um empilhador. A máquina de gaveta corta os perfis de 2,64 metros de comprimento em 3 perfis de 60 cm e 1 perfil de 40 cm de comprimento. Já a máquina de 4 paus corta os perfis de 2,64 metros de comprimento em 2 perfis de 90 cm e 1 perfil de 40 cm de comprimento. Antes dos perfis serem colocados nestas máquinas, os operadores das mesmas inspecionam os perfis que vêm das molduradoras; os perfis conformes são colocados nas máquinas de corte; já os não conformes são colocados em carros apropriados e seguem para as máquinas de corte manual para reaproveitamento. O mesmo acontece quando estes são cortados; os perfis de 40, 60 e 90 cm conformes são colocados em carros e seguem para a zona de armazém de perfil, junto da montagem; já os perfis não conformes são colocados em carros destinados aos mesmos e seguem para junto das máquinas de corte manual.

Os perfis que vão para as máquinas de corte manual são reaproveitados para outras medidas, de modo a conseguir realizar o máximo de aproveitamento. Os perfis conformes que

resultam do aproveitamento realizado são colocados em caixotes (caso os perfis sejam superiores a 90 cm) ou em carros (perfis com tamanho entre 30 cm e 90 cm) e seguem para o armazém junto da zona de montagem. Já os perfis não conformes e os restos de madeira são colocados em caixotes destinados aos resíduos do corte e posteriormente são pesados, numa balança instalada nesta zona de corte. Assim, é possível controlar o desperdício existente, isto é, com base nos metros de perfil conforme cortado e nos quilogramas de resíduo, calcula-se a percentagem de desperdício existente, ou seja, faz-se um rácio entre os quilogramas de desperdício e os metros de perfil conforme cortado (kg/m).

De seguida, a montagem vai buscar os planos e os carros de perfis para efetuar a montagem dos quadros. Após a montagem dos quadros, estes são inspecionados; caso o quadro esteja conforme, segue para a embalagem; caso contrário, tem de ser desmontado. Assim, ao desmontar o quadro são retirados os 4 perfis e o plano. Relativamente aos perfis, numa fase inicial, os operadores retiram as grapas e colocam os perfis nos caixotes para serem reaproveitados nas máquinas de corte manual para medidas mais pequenas.

Na Figura 16 descreve-se graficamente o processo desde a receção da matéria-prima (tábuas) até à embalagem, com maior detalhe ao nível da secção dos perfis.

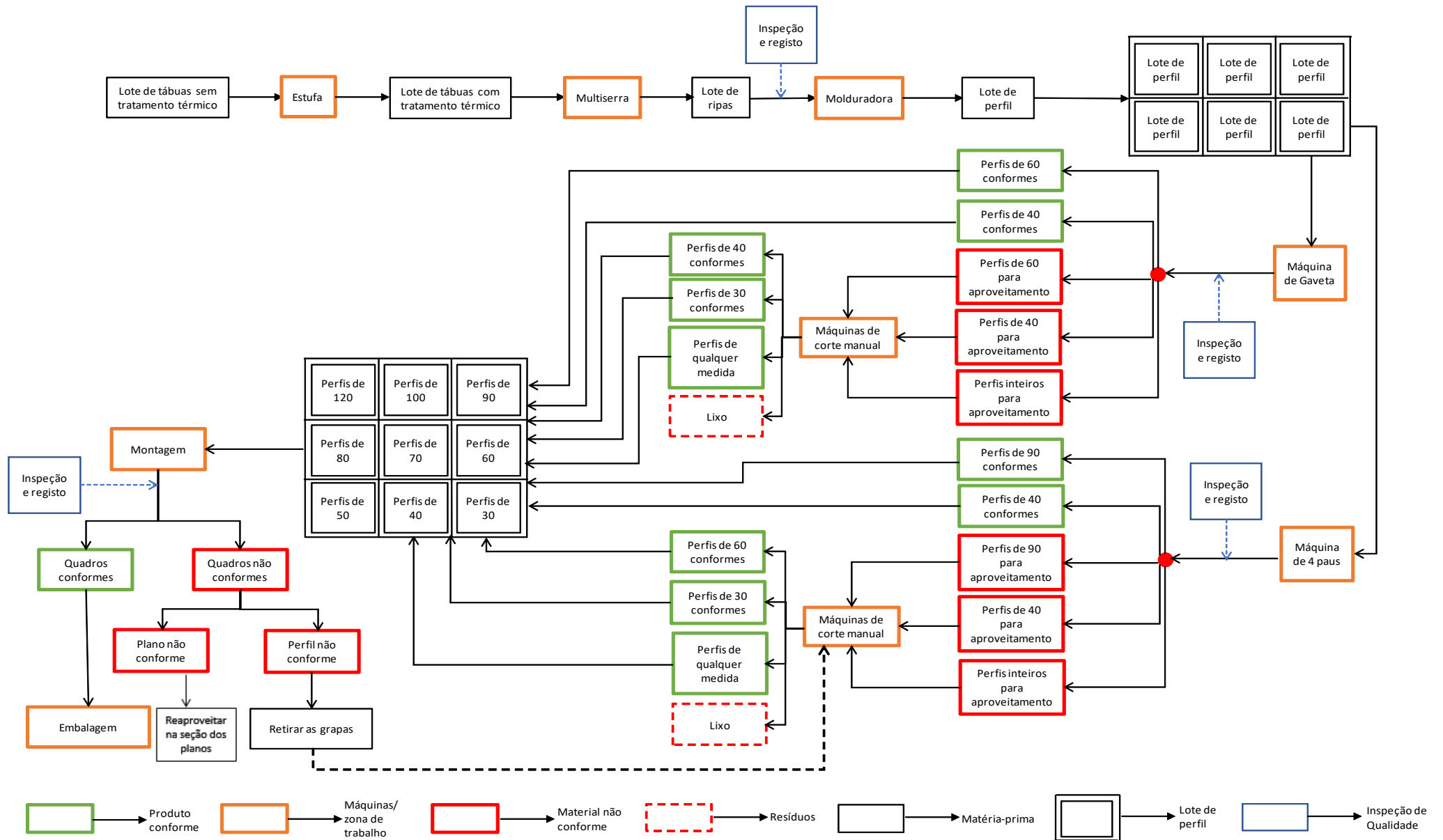


Figura 16 - Esquema ilustrativo da produção dos perfis



### 3.2.1. Etapas de produção dos perfis

As etapas necessárias para a produção dos perfis de madeira usados na montagem dos quadros do setor em causa estão descritas abaixo:

- Secagem: o pinho (em tábua) é colocado numa estufa para secar (Figura 17 e Figura 18);



Figura 17 - Lote de tábuas de pinho

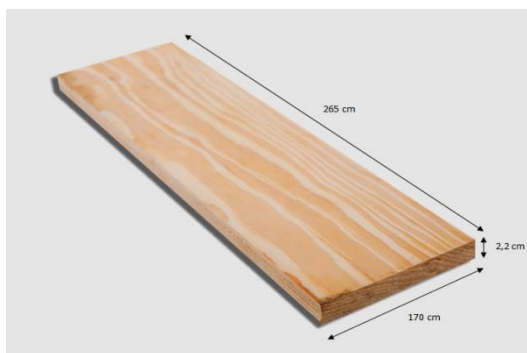








Figura 18 - Dimensões médias de uma tábua

- Multiserra: os dois tipos de matéria-prima (madeira e MDF) são cortados em ripas; no entanto, antes de realizar este processo existe uma inspeção de qualidade que segue uma norma definida pela empresa. Com base na inspeção realizada à entrada da multiserra é possível definir quais os defeitos existentes nas tábuas. As tábuas em boas condições são cortadas nas dimensões pretendidas; as tábuas rejeitadas são colocadas num carro destinado para o efeito, sendo posteriormente devolvidas aos respetivos fornecedores. Os principais defeitos encontrados são apresentados na Tabela 1.

Tabela 1 - Principais defeitos detetados nas tábuas

Defeitos das tábuas					
Tábuas azuladas	Madeira vermelha	Excesso de nós	Bolsas com resina	Tábua arcada / Empenada	Fora da espessura
					

Na Tabela 2 são apresentados os diversos tipos de perfil e a correspondência na largura das ripas.

**Tabela 2 - Dimensões das ripas à saída da multiserra**

<b>Tipo de perfil</b>	<b>Medida das ripas à saída da multiserra (cm)</b>
Oyhama/Iris	6.1
Magnético	
R8 Antigo	
Virola	
Optimus	
R8 Novo	7.1
R4 Novo	
Liberty	
Staples	
Aro 32 cavalete revestido	
Mediterrâneo	

- Molduradora: Depois de cortadas as ripas, estas passam pela molduradora de forma a definir o perfil quanto ao tipo de contorno e rasgo. Os perfis que resultam da moldagem nesta máquina continuam com o comprimento original da tábua, ou seja, têm 2,64 metros de comprimento; as outras características de cada tipo de perfil, como por exemplo, a largura do perfil, a altura e o rasgo encontram-se na Tabela 3.

**Tabela 3 - Características de cada tipo de perfil**

<b>Tipos de perfis</b>	<b>Altura</b>	<b>Largura (mm)</b>	<b>Centramento</b>	<b>Profundidade</b>	<b>Rasgo (mm)</b>
<b>Normal</b>	17	14.3	3	7.5	8.5
<b>Normal rego fino</b>	17	14.3	5	7.5	4.5
<b>Aro magnético</b>	18	16.7	5.5	7.5	5.5
<b>Oyhama/Iris</b>	18	16.7	3/6/5.5	7.5	10.5/4/5
<b>Liberty</b>	17	19.7	4	7.5	7/12
<b>Metade/Metade</b>	18	14.3	3	6	8.5
<b>Mediterrâneo</b>	17	19.7	4	8	4.5/5.5/8.5
<b>Aro 32 cavalete revestido</b>	18.5	32	4	7.5	7.5
<b>Expression 32</b>	19	32	3.5	7.5	10.5

- Máquinas de corte automático ou manual: depois de moldurados, os perfis seguem para as máquinas de corte automático ou manual, onde o perfil é cortado com a dimensão pretendida. Os perfis em boas condições seguem em carros para a zona de armazenamento de perfil (junto da secção de montagem). Os perfis que são rejeitados podem ser reaproveitados nas máquinas de corte manual. Caso não seja possível reaproveitar, estes seguem para o contentor de resíduos. Na Tabela 4 estão representados as designações das máquinas de corte e o número de operadores de cada uma delas.

Tabela 4 - Designação das máquinas de corte de perfil

Máquinas de corte automático		Nº de operadores
Máquinas automáticas	CPR1	1
	CPR2	1
	CPR3	1
Máquina de 4 Paus	CPR4	1
Máquina de Gaveta	CPR6	2
Máquinas de corte manual	CPM1	1
	CPM2	1
	CPM3	1
	CPM5	1
	CPM6	1
	CPM7	1

- Cada máquina de corte automático efetua o corte de uma determinada medida; já nas máquinas de corte manual é possível cortar qualquer medida, desde que se ajuste a máquina para a medida pretendida (Tabela 5).

Tabela 5 - Medidas de perfil que cada máquina corta

Máquina de corte de perfil	Medidas de corte de perfil (mm)
CPR1; CPR2; CPR3	(Aros revestidos de MDF)
CPR4 (4 paus)	Aro normal 400; 900
CPR6 (gaveta)	Aro normal 400; 600
CPM1; CPM2; CPM6; CPM7	Todas as medidas até 1200
CPM3	Todas as medidas até 1500
CPM5	Todas as medidas até 600

### 3.3. Planeamento e produção dos quadros – caracterização da situação inicial (Setor Bi-Casa)

Na secção em estudo (secção dos perfis) existem alguns problemas que são única e exclusivamente desta secção, mas existem outros que afetam outras secções. Os principais problemas podem ser categorizados em problemas de qualidade da matéria-prima e problemas de organização, de identificação de material e de excesso de *stock*.

Os problemas relacionados com a qualidade da matéria-prima transformada nesta secção referem-se a madeira de fraca qualidade e com excesso de defeitos, o que provoca um custo elevado devido à quantidade de madeira desperdiçada.

No entanto também foram identificados outros problemas, nomeadamente: a desorganização de espaços (Figura 19), a deficiente identificação das estantes de perfil (Figura 20), a falta de identificação dos carros e dos caixotes de perfil (Figura 21), a quantidade excessiva de *stock* de perfil cortado (Figura 22) e o erro de medida no corte de perfil.



Figura 19 – Espaços desarrumados



Figura 20 - Deficiente identificação das estantes dos perfis



Figura 21 - Falta de identificação dos carros e caixotes de perfil



Figura 22 - Excesso de carros de perfil cortado

### 3.4. Objetivos

Tendo em conta os problemas mencionados anteriormente, os objetivos definidos para o projeto foram: i) identificar os tipos de defeitos mais comuns nas madeiras recebidas e que conduzem à sua rejeição; ii) quantificar os defeitos encontrados; iii) analisar os processos de fabrico de modo a aplicar metodologias de redução de desperdício e a modificar estes processos para a redução de desperdício em toda a cadeia produtiva; iv) identificar quais os fornecedores responsáveis pela madeira que gera mais desperdícios e a partir desta análise, e recorrendo a outros dados relativos aos fornecedores de madeira da Bi-Silque , efetuar uma avaliação dos mesmos e definir um conjunto de estratégias para a seleção dos fornecedores que permitam reduzir os desperdícios gerados nesta etapa da produção.

### 3.5. Metodologia proposta

A secção em que o projeto é maioritariamente focado é a secção de produção de perfis. Assim, a metodologia incide principalmente na proposta de melhorias para esta secção.

O mapeamento do estado inicial do processo, através da realização do mapeamento da cadeia de valor (VSM) foi a primeira análise a ser feita. Através do VSM é possível ter uma visão global de todo o processo e identificar as atividades que acrescentam valor, as que não acrescentam valor, mas que são necessárias e as que não acrescentam qualquer tipo de valor.

De seguida foi realizado o fluxo de operações, específico da secção em estudo (secção dos perfis). Deste modo, foi possível classificar os diferentes tipos de atividades, em operações, transporte, inspeção, espera e *stock*.

Para determinar as causas que provocam a rejeição dos perfis elaborou-se um diagrama de causa-efeito. Através deste foi possível identificar as principais causas e as causas secundárias que levam à rejeição dos perfis. Uma outra ferramenta usada para alcançar a melhoria de resultados, nomeadamente ao nível da redução de *stocks* foram os *Kanbans*. Esta ferramenta permite equilibrar as quantidades existentes com as quantidades necessárias de determinado produto, isto é, por um lado evita que haja quantidade excessiva de um componente e, por outro, evita a escassez de outros componentes.

#### 3.5.1. VSM

Para o realizar o mapeamento da cadeia de valor (VSM) foi necessário começar por questionar os chefes de secção e os operadores de linha e também observar todo o processo, de modo a registar todas as atividades realizadas.

Algumas das dificuldades encontradas aquando da recolha desta informação foi a falta de standardização do processo, isto é, relativamente aos tempos de cada atividade não existe uma uniformização dos mesmos. Por exemplo, o tempo de permanência em *stock* não é estável, sendo umas vezes mais elevado do que outras, pelo que o mesmo foi calculado com base numa média de tempos. Já o tempo de processamento era estável.

Através do VSM desenhado (Figura 23) constata-se que o tempo de processamento é muito reduzido comparativamente com o *lead time*. O tempo de processamento de um quadro é, em média, de 30 horas e 170 segundos, em que 30h é o tempo necessário à secagem da madeira necessária à produção dos perfis e 170 segundos o tempo de processamento do quadro. Assim, pode-se considerar que o tempo de processamento do quadro é de apenas 170 segundos, uma vez que a secagem é uma atividade que acontece muito raramente. Já o *lead time* é de 8 dias e 4 horas.

Para tentar reduzir o *lead time* é importante reduzir o número de locais de *stock* e além disso evitar o excesso de perfil produzido, de modo a reduzir o tempo de espera do material.

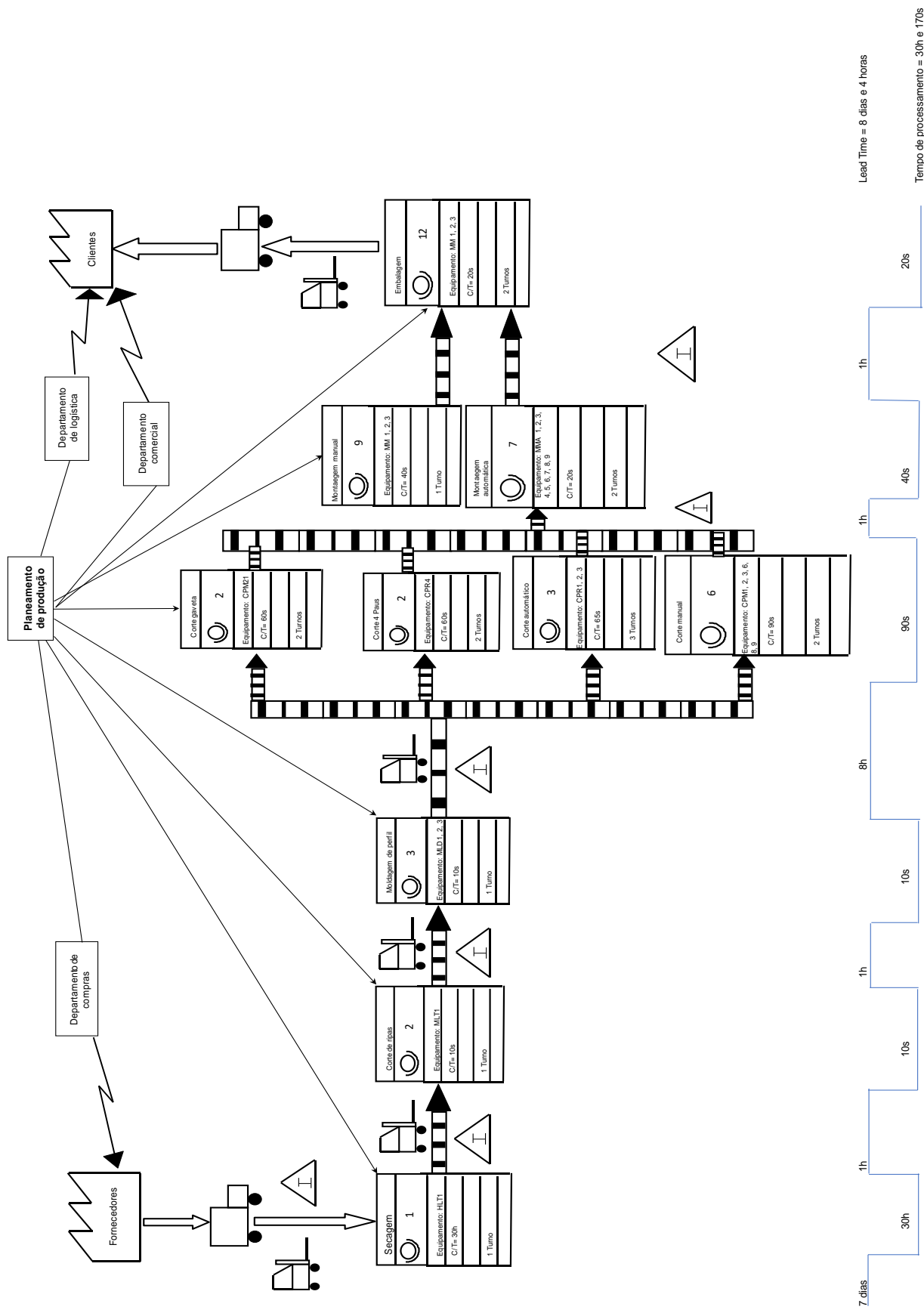


Figura 23 - VSM do processo produtivo do setor

### 3.5.2. Fluxo de Operações

De modo a detalhar melhor o processo de produção de perfis foi realizado um fluxo de operações. Através dele é possível constatar a existência de 25 atividades, sendo que estas podem ser categorizadas em 5 tipos: operação, transporte, inspeção, espera e *stock*. Estas 5 atividades podem ser classificadas em atividades que acrescentam valor ao produto e em atividades que não acrescentam qualquer tipo de valor ao produto final. Assim, a atividade que acrescenta valor ao produto é a operação. Já as atividades que não acrescentam valor são o transporte, a inspeção, a espera e o *stock*.

O fluxo de operações de produção de perfis que se apresenta na Figura 24 foi elaborado com base em informação recolhida através da observação do processo e de entrevistas ao chefe da secção e aos seus colaboradores. As etapas necessárias à produção dos perfis encontram-se detalhadas seguidamente:

- 1) Receção da matéria-prima (tábuas);
- 2) Colocar a madeira na estufa para realizar o tratamento térmico e secagem, durante aproximadamente 2 dias;
- 3) Retirar a madeira da estufa e colocá-la no armazém exterior;
- 4) Transportar a madeira, com o auxílio de um empilhador, para junto da multiserra (máquina que transforma as tábuas em ripas);
- 5) Inspeção das ripas à saída da multiserra. As ripas conformes são colocadas em carros destinados para o efeito; já as não conformes são colocadas em carros identificados com a seguinte designação: Pontas;
- 6) Armazenar as ripas junto das molduradoras (máquinas que transformam as ripas em perfis);
- 7) Colocar as ripas na molduradora, para que esta as transforme em perfil. Armazenar os perfis moldurados em estantes. Estas estantes são colocadas no armazém de perfil;
- 8) Quando surgem as ordens de produção, o chefe da secção dos perfis distribui o trabalho pelas máquinas de corte automático (máquina de gaveta e máquina de 4 paus);
- 9) Os perfis depois de cortados são inspecionados e posteriormente separados. Os perfis conformes são colocados em carros e seguem para a zona de perfil cortado. Já os perfis não conformes são colocados em caixotes. O reaproveitamento destes perfis dos caixotes é realizado única e exclusivamente nas máquinas de corte manual, uma vez que estas máquinas permitem adaptar-se à medida pretendida;
- 10) De seguida, todos os caixotes de perfis conformes seguem para a zona de perfil cortado;
- 11) Na etapa seguinte do processo (montagem), os colaboradores vão buscar os perfis adequados para a realização das ordens de produção.



Passo	Tipo de atividade					Situação do material	Observações
	Operação	Transporte	Inspecção	Espera	Stock		
1	●	➔	■	⌒	▼	Descarga das tábuas (camião)	
2	●	➔	■	⌒	▼	Armazenamento (exterior)	Stock antes de ir para secagem
3	●	➔	■	⌒	▼	Controlo de qualidade	Retirar tábuas por amostragem para controlo
4	●	➔	■	⌒	▼	Transporte com empilhador	Distância: 5 metros
5	●	➔	■	⌒	▼	Secagem (estufa HT1)	<b>1º critério:</b> as temperaturas das sondas atingem os 65°C durante 1 hora; <b>2º critério:</b> Humidade ideal 10HR (humidade relativa). Duração: +/- 4 dias.
6	●	➔	■	⌒	▼	Transporte com empilhador	Distância: 10 metros
7	●	➔	■	⌒	▼	Armazenamento	27 lotes de pinho
8	●	➔	■	⌒	▼	Transporte com empilhador	Distância: 200 metros
9	●	➔	■	⌒	▼	Armazenamento junto à máquina (multiserra)	3 lotes de tábuas de pinho
10	●	➔	■	⌒	▼	Controlo de qualidade	Inspecionar as tábuas à entrada da máquina
11	●	➔	■	⌒	▼	Multiserra	Corte das tábuas em ripas
12	●	➔	■	⌒	▼	Armazenamento no final da máquina	7 lotes de ripas
13	●	➔	■	⌒	▼	Transporte com carrinho	Distância: 20 metros
14	●	➔	■	⌒	▼	Armazenamento junto da molduradora	3 lotes de ripas
15	●	➔	■	⌒	▼	Molduradora	Corte da ripas em perfis (moldurar os perfis)
16	●	➔	■	⌒	▼	Armazenamento	3 lotes de perfis
17	●	➔	■	⌒	▼	Transporte com empilhador	Distância: 15 metros
18	●	➔	■	⌒	▼	Armazenamento (armazém de perfis)	
19	●	➔	■	⌒	▼	Transporte com empilhador	Distância: 25 metros
20	●	➔	■	⌒	▼	Armazenamento junto das máquinas de corte	
21	●	➔	■	⌒	▼	Corte automático ou manual	Corte dos perfis de 2,64m em medidas mais pequenas
22	●	➔	■	⌒	▼	Armazenamento de produto acabado junto das máquinas de corte	
23	●	➔	■	⌒	▼	Transporte com porta-paletes ou carrinho	Distância: 150 metros
24	●	➔	■	⌒	▼	Armazenamento (perfis cortados)	Zona onde se encontram os perfis cortados necessários para a montagem dos memos
25	●	➔	■	⌒	▼	Transporte com porta-paletes ou carrinho para a zona de montagem	Distância: 100 metros

Figura 24 - Fluxo de operações (Secção corte de perfil)

Como se pode constatar através da análise do fluxo de operações realizado, verifica-se a existência de um número muito significativo de alguns tipos de atividades, nomeadamente o transporte e o *stock*. Das 25 atividades detalhadas, 21 destas referem-se a atividades que não acrescentam valor e apenas 4 atividades se referem a operações (atividade que acrescentam valor ao produto). A realização das atividades de inspeção, transporte, espera e *stock* acarretam custos para a empresa e não acrescentam valor ao produto. Estas atividades podem ser consideradas desperdícios de tempo e de recursos, por isso devem idealmente ser eliminadas (maioritariamente ou mesmo totalmente, caso possível).

### 3.5.3. Identificação das causas dos defeitos

O desperdício de madeira existente advém de vários fatores, isto é, com base na análise de todas as fases do processo de produção de perfis de madeira, constata-se que a quantidade de desperdício é gerada pela soma de vários fatores.

Sendo a madeira um produto natural tem inerentes fontes de desperdício, como são os nós na madeira, madeira azulada, madeira torta, bolsas de resina, entre outras. No entanto, existem outras causas para o desperdício, como os erros humanos (por exemplo, erros de medição), problemas nas máquinas de corte (falta de manutenção das máquinas e de afinação), ou o facto do método usado ser inadequado (falta de rigor na medição). Para identificar todas as causas possíveis para a existência de desperdícios de madeira em perfil (defeitos nos perfis) construiu-se um diagrama de causa-efeito, o qual se encontra representado na Figura 25. Apesar de não ter sido possível identificar com rigor a causa mais provável da rejeição dos perfis, através da observação, pode-se afirmar que a matéria-prima não conforme é a causa principal.

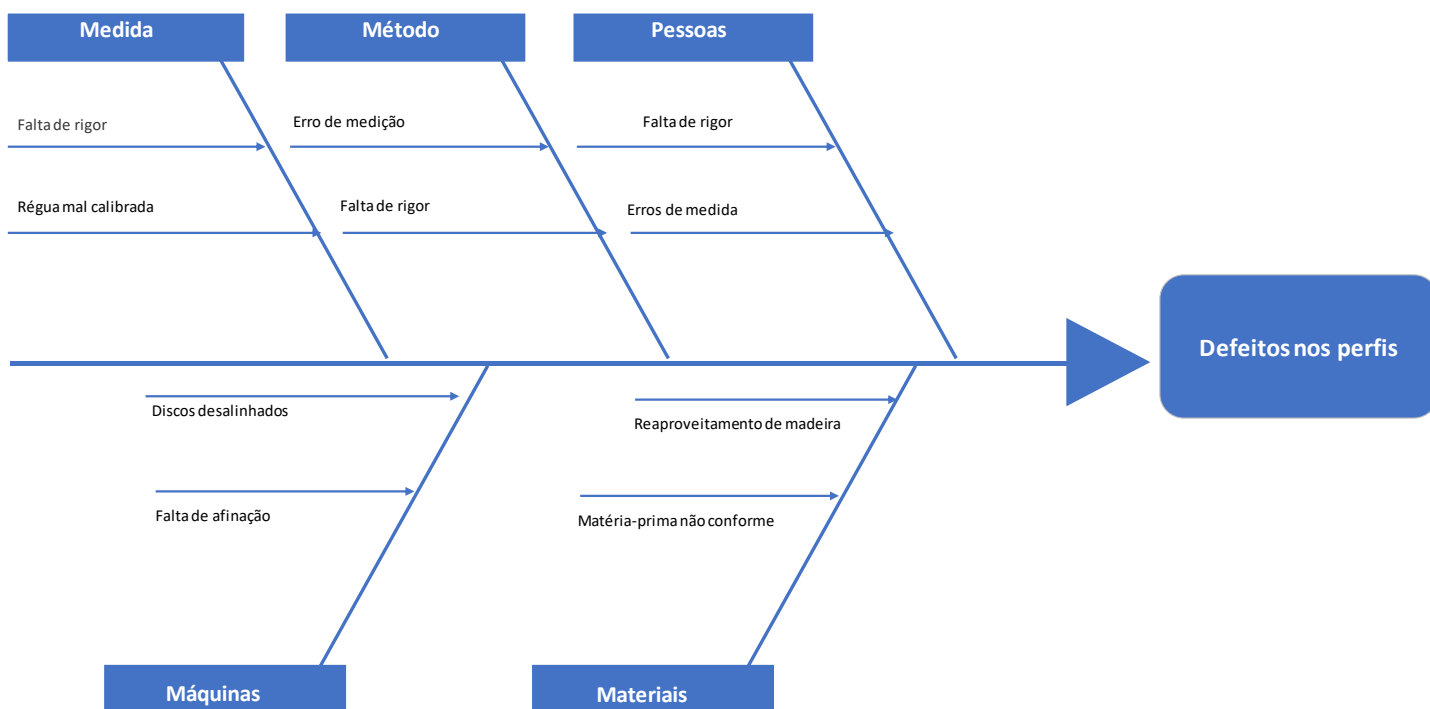


Figura 25 - Diagrama de causa-efeito

#### 4. A melhoria contínua aplicada na Bi-Silque

A melhoria contínua do processo de produção de perfis baseia-se na implementação de medidas que visam solucionar os problemas identificados na empresa, nomeadamente na secção de produção de perfis. Com base na observação e com a colaboração dos operadores foi possível identificar vários problemas nesta secção, mencionados no Capítulo 3. Assim, e de modo a melhorar a situação inicial encontrada, foram propostas várias ações de melhoria, as quais são apresentadas seguidamente.

##### 4.1. Implementação de um sistema *Kanban*

A solução para a redução do WIP baseou-se na implementação de um sistema de produção puxada na secção de produção de perfis, de modo a que se consiga garantir a existência de perfis *just-in-time*.

Por um lado, existem algumas falhas no abastecimento de perfis de pinho, que originam paragens de produção; por outro, existem elevadas quantidades de perfil em stock.

Para resolver este problema foi implementado um sistema *kanban*, em que um *Kanban* corresponde a um carro cheio/carro vazio. Contudo, o sistema *kanban* só foi implementado para os perfis mais consumidos. De forma a averiguar os tipos e tamanhos de perfis mais consumidos, procedeu-se à análise ABC relativa às quantidades vendidas de memos do setor Bi-Casa, durante o ano de 2017. Nesta análise ABC, constata-se que os produtos com dimensão de 60x40 cm, 90x60 cm e 40x30 representam cerca de 88% das vendas do setor (Tabela 6 e Figura 26).

Tabela 6 - Dimensão dos quadros

Dimensão	Quantidade (10 <sup>3</sup> )	% Individual	% Acumulada	Classificação
60x40	690,952	38,87%	38,9%	A
90x60	497,254	27,97%	66,8%	A
40x30	369,493	20,79%	87,6%	A
80x60	66,704	3,75%	91,4%	B
120x90	61,164	3,44%	94,8%	B
60x45	45,854	2,58%	97,4%	C
100x60	9,162	0,52%	97,9%	C
120x80	8,476	0,48%	98,4%	C
45x30	6,502	0,37%	98,8%	C
88.5x58.5	6,331	0,36%	99,1%	C
58.5x38.5	6,329	0,36%	99,5%	C
120x60	2,120	0,12%	99,6%	C
Outras medidas	7,256	0,41%	100,0%	C
Total	1777597	100,00%		

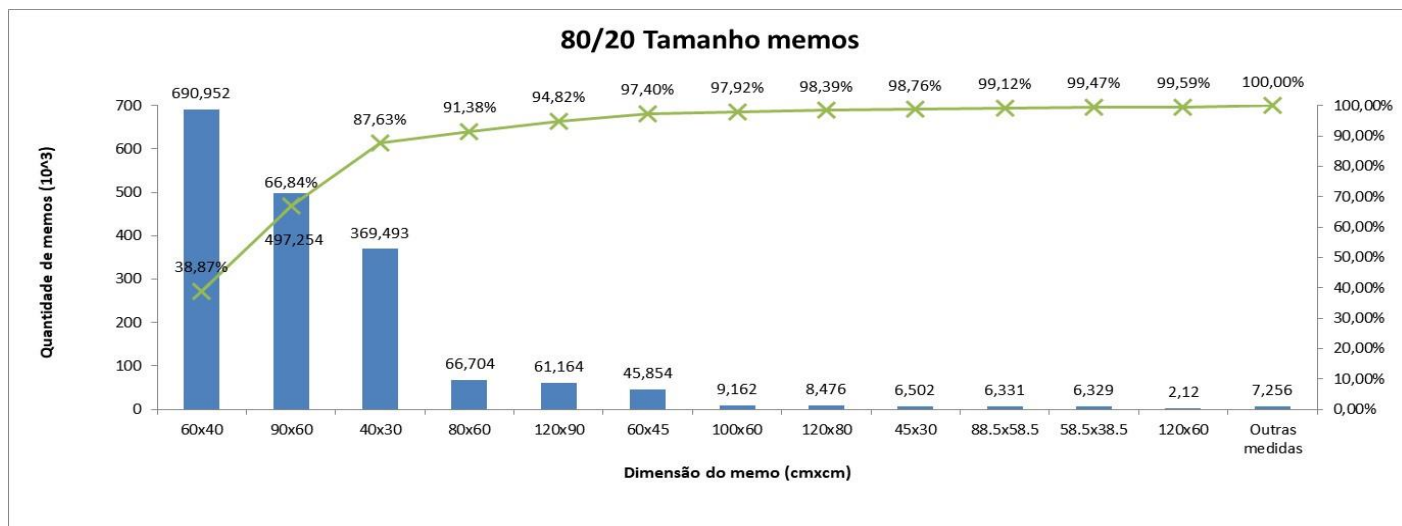


Figura 26 - Gráfico de análise ABC dos quadros quanto às dimensões

Tendo por base esta análise realizada para perceber quais as dimensões dos quadros com perfil de madeira mais vendidos, procedeu-se à realização de uma nova análise ABC para averiguar além dos tamanhos de perfis mais produzidos, o tipo de rasgo associado a esses perfis.

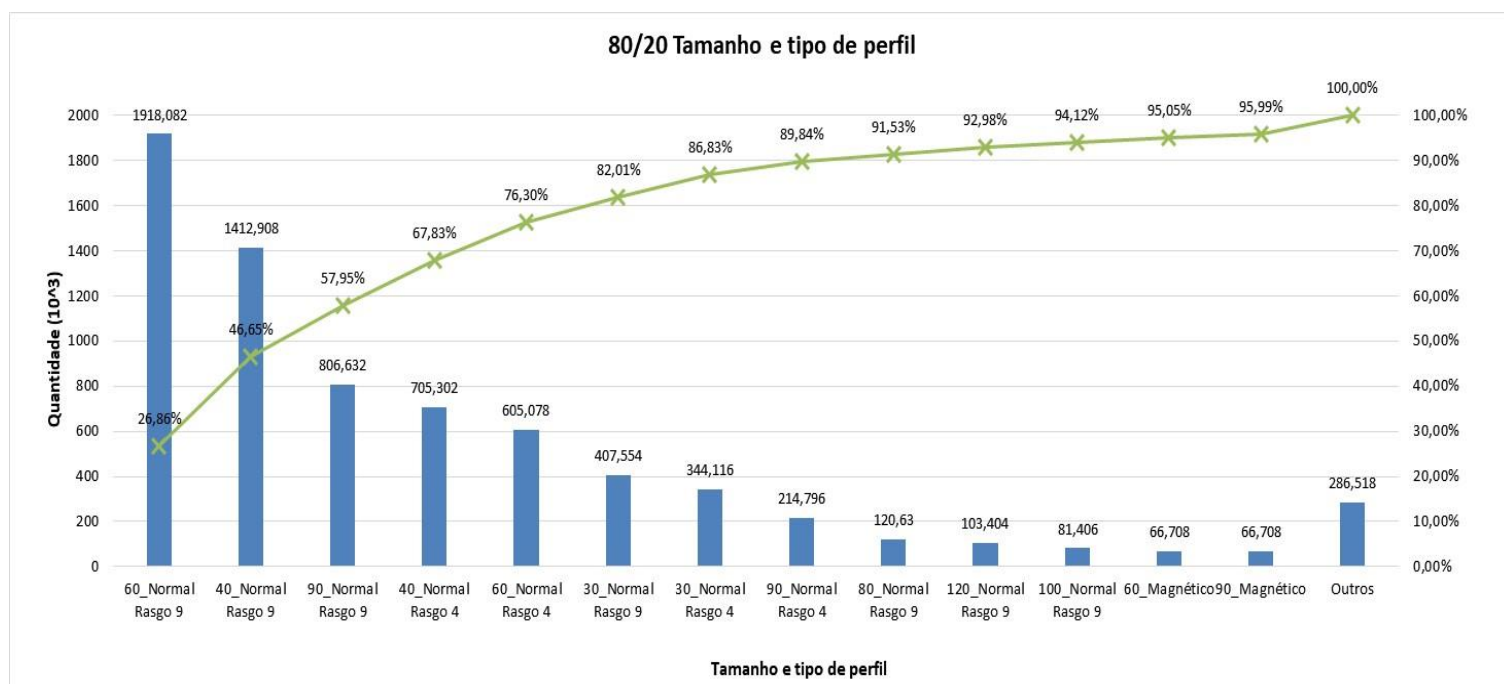


Figura 27 - Gráfico de análise ABC dos perfis quanto às dimensões

A análise do gráfico da Figura 27 permite constatar que os perfis mais produzidos na empresa e que merecem especial atenção para a criação dos *kanbans* são:

- Perfil de 60 de rasgo 9;
- Perfil de 40 de rasgo 9;

- Perfil de 90 de rasgo 9;
- Perfil de 40 de rasgo 4;
- Perfil de 60 de rasgo 4;
- Perfil de 30 de rasgo 9.

Estes 6 tipos de perfis correspondem a 82% da produção do setor dos perfis, daí a importância de se ter um maior controlo sobre a sua produção, de forma a evitar, por um lado um excesso de produção desnecessária e, por outro, a falta de perfis para satisfazer as necessidades em determinado momento.

Após esta análise, procedeu-se ao cálculo do número de *Kanbans* necessário para satisfazer as necessidades dos perfis em estudo. Na Tabela 7 estão apresentados os resultados obtidos através da utilização da fórmula de cálculo apresentada no capítulo 2 deste relatório (Equação 1). Contudo a margem de segurança ( $\alpha$ ) usada no cálculo foi de 1, contrariamente à margem de segurança utilizada pela Toyota ( $\alpha=0,1$ ). Numa fase inicial, e devido às incertezas que existem na produção, a melhor opção é considerar valor de  $\alpha$  elevado ( $\alpha=1$ ). Posteriormente, se se verificar um excesso de *stock* (devido à margem de segurança ser elevada), ajusta-se esse valor de modo a nivelar a produção com a quantidade necessária.

Tabela 7 - Cálculo do nº de Kanbans

Descrição do tipo de perfil	Procura diária (D)	Quantidade por kanban	Tp (horas)	Tp (dias)	Tw (dias)	$\alpha$	Nº de kanbans
Perfil de 60 rasgo 9	7738	4500	2,5	0,15625	1	1	4
Perfil de 40 rasgo 9	5652	4500	2,5	0,15625	1	1	3
Perfil de 90 rasgo 9	3227	4500	2,5	0,15625	1	1	2
Perfil de 40 rasgo 4	2821	4500	2,5	0,15625	1	1	1
Perfil de 60 rasgo 4	2420	4500	2,5	0,15625	1	1	1
Perfil de 30 rasgo 9	1630	4500	2,5	0,15625	1	1	1

Nota:  $y$ = Número de Kanbans  
 $D$ =Procura por unidade de tempo  
 $Tw$ =Tempo de espera do Kanban  
 $Tp$ =Tempo de processamento (produção)  
 $a$ = Capacidade do contentor (não mais do que 10% das necessidades diárias)  
 $\alpha$ =*Policy variable* (não mais do que 10%)

Cada *kanban* corresponde a um carro de perfil. De acordo com a tabela anterior constata-se que existe uma necessidade diária de perfis de aro natural de:

- 4 carros de perfil de 60 de rasgo 9;
- 3 carros de perfil de 40 de rasgo 9;
- 2 carros de perfil de 90 de rasgo 9;
- 1 carro de perfil de 40 de rasgo 4;
- 1 carro de perfil de 60 de rasgo 4;
- 1 carro de perfil de 30 de rasgo 9.

Para garantir que este sistema por *kanbans* funcionava corretamente houve a necessidade de criar algumas normas de funcionamento, nomeadamente:

- Cada um dos 12 carros está identificado com o tipo de perfil que deve ser colocado no mesmo;
- Cada carro é um *Kanban*, o que indica que:
  - se não houver carros vazios de determinado perfil não é permitido o corte desse mesmo perfil;
  - se houver carros vazios é necessário encher esse mesmo carro com o perfil correspondente.
- Quando o carro está cheio, este deve ser colocado junto à zona da montagem;
- Quando um carro de perfil fica vazio tem de ser entregue pela montagem ao setor de corte de perfil.

No caso do perfil de 40 de rasgo 4, do perfil de 60 de rasgo 4 e do perfil de 30 de rasgo 9, como só existe um *kanban*/carro para cada um destes perfis, segundo o resultado da fórmula de cálculo dos *kanbans*, pela regra, sempre que estão a consumir estes perfis não haveria produção de mais, uma vez que não existem carros vazios para estes perfis. Assim, de modo a contornar este obstáculo, o número de *kanbans* para estes perfis será de 2, garantindo assim que, quando terminar um carro, terão outro carro cheio para consumirem.

Os resultados desta medida de melhoria contínua não foram monitorizados, uma vez que, esta medida não foi implementada.

#### **4.2. Régua graduada nas máquinas de corte manual**

Os operadores das máquinas de corte manual para começarem a cortar determinada medida de perfil necessitam de ajustar a paralela (peça em metal que permite regular a medida de corte do perfil) à medida que querem cortar (Figura 28). Para isso a própria máquina de corte tem acoplada uma régua, mas que neste momento não está correta. Como a máquina tem desgaste é necessário de vez em quando ajustá-la. Ao fazer isto, a própria régua também vai-se desgastando e assim torna-se impossível a orientação adequada pela mesma e, conseqüentemente, o corte de uma determinada medida corretamente. Deste modo, sempre que há mudança de medida de perfil, os operadores têm de realizar vários testes até conseguirem acertar a medida desejada.

Uma possível sugestão para melhorar este problema seria a colocação de uma régua graduada na lateral da paralela. Assim, não haveria desgaste desta e seria possível reduzir o tempo de mudança de medida, uma vez que iria facilitar o trabalho dos operadores.

Apesar do resultado desta medida não ser de fácil contabilização, pode-se prever uma redução do tempo de mudança de medida e além disso uma redução do desperdício de madeira, uma vez que não há estrago de perfil por erro de medida de corte.

Esta medida de melhoria não foi implementada, uma vez que a secção de manutenção da empresa (responsável por fazer essas alterações/adaptações nas máquinas) não teve disponibilidade para tal.



Figura 28 - Paralela da máquina de corte manual

### 4.3. Contador de mão/sensor

Nas máquinas de corte manual, a produção é registada numa folha destinada para o efeito, de meia em meia hora. O tempo despendido a realizar essa tarefa foi contabilizado, sendo de seguida apresentado o estudo de tempos realizado (Tabela 8).

Tabela 8 - Tempos de contagem de perfis

Tempos de contagem de perfis											
	Medida (mm)	Qtd (un)	Tempo (s)	Tempo/Qtd.	Nº máximo de contagens diárias	Tempo contagem diário (s)	Tempo contagem diário (min)	Tempo diário (h)	Tempo mensal (h)	Custo (€/h)	Custo/mês
1	1200	120	70	0,58	16	1120	19	0,31	6,84	4,08	27,91
2	1200	70	45	0,64	16	720	12	0,20	4,40	4,08	17,94
3	1200	150	85	0,57	16	1360	23	0,38	8,31	4,08	33,89
4	900	120	75	0,63	16	1200	20	0,33	7,33	4,08	29,91
5	600	150	80	0,53	16	1280	21	0,36	7,82	4,08	31,90
6	300	160	85	0,53	16	1360	23	0,38	8,31	4,08	33,89
7	600	120	60	0,50	16	960	16	0,27	5,87	4,08	23,93
8	800	100	55	0,55	16	880	15	0,24	5,38	4,08	21,93
9	400	150	70	0,47	16	1120	19	0,31	6,84	4,08	27,91
10	300	160	60	0,38	16	960	16	0,27	5,87	4,08	23,93
11	600	140	55	0,39	16	880	15	0,24	5,38	4,08	21,93
12	800	110	50	0,45	16	800	13	0,22	4,89	4,08	19,94
13	600	135	60	0,44	16	960	16	0,27	5,87	4,08	23,93
14	800	105	55	0,52	16	880	15	0,24	5,38	4,08	21,93
15	900	100	50	0,50	16	800	13	0,22	4,89	4,08	19,94
<b>Média</b>	746,67	126,00	63,67	0,51	16	1019	16,98	0,28	6,23	4,08	25,39

Salário mensal líquido (€)	580 €
Contribuição empresa-governo	23,75%
Custo mensal do funcionário (€)	717,75 €
Nº de dias de trabalho/mês	22
Custo diário (€)	32,63 €
Custo/hora (€)	4,08 €

Tendo em conta uma amostragem de 15 observações, foi possível calcular o custo médio mensal da tarefa de contagem de perfis produzidos. Esse valor calculado é de cerca de 25€. No sentido de eliminar este custo seria importante eliminar o tempo despendido na contagem dos perfis produzidos.

Uma possível solução que poderia ser implementada para eliminar este desperdício de tempo e de recursos seria a colocação de um sensor capacitivo e de um mostrador digital (Figura 29).

O sensor capacitivo é capaz de detetar a aproximação de objetos sem a necessidade de contato físico. Este tipo de sensores permite detetar a presença ou aproximação de materiais orgânicos, plásticos, pós, líquidos, madeiras, papéis, metais, etc.

O princípio de funcionamento baseia-se na geração de um campo elétrico, desenvolvido por um oscilador controlado por um condensador. O condensador é formado por duas placas metálicas, carregadas com cargas elétricas opostas, montadas na face sensora, de forma a projetar o campo elétrico para fora do sensor, formando assim um condensador que possui como dielétrico o ar. Quando um material se aproxima da face sensora, ou seja, do campo elétrico, o dielétrico do meio altera-se, alterando também o dielétrico do condensador frontal do sensor. Como o oscilador do sensor é controlado pelo condensador frontal, quando aproximamos um material, a capacidade também se altera, provocando uma mudança no circuito oscilador. Esta variação é convertida num sinal contínuo, que comparado com um valor padrão, passa a atuar no estágio de saída (Pessen, 1989).

Juntamente com este sensor seria importante acoplar um mostrador digital (saída), de forma a que ficassem contabilizados os perfis produzidos durante o tempo definido.



Figura 29 - Sensor e contador

O sensor seria colocado junto da paralela da máquina (local onde todos os perfis cortados passam). O facto de ser colocado nesta zona permite que, sempre que haja mudança de medida de corte, ao ajustar a paralela para a medida pretendida, o sensor desloca-se juntamente com esta.

O operador colocaria o contador a zero sempre que fosse para iniciar uma contagem e no final da meia hora registaria a quantidade indicada na folha de registo e voltaria a colocar o contador a zero.

O custo estimado desta proposta de melhoria seria de aproximadamente 100€.

Custo sensor + contador (€)	100 €
Payback (meses)	3,94

Tendo em conta o custo do equipamento e a despesa com o operador ao realizar o processo



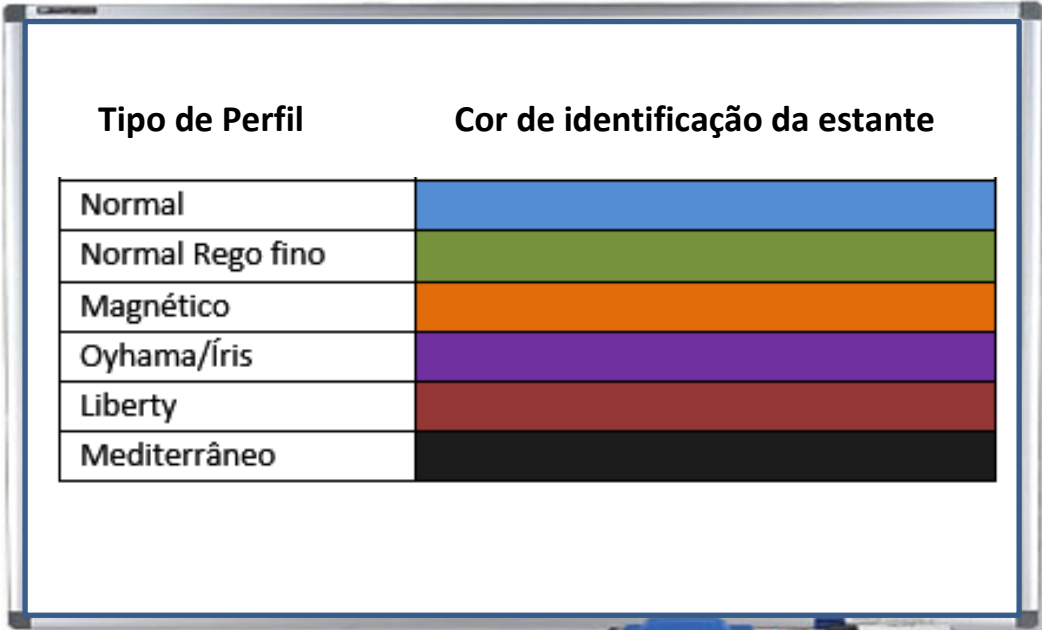
de contagem, resulta um *payback* de aproximadamente 4 meses.

Esta medida de melhoria não foi implementada, uma vez que a secção de manutenção da empresa (responsável por fazer essas alterações/adaptações nas máquinas) não teve disponibilidade para tal.

#### 4.4. Identificação das estantes de perfil

Nas estantes de perfil são colocados todos os tipos de perfil natural. A deficiente identificação das estantes, ou mesmo a falta desta, origina que os perfis não sejam colocados nos devidos locais. Para minimizar esse problema, uma medida simples seria colocar uma identificação de cada tipo de perfil, em cada estante. Contudo, com o passar do tempo, esta identificação começaria a desgastar e ficariam as estantes novamente sem identificação.

Assim, uma outra medida mais eficaz que a anterior seria pintar cada estante de uma cor diferente, conforme cada tipo de perfil. Num quadro fixado junto dessas estantes estaria representada a correspondência de cada cor a cada tipo de perfil. Na Figura 30 está representada a proposta de identificação das estantes.



Tipo de Perfil	Cor de identificação da estante
Normal	Azul
Normal Rego fino	Verde
Magnético	Laranja
Oyhama/Íris	Púrpura
Liberty	Vermelho
Mediterrâneo	Preto

Figura 30 - Identificação das estantes de perfis

Apesar desta medida de melhoria ser de fácil implementação e de baixo custo não foi implementada, uma vez que a pintura das estantes teria de ser feita pela secção de manutenção da empresa, mas esta não teve disponibilidade para tal.

#### 4.5. Identificação dos carros de perfil

Os carros de perfil colocados junto da zona de montagem muitas vezes não têm identificação. Esta falta da identificação deve-se ao facto de os operadores das máquinas de corte não colocarem a folha de identificação, ou a folha desaparecer. Uma solução para ultrapassar este problema será colocar uma identificação fixa em cada carro, como a que está representada na Figura 31. Assim, os operadores de corte têm apenas de preencher os campos solicitados. Esta medida permite que todos os carros de perfis estejam devidamente identificados, de modo a evitar erros de trocas de perfil ou tempos elevados de procura do perfil pretendido pelas pessoas da montagem. As trocas de perfil acontecem quando o conhecimento do colaborador não é suficiente para conseguir distinguir os diversos tipos de perfil e a falta de identificação do material permite que ocorra troca de material. Já os tempos de procura do perfil foram medidos e registados na Tabela 9. De cada vez que um operador da montagem se dirige para a zona dos carros de perfil para ir buscar um carro gasta, em média, 60 segundos. Este tempo é contabilizado desde o momento em que sai da zona de montagem até voltar ao ponto de partida. A distância entre a zona onde se encontram os carros de perfil e a zona de montagem é de cerca de 20 metros, sendo o tempo de percurso de aproximadamente 20 segundos. Assim, o tempo restante (40 segundos) é o tempo efetivo de procura dos carros de perfil.

Tabela 9 - Tempo de procura do perfil

	Tempo de procura do carro de perfil (s)
1	39
2	55
3	42
4	45
5	84
6	81
7	47
8	52
9	47
10	85
11	59
12	76
13	71
14	53
15	69
<b>Tempo médio (s)</b>	<b>60,33</b>

De salientar que estas novas identificações dos carros têm um custo muito reduzido, dado que resultam do aproveitamento de material existente na empresa. O custo estimado desta medida de melhoria é de cerca de 2€ por cada identificação de cada carro. Este custo foi calculado tendo por base o custo média do quadro estampado com os campos necessários para preencher.

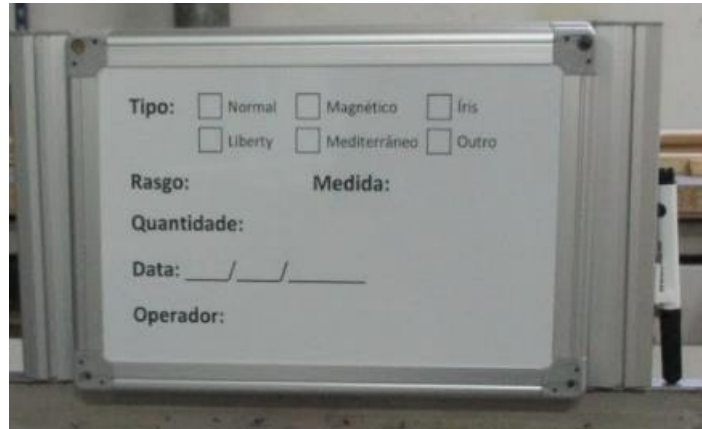


Figura 31 - Identificação dos carros de perfil

Esta medida de melhoria contínua foi implementada em apenas 3 carros de perfil. Os restantes carros (17 carros) não foram identificados de acordo com esta proposta, uma vez que a manutenção não teve tempo suficiente para colocar a identificação em todos os carros.

#### 4.6. Limpeza e organização de espaços – Aplicação dos 5S

Na empresa existem algumas zonas onde a deficiente organização dos espaços provoca tempos elevados de movimentação de material. O facto de não haver um local destinado para arrumar determinado material pode provocar graves problemas para a empresa. Assim, torna-se importante definir locais para alocar tanto a matéria-prima como outros materiais (carros para colocar madeira, caixotes...).

Junto da multiserra existem carros para colocar as ripas que saem desta máquina. Estes carros muitas das vezes estão desarrumados, o que impede que haja um movimento rápido de material para junto de outras máquinas, uma vez que os próprios carros estão a obstruir o caminho até chegar às máquinas em redor.

Para solucionar este problema é necessário colocar marcações no chão para delimitar as zonas onde devem ser colocados os carros. De seguida deverá ser dada formação aos colaboradores para que estes continuem a aplicar esta técnica de alocar tudo no sítio destinado para o efeito, evitando assim material espalhado por qualquer lugar (Figura 32).



Figura 32 - Organização do espaço

Outro problema é a falta de limpeza das zonas envolventes das máquinas. Esta secção de produção de perfis é uma zona onde existe muito serrim derivado do corte da madeira (Figura 33). Tendo em conta este resíduo torna-se extremamente importante que haja uma limpeza das máquinas no final de cada turno, de modo a evitar o excesso de resíduo acumulado junto das mesmas.



Figura 33 - Resíduos na zona envolvente das máquinas e no interior das mesmas

Para isso, é necessário despendir algum tempo com a limpeza das zonas. Assim, os colaboradores têm de ser formados para que cerca de 10 minutos antes do final do turno procedam à limpeza das máquinas e da zona envolvente (Figura 34).



Figura 34 - Limpeza do espaço ao redor das máquinas e do seu interior

Todas estas medidas foram implementadas e assim tornou-se possível manter os espaços arrumados e limpos, o que permite que as tarefas necessárias à produção dos quadros sejam realizadas com maior eficácia.

#### **4.7. Avaliação dos fornecedores**

Um dos objetivos do projeto passava pela realização da avaliação dos atuais fornecedores de madeira. Para realizar essa avaliação começou-se por averiguar quais os defeitos mais frequentes presentes na matéria-prima. Ao mesmo tempo, também era registado o fornecedor responsável por aquela matéria-prima não conforme.

Posteriormente, tendo em conta os critérios anteriormente definidos pela empresa para avaliarem os seus fornecedores, foi realizada uma avaliação aos atuais fornecedores através do método AHP.

Por fim, realizou-se novamente uma nova avaliação de fornecedores, mas considerando mais um critério muito importante no âmbito deste projeto, o qual tem a ver com a matéria-prima conforme. Sendo um dos principais objetivos a identificação dos fornecedores que fornecem madeira com maior taxa de desperdício, torna-se pertinente acrescentar um critério de avaliação que permita comparar entre fornecedores a quantidade de matéria-prima conforme.

#### 4.7.1. Estudo dos defeitos

A recolha dos dados necessários para realizar o estudo dos defeitos foi feita através do preenchimento de um formulário de recolha de dados desenhado para o efeito (Anexo A – Ficha de controlo de madeira para a multiserra). Esse formulário foi construído propositadamente para efetuar a recolha dos dados pertinentes. Os campos de preenchimento do formulário são a semana em que a madeira é cortada na multiserra, o lote da madeira cortada, o fornecedor da respetiva madeira e a quantidade de tábuas com determinado defeito existente em cada lote de cada fornecedor. Antes de construir este formulário, o operador da multiserra (pessoa que preencheu o formulário) foi questionado acerca dos defeitos existentes nas tábuas. Posteriormente, construiu-se o formulário de acordo com os defeitos mencionados (excesso de nós, tábuas azuladas, bolsas com resina, madeira vermelha, tábua empenada e tábua fora de espessura). As folhas foram recolhidas e analisadas todas as semanas, durante 3 meses.

Os dados recolhidos durante os 3 meses (de 8 de janeiro de 2018 a 9 de abril de 2018), foram tratados estatisticamente com recurso a uma análise gráfica (Figura 35).

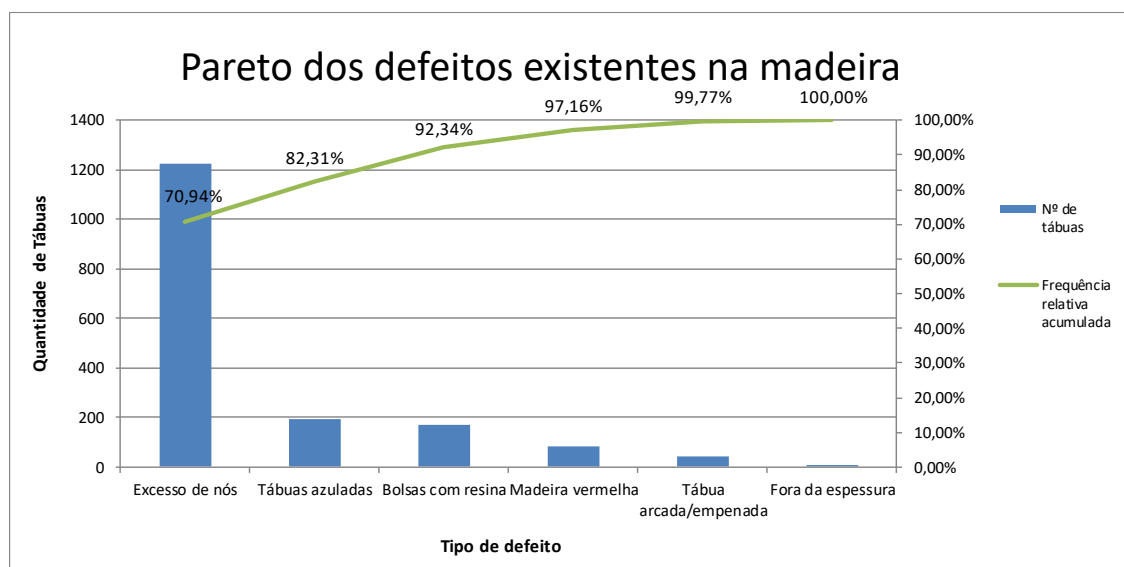


Figura 35 – Diagrama de Pareto da análise dos defeitos da madeira por tipo de defeito

O defeito encontrado nas tábuas com maior frequência é o excesso de nós, sendo a principal causa de rejeição da madeira, representando 70,94% da quantidade rejeitada.

As outras causas de rejeição que também representam cerca de 21% conjuntamente são as tábuas azuladas e as bolsas de resina presentes na madeira.

O princípio de Pareto afirma que 80% dos efeitos (tábuas rejeitadas) advêm de 20% das causas (defeitos). Assim, através do gráfico da Figura 35 observa-se que o defeito significativo é o

excesso de nós, que corresponde a cerca de 71% da quantidade de tábuas rejeitadas. Neste caso, 16,67% das causas representam 70,94% dos efeitos, verificando-se assim o princípio de Pareto.

#### 4.7.2. Análise por fornecedor

A recolha dos dados necessários para realizar o estudo dos fornecedores que fornecem maior quantidade matéria-prima (madeira) não conforme foi feita através do preenchimento do formulário de recolha de dados mencionado no ponto anterior.

Os dados recolhidos durante 3 meses (de 8 de janeiro de 2018 a 9 de abril de 2018), estes foram analisados tendo sido elaborado um diagrama de Pareto (Figura 36).

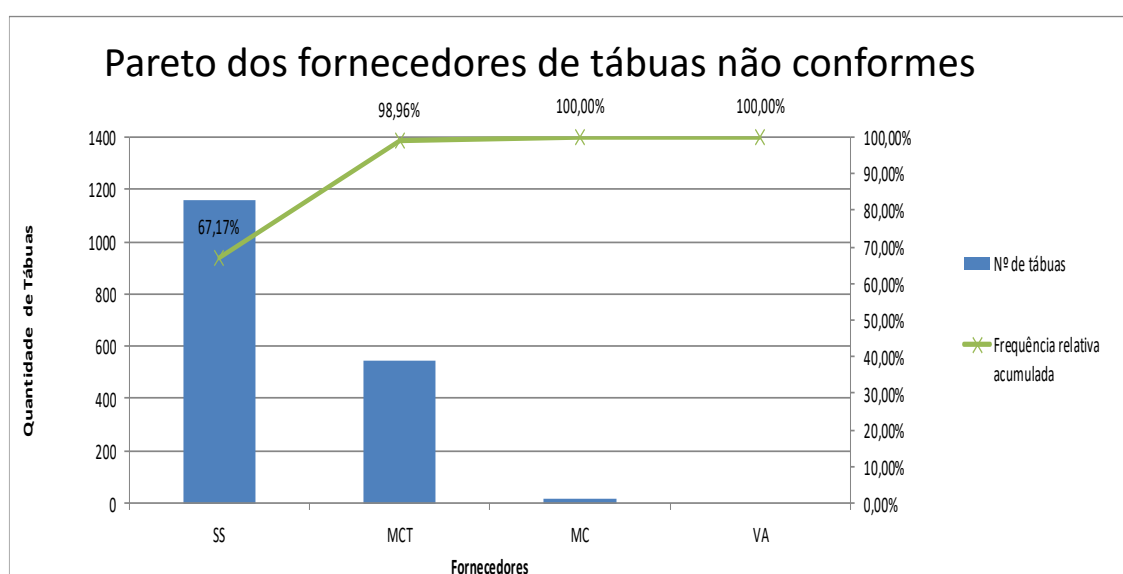


Figura 36 – Diagrama de Pareto da análise dos defeitos por fornecedor

O fornecedor que, com maior frequência, fornece tábuas não conforme é o SS representando 67,17% da quantidade total de madeira rejeitada. O outro fornecedor, que também representam cerca de 31% da quantidade de madeira rejeitada é o MCT.

Assim, é possível verificar, ainda que de forma aproximada, o princípio de Pareto, verificando-se que 67,17% da madeira rejeitada é fornecida por 25% dos fornecedores (que neste caso corresponde a 1 fornecedor). Esta análise apenas compara os fornecedores tendo em conta a quantidade de matéria-prima não conforme fornecida por cada um relativamente à quantidade total de madeira não conforme.

No entanto, a análise anterior não permite comparar os fornecedores relativamente à percentagem de matéria-prima não conforme comparativamente com a quantidade de madeira fornecida por cada fornecedor. Para alcançar essa percentagem foi necessário obter o número de lotes de madeira fornecida por cada um deles e depois multiplicar pelo número de tábuas de cada lote (aproximadamente 125 tábuas por lote). Posteriormente, a percentagem de madeira não conforme fornecida por cada fornecedor foi calculada através do quociente entre a quantidade de

madeira não conforme e a quantidade de madeira fornecida. Os dados e a sua análise encontram-se na Tabela 10.

Nota: \*

$$(*) \quad \% \text{ tábuas não conformes} = \frac{N^{\circ} \text{ tábuas não conformes}}{N^{\circ} \text{ tábuas fornecidas}}$$

Tabela 10 - Análise da quantidade de madeira não conforme

Fornecedor	Nº de lotes fornecidos	Nº de tábuas por lote	Nº tábuas fornecidas	Nº tábuas não conformes	% de tábuas não conformes
MCT	39	125	4875	548	11,24%
SS	173	125	21625	1158	5,35%
MC	48	125	6000	18	0,30%
VA	7	125	875	0	0,00%

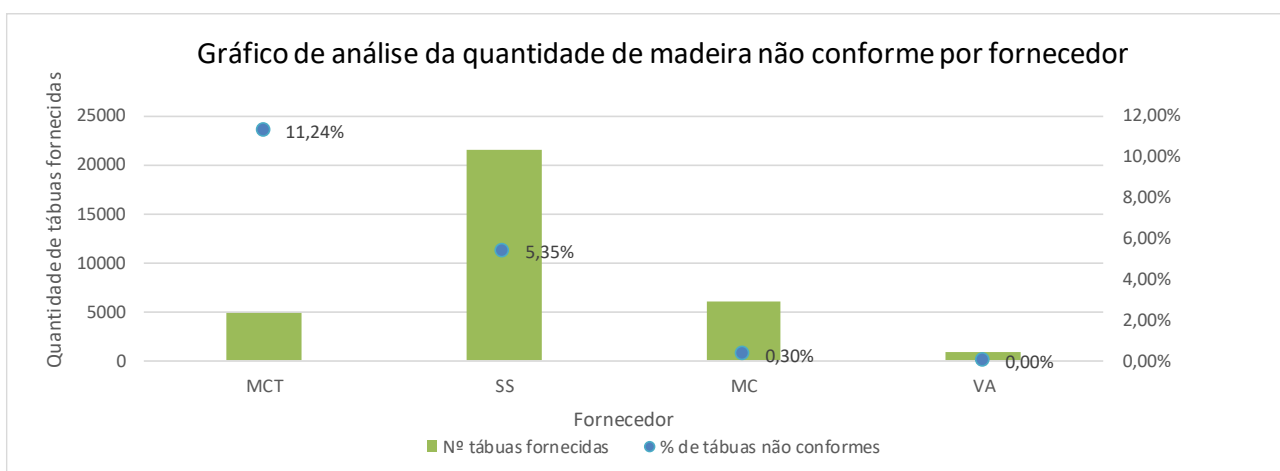


Figura 37 - Gráfico de análise da percentagem de madeira não conforme fornecida por cada fornecedor

Assim, apesar do fornecedor SS ser o que fornece maior quantidade de madeira não conforme, também é este que fornece maior quantidade de tábuas. Então, através do gráfico da Figura 37 observa-se que é o fornecedor MCT que fornece uma percentagem mais elevada de tábuas não conformes, isto é, relativamente à quantidade de madeira fornecida é este o fornecedor que apresenta uma maior quantidade de tábuas não conformes, sendo assim classificado como o pior fornecedor com base neste critério.

#### 4.7.3. Utilização do método AHP tendo por base os critérios definidos pela empresa

A Análise Hierárquica de Processos (AHP) é o método mais popular que pode ser aplicado na resolução de vários problemas complexos de decisão (Jaganathan, Erinjeri e Ker, 2007). Uma das vantagens do método é a possibilidade que oferece de manipular fatores intangíveis, fatores esses determinantes no processo de decisão. Também os cálculos matemáticos são relativamente simples e compreensíveis, fazendo desta técnica a ideal para ser empregada no processo de avaliação proposto.

### Etapas da resolução do problema usando o método AHP:

- 1) O método foi usado para a tomada de decisão relativamente ao fornecedor mais adequado, tendo por base os critérios definidos pela empresa. Assim, começou-se por definir o problema e decompor os critérios numa hierarquia. O problema consistia na seleção do melhor fornecedor de madeira, com base nos critérios que a empresa utilizava. Os fornecedores de madeira da empresa (alternativas) são o SS, o MC, o MCT, o VA, o Puzo e o Maffor. Os critérios usados são o preço, o atendimento, o tempo de resposta a solicitações, a resolução de não conformidades, o prazo de entrega, as quantidades entregues e as reclamações. Posteriormente, construiu-se uma hierarquia de critérios. Esta hierarquia foi definida pelo departamento de compras, com base na escala de Saaty (Figura 38), através do preenchimento de um formulário destinado para o efeito (Anexo B – Formulário auxiliar para a realização da avaliação dos fornecedores).

Intensidade de importância (escala absoluta)	Definição	Explicação
1	Igual importância	A duas atividades contribuem igualmente para o objetivo.
3	Importância moderada de uma sobre a outra (um pouco mais importante)	A experiência e o juízo favorecem uma atividade em relação à outra.
5	Importância grande ou essencial (muito mais importante)	A experiência e o juízo favorecem fortemente uma atividade em relação à outra.
7	Importância muito grande	Uma atividade é muito fortemente favorecida em relação à outra. Pode ser demonstrado na prática.
9	Importância extrema ou absoluta	A evidência favorece uma atividade em relação à outra, como o mais alto grau de segurança.
2,4,6,8	Valores intermediários	Quando se procura uma condição de compromisso entre duas definições.

Fonte: Adaptado de Saaty,1990 e Gomes et. al, 2009.

Figura 38 - Escala de Saaty

Como resultado do preenchimento desse formulário resultou a Tabela 11, que apresenta a pontuação dada pela responsável do departamento de compras da empresa, a cada par de critérios.

Tabela 11 - Tabela de comparação entre pares de critérios

I	J	Critérios		Mais Importante A ou B	Escala (1-9)
		A	B		
1	2	Preço	Atendimento	A	9
1	3	Preço	Tempo de resposta a solicitações	A	9
1	4	Preço	Resolução de Não Conformidades	A	9
1	5	Preço	Prazo de entrega	A	3
1	6	Preço	Quantidades entregues	A	5
1	7	Preço	Reclamações	A	2
2	3	Atendimento	Tempo de resposta a solicitações	B	2
2	4	Atendimento	Resolução de Não Conformidades	B	2
2	5	Atendimento	Prazo de entrega	B	7
2	6	Atendimento	Quantidades entregues	B	4
2	7	Atendimento	Reclamações	B	8
3	4	Tempo de resposta a solicitações	Resolução de Não Conformidades	B	2
3	5	Tempo de resposta a solicitações	Prazo de entrega	B	6
3	6	Tempo de resposta a solicitações	Quantidades entregues	B	4
3	7	Tempo de resposta a solicitações	Reclamações	B	8
4	5	Resolução de Não Conformidades	Prazo de entrega	B	6
4	6	Resolução de Não Conformidades	Quantidades entregues	B	5
4	7	Resolução de Não Conformidades	Reclamações	B	7
5	6	Prazo de entrega	Quantidades entregues	A	2
5	7	Prazo de entrega	Reclamações	B	2
6	7	Quantidades entregues	Reclamações	B	3

- 2) Numa fase posterior construiu-se a estrutura hierárquica em 3 níveis (Figura 39), que consiste em definir o objetivo do problema, relacioná-lo com os critérios existentes, e posteriormente todos os critérios foram conjugados com todas as alternativas existentes.



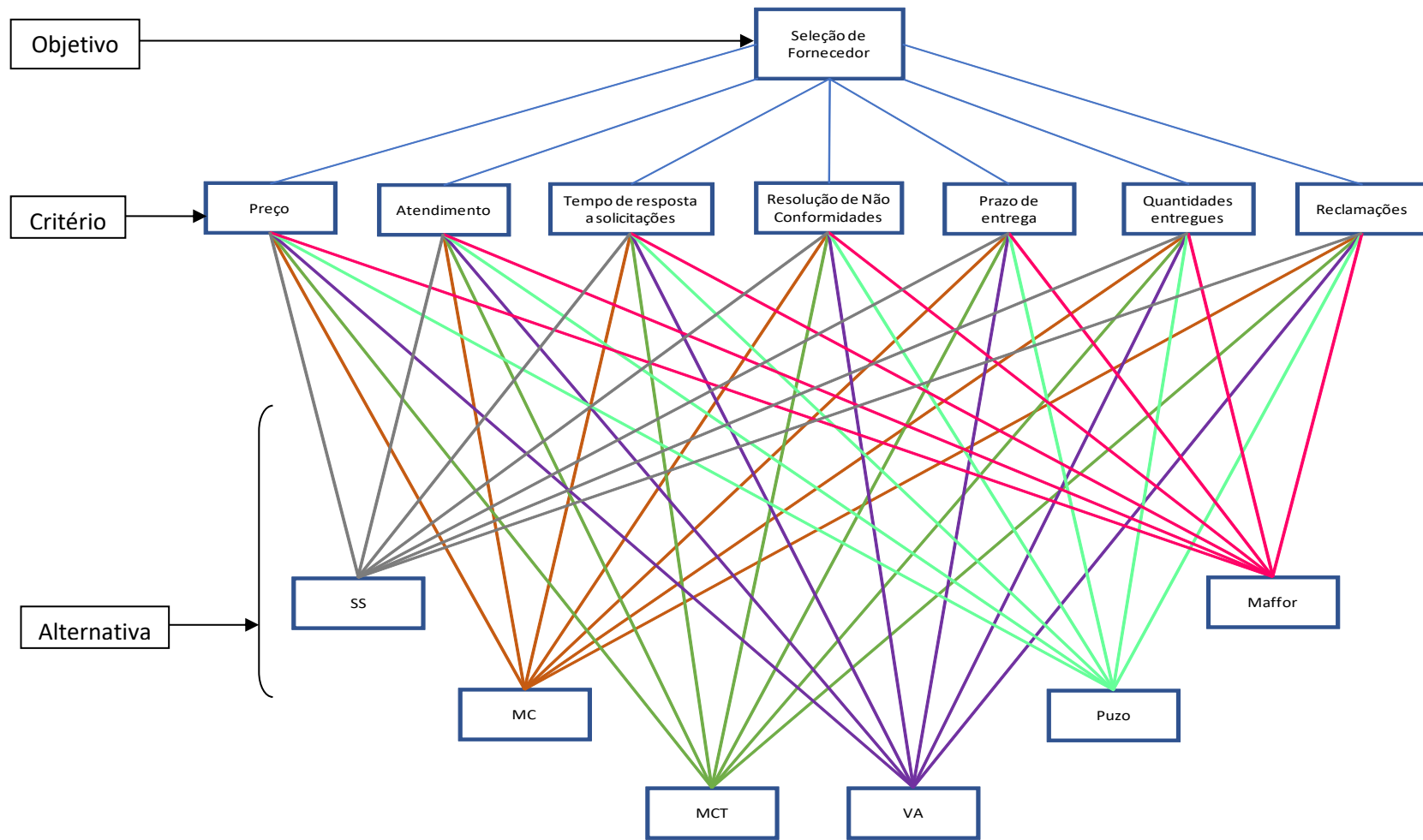


Figura 39 - Estrutura hierárquica em 3 níveis (objetivo, critérios, alternativas)

- 3) Depois de ter sido construída a hierarquia foram construídas as matrizes de preferência para cada critério e a matriz de comparação entre critérios. Estas matrizes estavam no formulário mencionado anteriormente e foram preenchidas pelo departamento de compras de acordo com a escala de Saaty, que varia de 1 a 9. Nestas matrizes faz-se uma comparação, par a par, de cada elemento no nível hierárquico dado, criando-se assim, uma matriz de decisão quadrada. Assim, determinou-se os graus de preferência para cada critério, com o desenvolvimento de 7 matrizes que comparam os graus de intensidade para cada critério comparando pares de alternativas, referentes aos 7 critérios existentes. Abaixo estão representadas as matrizes segundo os critérios de preferências estabelecidos pela empresa (Tabela 13, Tabela 12, Tabela 15, Tabela 14, Tabela 16, Tabela 18 e Tabela 17):

**Tabela 13 - Preferência por preço**

Preço	SS	MC	MCT	VA	Puzo	Maffor
SS	1	1	5	3	3	3
MC	1	1	5	3	3	3
MCT	1/5	1/5	1	5	5	5
VA	1/3	1/3	1/5	1	3	3
Puzo	1/3	1/3	1/5	1/3	1	1
Maffor	1/3	1/3	1/5	1/3	1	1
<b>Total geral</b>	<b>3,20</b>	<b>3,20</b>	<b>11,60</b>	<b>12,67</b>	<b>16,00</b>	<b>16,00</b>

**Tabela 12 - Preferência por tempo de resposta a solicitações**

Tempo de resposta a solicitações	SS	MC	MCT	VA	Puzo	Maffor
SS	1	3	3	3	3	3
MC	1/3	1	1	1	1	1
MCT	1/3	1	1	1	1	1
VA	1/3	1	1	1	1	1
Puzo	1/3	1	1	1	1	1
Maffor	1/3	1	1	1	1	1
<b>Total geral</b>	<b>2,67</b>	<b>8,00</b>	<b>8,00</b>	<b>8,00</b>	<b>8,00</b>	<b>8,00</b>

**Tabela 15 - Preferência por resolução de não conformidades**

Resolução de Não Conformidades	SS	MC	MCT	VA	Puzo	Maffor
SS	1	3	3	3	3	3
MC	1/3	1	1	1	1	1
MCT	1/3	1	1	1	1	1
VA	1/3	1	1	1	1	1
Puzo	1/3	1	1	1	1	1
Maffor	1/3	1	1	1	1	1
<b>Total geral</b>	<b>2,67</b>	<b>8,00</b>	<b>8,00</b>	<b>8,00</b>	<b>8,00</b>	<b>8,00</b>

**Tabela 14 - Preferência por atendimento**

Atendimento	SS	MC	MCT	VA	Puzo	Maffor
SS	1	3	3	3	3	3
MC	1/3	1	1	1	1	1
MCT	1/3	1	1	1	1	1
VA	1/3	1	1	1	1	1
Puzo	1/3	1	1	1	1	1
Maffor	1/3	1	1	1	1	1
<b>Total geral</b>	<b>2,67</b>	<b>8,00</b>	<b>8,00</b>	<b>8,00</b>	<b>8,00</b>	<b>8,00</b>

Tabela 16 - Preferência por reclamações

Reclamações	SS	MC	MCT	VA	Puzo	Maffor
SS	1	3	3	3	3	3
MC	1/3	1	1	1	1	1
MCT	1/3	1	1	1	1	1
VA	1/3	1	1	1	1	1
Puzo	1/3	1	1	1	1	1
Maffor	1/3	1	1	1	1	1
<b>Total geral</b>	<b>2,67</b>	<b>8,00</b>	<b>8,00</b>	<b>8,00</b>	<b>8,00</b>	<b>8,00</b>

Tabela 18 - Preferência por quantidades entregues

Quantidades entregues	SS	MC	MCT	VA	Puzo	Maffor
SS	1	1	1	1	3	3
MC	1	1	1	1	3	3
MCT	1	1	1	1	3	3
VA	1	1	1	1	3	3
Puzo	1/3	1/3	1/3	1/3	1	3
Maffor	1/3	1/3	1/3	1/3	1/3	1
<b>Total geral</b>	<b>4,67</b>	<b>4,67</b>	<b>4,67</b>	<b>4,67</b>	<b>13,33</b>	<b>16,00</b>

Tabela 17 - Preferência por prazo de entrega

Prazo de entrega	SS	MC	MCT	VA	Puzo	Maffor
SS	1	1	1	1	3	3
MC	1	1	1	1	1	1
MCT	1	1	1	1	1	1
VA	1	1	1	1	1	1
Puzo	1/3	1	1	1	1	1
Maffor	1/3	1	1	1	1	1
<b>Total geral</b>	<b>4,67</b>	<b>6,00</b>	<b>6,00</b>	<b>6,00</b>	<b>8,00</b>	<b>8,00</b>

- 4) Para obter a matriz normalizada realizou-se um cálculo, que consiste em realizar o somatório dos elementos de cada coluna e dividir cada elemento da coluna pelo respectivo somatório. Posteriormente normalizaram-se os valores de cada coluna de tal forma que a soma de todos os seus elementos seja igual a 1. A equação usada para este cálculo é a seguinte (Equação 2):

Equação 2 - Fórmula de cálculo da matriz normalizada

$$A' = [a'_{ij}] = \frac{a_{ij}}{\sum_{k=1}^n a_{ik}} \quad 1 \leq i \leq 6; 1 \leq j \leq 6$$

$$* \frac{1}{3,2} = 0,31$$

\* 3,2 = somatório da coluna SS da matriz do critério preço

Além disso é necessário calcular a média de cada critério (prioridade média global), que consiste em converter as frações em decimais e encontra-se a média aritmética de cada linha da matriz normalizada (Equação 3). O resultado é um vetor representando um dado critério. As tabelas seguintes (Tabela 19, Tabela 20, Tabela 22, Tabela 21, Tabela 25, Tabela 24 e Tabela 23) são apresentadas o vetor média.

**Equação 3 - Fórmula de cálculo da média (a partir da matriz normalizada)**

$$W = [W_k] = \frac{\sum_{i=1}^n a'_{ij}}{n} \quad 1 \leq j \leq 6; 1 \leq k \leq 6$$

a' – matriz normalizada

n – número de alternativas/fornecedores

\*\* 0,31+0,31+0,43+0,24+0,19+0,19=somatório da linha SS da matriz normalizada do critério preço

$$** \frac{0,31 + 0,31 + 0,43 + 0,24 + 0,19 + 0,19}{6} = 0,2780$$

**Tabela 19 - Normalização e cálculo da média do critério prazo de entrega**

Prazo de entrega	SS	MC	MCT	VA	Puzo	Maffor	Média
SS	0,21	0,17	0,17	0,17	0,38	0,38	0,2440
MC	0,21	0,17	0,17	0,17	0,13	0,13	0,1607
MCT	0,21	0,17	0,17	0,17	0,13	0,13	0,1607
VA	0,21	0,17	0,17	0,17	0,13	0,13	0,1607
Puzo	0,07	0,17	0,17	0,17	0,13	0,13	0,1369
Maffor	0,07	0,17	0,17	0,17	0,13	0,13	0,1369
<b>Total geral</b>	<b>1,00</b>	<b>1,00</b>	<b>1,00</b>	<b>1,00</b>	<b>1,00</b>	<b>1,00</b>	<b>1,0000</b>

**Tabela 20 - Normalização e cálculo da média do critério reclamações**

Reclamações	SS	MC	MCT	VA	Puzo	Maffor	Média
SS	0,38	0,38	0,38	0,38	0,38	0,38	0,3750
MC	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,1250
MCT	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,1250
VA	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,1250
Puzo	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,1250
Maffor	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,1250
<b>Total geral</b>	<b>1,00</b>	<b>1,00</b>	<b>1,00</b>	<b>1,00</b>	<b>1,00</b>	<b>1,00</b>	<b>1,0000</b>

**Tabela 22 - Normalização e cálculo da média do critério atendimento**

Atendimento	SS	MC	MCT	VA	Puzo	Maffor	Média
SS	0,38	0,38	0,38	0,38	0,38	0,38	0,3750
MC	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,1250
MCT	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,1250
VA	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,1250
Puzo	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,1250
Maffor	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,1250
<b>Total geral</b>	<b>1,00</b>	<b>1,00</b>	<b>1,00</b>	<b>1,00</b>	<b>1,00</b>	<b>1,00</b>	<b>1,0000</b>

**Tabela 21 - Normalização e cálculo da média do critério preço**

Preço	SS	MC	MCT	VA	Puzo	Maffor	Média
SS	0,31	0,31	0,43	0,24	0,19	0,19	0,2780
MC	0,31	0,31	0,43	0,24	0,19	0,19	0,2780
MCT	0,06	0,06	0,09	0,39	0,31	0,31	0,2052
VA	0,10	0,10	0,02	0,08	0,19	0,19	0,1133
Puzo	0,10	0,10	0,02	0,03	0,06	0,06	0,0628
Maffor	0,10	0,10	0,02	0,03	0,06	0,06	0,0628
<b>Total geral</b>	<b>1,00</b>	<b>1,00</b>	<b>1,00</b>	<b>1,00</b>	<b>1,00</b>	<b>1,00</b>	<b>1,0000</b>

Tabela 25 - Normalização e cálculo da média do critério resolução de não conformidades

Resolução de Não Conformidades	SS	MC	MCT	VA	Puzo	Maffor	Média
SS	0,38	0,38	0,38	0,38	0,38	0,38	0,3750
MC	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,1250
MCT	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,1250
VA	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,1250
Puzo	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,1250
Maffor	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,1250
<b>Total geral</b>	<b>1,00</b>	<b>1,00</b>	<b>1,00</b>	<b>1,00</b>	<b>1,00</b>	<b>1,00</b>	<b>1,0000</b>

Tabela 24 - Normalização e cálculo da média do critério tempo de resposta a solicitações

Tempo de resposta a solicitações	SS	MC	MCT	VA	Puzo	Maffor	Média
SS	0,38	0,38	0,38	0,38	0,38	0,38	0,3750
MC	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,1250
MCT	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,1250
VA	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,1250
Puzo	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,1250
Maffor	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,1250
<b>Total geral</b>	<b>1,00</b>	<b>1,00</b>	<b>1,00</b>	<b>1,00</b>	<b>1,00</b>	<b>1,00</b>	<b>1,0000</b>

Tabela 23 - Normalização e cálculo da média do critério quantidades entregues

Quantidades entregues	SS	MC	MCT	VA	Puzo	Maffor	Média
SS	0,21	0,21	0,21	0,21	0,23	0,19	0,2116
MC	0,21	0,21	0,21	0,21	0,23	0,19	0,2116
MCT	0,21	0,21	0,21	0,21	0,23	0,19	0,2116
VA	0,21	0,21	0,21	0,21	0,23	0,19	0,2116
Puzo	0,07	0,07	0,07	0,07	0,08	0,19	0,0914
Maffor	0,07	0,07	0,07	0,07	0,03	0,06	0,0622
<b>Total geral</b>	<b>1,00</b>	<b>1,00</b>	<b>1,00</b>	<b>1,00</b>	<b>1,00</b>	<b>1,00</b>	<b>1,0000</b>

- 5) Construção da matriz de preferências: com os vetores encontrados na etapa anterior, construiu-se uma matriz de preferências. As linhas constituem as alternativas e as colunas os critérios (Tabela 26).

Tabela 26 - Matriz de preferências

	Preço	Atendimento	Tempo de resposta a solicitações	Resolução de Não Conformidades	Prazo de entrega	Quantidades entregues	Reclamações
SS	0,2780	0,3750	0,3750	0,3750	0,2440	0,2116	0,3750
MC	0,2780	0,1250	0,1250	0,1250	0,1607	0,2116	0,1250
MCT	0,2052	0,1250	0,1250	0,1250	0,1607	0,2116	0,1250
VA	0,1133	0,1250	0,1250	0,1250	0,1607	0,2116	0,1250
Puzo	0,0628	0,1250	0,1250	0,1250	0,1369	0,0914	0,1250
Maffor	0,0628	0,1250	0,1250	0,1250	0,1369	0,0622	0,1250

- 6) Construção da matriz de comparação dos critérios: depois de obtido o vetor de prioridades sob cada critério, realizaram-se os mesmos passos, mas para os critérios (Tabela 27). Para isso construiu-se uma matriz de comparação dos critérios e repetiram-se as etapas 3 e 4 para a classificação par a par. Daqui resultou um vetor que contém a média das preferências de cada critério (Tabela 28).

Tabela 27 – Comparação entre critérios

	Preço	Atendimento	Tempo de resposta a solicitações	Resolução de Não Conformidades	Prazo de entrega	Quantidades entregues	Reclamações
Preço	1	9	9	9	3	5	2
Atendimento	1/9	1	1/2	1/2	1/7	1/4	1/8
Tempo de resposta a solicitações	1/9	2	1	1/2	1/6	1/4	1/8
Resolução de Não Conformidades	1/9	2	2	1	1/6	1/5	1/7
Prazo de entrega	1/3	7	6	6	1	2	1/2
Quantidades entregues	1/5	4	4	5	1/2	1	1/3
Reclamações	1/2	8	8	7	2	3	1
Total geral	2,37	33,00	30,50	29,00	6,98	11,70	4,23

Tabela 28 - Normalização e cálculo da média dos critérios

	Preço	Atendimento	Tempo de resposta a solicitações	Resolução de Não Conformidades	Prazo de entrega	Quantidades entregues	Reclamações	Média
Preço	0,42	0,27	0,30	0,31	0,43	0,43	0,4732	0,3759
Atendimento	0,05	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02	0,0296	0,0260
Tempo de resposta a solicitações	0,05	0,06	0,03	0,02	0,02	0,02	0,0296	0,0332
Resolução de Não Conformidades	0,05	0,06	0,07	0,03	0,02	0,02	0,0338	0,0403
Prazo de entrega	0,14	0,21	0,20	0,21	0,14	0,17	0,1183	0,1699
Quantidades entregues	0,08	0,12	0,13	0,17	0,07	0,09	0,0789	0,1065
Reclamações	0,21	0,24	0,26	0,24	0,29	0,26	0,2366	0,2482
Total geral	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00

- 7) Para obter o resultado final multiplicou-se a matriz obtida na etapa 5 pelo vetor da Média obtido na etapa 6. O resultado (%) é um vetor que contém a quantificação final de cada alternativa (Tabela 29).

Tabela 29 - Matriz do resultado final

	Preço	Atendimento	Tempo de resposta a solicitações	Resolução de Não Conformidades	Prazo de entrega	Quantidades entregues	Reclamações	Média	Resultado	Resultado %
SS	0,2780	0,3750	0,3750	0,3750	0,2440	0,2116	0,3750	0,3759	0,299	29,89%
MC	0,2780	0,1250	0,1250	0,1250	0,1607	0,2116	0,1250	0,0260	0,198	19,78%
MCT	0,2052	0,1250	0,1250	0,1250	0,1607	0,2116	0,1250	0,0332	0,170	17,04%
VA	0,1133	0,1250	0,1250	0,1250	0,1607	0,2116	0,1250	0,0403	0,136	13,59%
Puzo	0,0628	0,1250	0,1250	0,1250	0,1369	0,0914	0,1250	0,1699	0,100	10,01%
Maffor	0,0628	0,1250	0,1250	0,1250	0,1369	0,0622	0,1250	0,1065	0,097	9,70%
								0,2482		

Ou seja:

**SS = 29,89%**

**MC = 19,78%**

**MCT = 17,04%**

**VA = 13,59%**

**Puzo = 10,01%**

**Maffor = 9,70%**

Na Figura 40 está representada a estrutura hierárquica com a respetiva solução.

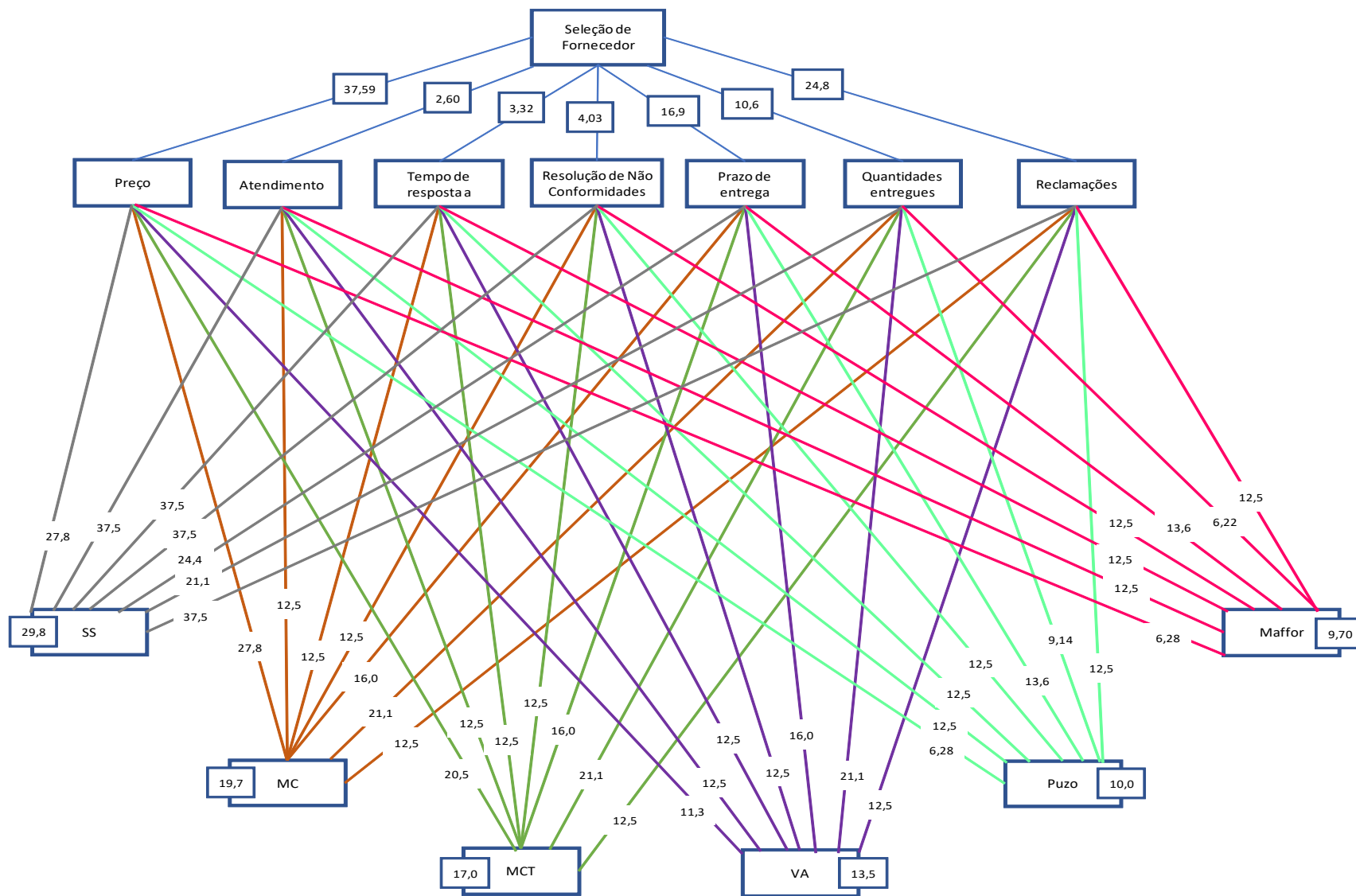


Figura 40 - Estrutura de preferências para os vários graus hierárquicos e a respetiva solução

- 8) O cálculo da consistência só se justifica para matrizes superiores a 3x3. Neste caso, temos uma matriz de dimensão (7x7), que é a da comparação entre critérios e 6 matrizes de dimensão (6x6), que são as matrizes de comparação de critérios vs. alternativas.

**Tabela 30 - Matriz inicial da comparação entre critérios**

	Preço	Atendimento	Tempo de resposta a solicitações	Resolução de Não Conformidades	Prazo de entrega	Quantidades entregues	Reclamações
Preço	1	9	9	9	3	5	2
Atendimento	1/9	1	1/2	1/2	1/7	1/4	1/8
Tempo de resposta a solicitações	1/9	2	1	1/2	1/6	1/4	1/8
Resolução de Não Conformidades	1/9	2	2	1	1/6	1/5	1/7
Prazo de entrega	1/3	7	6	6	1	2	1/2
Quantidades entregues	1/5	4	4	5	1/2	1	1/3
Reclamações	1/2	8	8	7	2	3	1

Os passos para o cálculo da razão de consistência são os seguintes:

- 8.1) Determinação da totalização das entradas: Consistiu em realizar o produto da matriz inicial (Tabela 30) com o respectivo vetor da Média, obtido na etapa 6 (Tabela 28). Como resultado deste produto obteve-se a coluna de totais da Tabela 31.

**Tabela 31 - Totalização das entradas (matriz de critérios)**

	Preço	Atendimento	Tempo de resposta a solicitações	Resolução de Não Conformidades	Prazo de entrega	Quantidades entregues	Reclamações	Média	Totais
Preço	1,00	9,00	9,00	9,00	3,00	5,00	2,00	0,3759	2,8105
Atendimento	0,11	1,00	0,50	0,50	0,14	0,25	0,13	0,0260	0,1865
Tempo de resposta a solicitações	0,11	2,00	1,00	0,50	0,17	0,25	0,13	0,0332	0,2332
Resolução de Não Conformidades	0,11	2,00	2,00	1,00	0,17	0,20	0,14	0,0403	0,2857
Prazo de entrega	0,33	7,00	6,00	6,00	1,00	2,00	0,50	0,1699	1,2558
Quantidades entregues	0,20	4,00	4,00	5,00	0,50	1,00	0,33	0,1065	0,7880
Reclamações	0,50	8,00	8,00	7,00	2,00	3,00	1,00	0,2482	1,8517

- 8.2) Determinação do  $\lambda$ : Perante o n.º de critérios, que neste caso são 7, dividiu-se o vetor do total de entradas pelo vetor da Média, obtendo-se um novo vetor (Tabela 32).

**Tabela 32 - Vetor do  $\lambda$  para os critérios**

Totais	Média	$\lambda$
2,8105	0,3759	7,4767
0,1865	0,0260	7,1605
0,2332	0,0332	7,0229
0,2857	0,0403	7,0809
1,2558	0,1699	7,3921
0,7880	0,1065	7,4012
1,8517	0,2482	7,4617



Repetir o passo 8.1 e 8.2 para determinar a totalização das entradas e do  $\lambda$ , para as matrizes de comparação entre Alternativa vs. Alternativas para cada critério (Tabela 33, Tabela 34, Tabela 35, Tabela 36, Tabela 37, Tabela 38, Tabela 40, Tabela 39, Tabela 41, Tabela 42, Tabela 44, Tabela 43, Tabela 45 e Tabela 46).

Tabela 33 - Totalização das entradas (critério preço)

Preço	SS	MC	MCT	VA	Puzo	Maffor	Média	Totais
SS	1,00	1,00	5,00	3,00	3,00	3,00	0,2780	2,2984
MC	1,00	1,00	5,00	3,00	3,00	3,00	0,2780	2,2984
MCT	0,20	0,20	1,00	5,00	5,00	5,00	0,2052	1,5108
VA	0,33	0,33	0,20	1,00	3,00	3,00	0,1133	0,7165
Puzo	0,33	0,33	0,20	0,33	1,00	1,00	0,0628	0,3897
Maffor	0,33	0,33	0,20	0,33	1,00	1,00	0,0628	0,3897

Tabela 34 - Vetor do  $\lambda$  para o critério preço

Totais	Média	$\lambda$
2,2984	0,2780	8,2682
2,2984	0,2780	8,2682
1,5108	0,2052	7,3640
0,7165	0,1133	6,3265
0,3897	0,0628	6,2044
0,3897	0,0628	6,2044

Tabela 35 - Totalização das entradas (critério atendimento)

Atendimento	SS	MC	MCT	VA	Puzo	Maffor	Média	Totais
SS	1,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	0,3750	2,2500
MC	0,33	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,1250	0,7500
MCT	0,33	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,1250	0,7500
VA	0,33	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,1250	0,7500
Puzo	0,33	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,1250	0,7500
Maffor	0,33	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,1250	0,7500

Tabela 36 - Vetor do  $\lambda$  para o critério atendimento

Totais	Média	$\lambda$
2,2500	0,3750	6,0000
0,7500	0,1250	6,0000
0,7500	0,1250	6,0000
0,7500	0,1250	6,0000
0,7500	0,1250	6,0000
0,7500	0,1250	6,0000

Tabela 37 - Totalização das entradas (critério tempo de resposta a solicitações)

Tempo de resposta a solicitações	SS	MC	MCT	VA	Puzo	Maffor	Média	Totais
SS	1,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	0,3750	2,2500
MC	0,33	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,1250	0,7500
MCT	0,33	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,1250	0,7500
VA	0,33	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,1250	0,7500
Puzo	0,33	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,1250	0,7500
Maffor	0,33	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,1250	0,7500

Tabela 38 - Vetor do  $\lambda$  para o critério tempo de resposta a solicitações

Totais	Média	$\lambda$
2,2500	0,3750	6,0000
0,7500	0,1250	6,0000
0,7500	0,1250	6,0000
0,7500	0,1250	6,0000
0,7500	0,1250	6,0000
0,7500	0,1250	6,0000

Tabela 39 - Totalização das entradas (critério resolução de não conformidades)

Resolução de Não Conformidades	SS	MC	MCT	VA	Puzo	Maffor	Média	Totais
SS	1,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	0,3750	2,2500
MC	0,33	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,1250	0,7500
MCT	0,33	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,1250	0,7500
VA	0,33	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,1250	0,7500
Puzo	0,33	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,1250	0,7500
Maffor	0,33	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,1250	0,7500

Tabela 40 - Vetor do  $\lambda$  para o critério resolução de não conformidades

Totais	Média	$\lambda$
2,2500	0,3750	6,0000
0,7500	0,1250	6,0000
0,7500	0,1250	6,0000
0,7500	0,1250	6,0000
0,7500	0,1250	6,0000
0,7500	0,1250	6,0000

Tabela 41 - Totalização das entradas (critério prazo de entrega)

Prazo de entrega	SS	MC	MCT	VA	Puzo	Maffor	Média	Totais
SS	1,00	1,00	1,00	1,00	3,00	3,00	0,2440	1,5476
MC	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,1607	1,0000
MCT	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,1607	1,0000
VA	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,1607	1,0000
Puzo	0,33	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,1369	0,8373
Maffor	0,33	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,1369	0,8373

Tabela 42 - Vetor do  $\lambda$  para o critério prazo de entrega

Totais	Média	$\lambda$
1,5476	0,2440	6,3415
1,0000	0,1607	6,2222
1,0000	0,1607	6,2222
1,0000	0,1607	6,2222
0,8373	0,1369	6,1159
0,8373	0,1369	6,1159

Tabela 44 - Totalização das entradas (critério quantidades entregues)

Quantidades entregues	SS	MC	MCT	VA	Puzo	Maffor	Média	Totais
SS	1,00	1,00	1,00	1,00	3,00	3,00	0,2116	1,3071
MC	1,00	1,00	1,00	1,00	3,00	3,00	0,2116	1,3071
MCT	1,00	1,00	1,00	1,00	3,00	3,00	0,2116	1,3071
VA	1,00	1,00	1,00	1,00	3,00	3,00	0,2116	1,3071
Puzo	0,33	0,33	0,33	0,33	1,00	3,00	0,0914	0,5601
Maffor	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	1,00	0,0622	0,3748

Tabela 43 - Vetor do  $\lambda$  para o critério quantidades entregues

Totais	Média	$\lambda$
1,3071	0,2116	6,1772
1,3071	0,2116	6,1772
1,3071	0,2116	6,1772
1,3071	0,2116	6,1772
0,5601	0,0914	6,1303
0,3748	0,0622	6,0255

Tabela 45 - Totalização das entradas (critério reclamações)

Reclamações	SS	MC	MCT	VA	Puzo	Maffor	Média	Totais
SS	1,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	0,3750	2,2500
MC	0,33	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,1250	0,7500
MCT	0,33	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,1250	0,7500
VA	0,33	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,1250	0,7500
Puzo	0,33	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,1250	0,7500
Maffor	0,33	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,1250	0,7500

Tabela 46 - Vetor do  $\lambda$  para o critério reclamações

Totais	Média	$\lambda$
2,2500	0,3750	6,0000
0,7500	0,1250	6,0000
0,7500	0,1250	6,0000
0,7500	0,1250	6,0000
0,7500	0,1250	6,0000
0,7500	0,1250	6,0000

A partir de cada um dos vetores de  $\lambda$  resultantes, realizou-se a soma das suas parcelas (7, no caso da matriz de critérios e 6, no caso da matriz de critérios vs. alternativas) e dividiu-se pelo nº de critérios (7) e alternativas (6), respetivamente, obtendo-se o valor de  $\lambda$  máximo (média), apresentado na Tabela 47.

Tabela 47 - Valores  $\lambda$  máximos

Cálculo $\lambda$ máximo	
Critério vs. critério	7,2851
Preço vs. alternativas	7,1060
Atendimento vs. alternativas	6,0000
Tempo de resposta a solicitações vs. alternativas	6,0000
Resolução de não conformidades vs. alternativas	6,0000
Prazo de entrega vs. alternativas	6,2067
Quantidades entregas vs. alternativas	6,1441
Reclamações vs. alternativas	6,0000

8.3) Cálculo do Índice de Coerência, IC (Tabela 48):

Equação 4 - Fórmula de cálculo do Índice de Coerência

$$IC = \frac{\lambda_{\text{máx}} - n}{n - 1}, \text{ em que } n \text{ é a ordem da matriz.}$$

Tabela 48 - Índices de coerência

Índice de Coerência	
Critério vs. critério	0,0475
Preço vs. alternativas	0,2212
Atendimento vs. alternativas	0,0000
Tempo de resposta a solicitações vs. alternativas	0,0000
Resolução de não conformidades vs. alternativas	0,0000
Prazo de entrega vs. alternativas	0,0413
Quantidades entregas vs. alternativas	0,0288
Reclamações vs. alternativas	0,0000

8.4) Cálculo da Razão de Consistência (RC): A Razão de Consistência (Tabela 49) é o resultado do quociente entre o Índice de Coerência e o Índice Aleatório, representado na Tabela 50.

#### Equação 5 - Fórmula de cálculo da Razão de Consistência

$$RC = \frac{IC}{IA}, \text{ na matriz de critérios vs. critério, } n=7; \text{ nas outras matrizes, } n=6.$$

Tabela 49 - Valores de Razão de Consistência

Razão de Consistência	
Critério vs. critério	0,0360
Preço vs. alternativas	0,1784
Atendimento vs. alternativas	0,0000
Tempo de resposta a solicitações vs. alternativas	0,0000
Resolução de não conformidades vs. alternativas	0,0000
Prazo de entrega vs. alternativas	0,0333
Quantidades entregadas vs. alternativas	0,0232
Reclamações vs. alternativas	0,0000

Tabela 50 - Tabela do Índice Aleatório (Fonte: Saaty (1991))

Ordem da matriz (n)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Valores de IA	0	0	0,58	0,9	1,12	<b>1,24</b>	<b>1,32</b>	1,41	1,45	1,49	1,51

Saaty sugere que é aceitável uma razão de consistência menor que 0,10. Para valores de RC > 0,10 sugere-se uma revisão na matriz de comparações.

No exemplo estudado, os valores de RC são quase todos inferiores a 0,10. No entanto, um deles é igual a 0,1784, ou seja, é superior a 0,10. Esse valor corresponde à Razão de Consistência calculada para o critério Preço. Este valor mais elevado deve-se ao facto do critério Preço exercer uma importância muito grande sobre todos os outros critérios.

Neste exemplo, o fornecedor SS possui resultado numérico, 0,2989 (29,89%), maior que qualquer um dos outros fornecedores, devendo ser a alternativa escolhida pela empresa, segundo as comparações paritárias fornecidas e pela verificação da coerência da matriz implicada. O AHP tem um resultado numérico direto, que pode ser usado em qualquer tomada de decisão, desde que o decisor seja capaz de fazer comparações entre opções, mediante determinados critérios anteriormente estabelecidos.

#### 4.7.4. Redefinição dos critérios de avaliação e nova avaliação dos fornecedores utilizando o método AHP

O processo anterior foi usado novamente, com mais um critério. Esse critério que foi acrescentado é a quantificação da matéria-prima conforme de cada fornecedor. Sendo este um

projeto de redução de desperdício faz todo o sentido avaliar também os fornecedores tendo em conta a quantidade de matéria-prima que fornecem de acordo com os critérios de qualidade da empresa.

A Tabela 51 representada a matriz de comparação entre critérios, com o novo critério de avaliação (Matéria-prima conforme). Esta matriz é semelhante à matriz de comparações entre critérios usada na avaliação anterior, no entanto esta tem uma nova coluna e uma nova linha, onde é feita a comparação do novo critério com os restantes.

**Tabela 51 - Matriz de comparações entre critérios, com novo critério**

		Preço	Atendimento	Tempo de resposta a solicitações	Resolução de Não Conformidades	Prazo de entrega	Quantidades entregues	Reclamações	Matéria-prima conforme
		1	2	3	4	5	6	7	8
Preço	1	1	9	9	9	3	5	2	1/5
Atendimento	2	1/9	1	1/2	1/2	1/7	1/4	1/8	1/8
Tempo de resposta a solicitações	3	1/9	2	1	1/2	1/6	1/4	1/8	1/3
Resolução de Não Conformidades	4	1/9	2	2	1	1/6	1/5	1/7	1/6
Prazo de entrega	5	1/3	7	6	6	1	2	1/2	1/6
Quantidades entregues	6	1/5	4	4	5	1/2	1	1/3	1/5
Reclamações	7	1/2	8	8	7	2	3	1	1/2
Matéria-prima conforme	8	5	8	3	6	6	5	2	1

As matrizes de preferência pelos critérios preço, atendimento, tempo de resposta a solicitações, resolução de não conformidades, prazo de entrega, quantidades entregues e reclamações mantêm-se iguais às analisadas na avaliação de fornecedores anterior, uma vez que já eram usados. Nesta nova avaliação de fornecedores, com a integração de um novo critério (matéria-prima conforme) houve a necessidade de preencher uma nova matriz avaliando cada um dos fornecedores com base neste critério (Tabela 52). A pontuação dada a cada fornecedor relativamente à quantidade de matéria-prima conforme foi feita com base na análise da quantidade de madeira devolvida aos fornecedores, por esta não cumprir os requisitos da empresa.

**Tabela 52 - Preferência por matéria-prima conforme**

Matéria-prima conforme	SS	MC	MCT	VA	Puzo	Maffor
SS	1	1/9	1/3	1/9	1/3	1/7
MC	9	1	5	1	7	3
MCT	3	1/5	1	1/5	1/2	1/7
VA	9	1	5	1	6	2
Puzo	3	1/7	2	1/6	1	1/7
Maffor	7	1/3	7	1/2	7	1
<b>Total geral</b>	<b>32,00</b>	<b>2,79</b>	<b>20,33</b>	<b>2,98</b>	<b>21,83</b>	<b>6,43</b>

Depois de realizar os mesmos cálculos que foram aplicados na avaliação realizada anteriormente, obteve-se uma nova matriz de resultado final (Tabela 53).

Tabela 53 - Matriz do resultado final, da nova avaliação

	Preço	Atendimento	Tempo de resposta a solicitações	Resolução de Não Conformidades	Prazo de entrega	Quantidades entregues	Reclamações	Matéria-prima conforme	Média	Resultado	Resultado %
SS	0,2780	0,3750	0,3750	0,3750	0,2440	0,2116	0,3750	0,0271	0,2259	0,2131	21,31%
MC	0,2780	0,1250	0,1250	0,1250	0,1607	0,2116	0,1250	0,3348	0,0201	0,2382	23,82%
MCT	0,2052	0,1250	0,1250	0,1250	0,1607	0,2116	0,1250	0,0545	0,0350	0,1310	13,10%
VA	0,1133	0,1250	0,1250	0,1250	0,1607	0,2116	0,1250	0,3013	0,0327	0,1901	19,01%
Puzo	0,0628	0,1250	0,1250	0,1250	0,1369	0,0914	0,1250	0,0612	0,1132	0,0891	8,91%
Maffor	0,0628	0,1250	0,1250	0,1250	0,1369	0,0622	0,1250	0,2211	0,0767	0,1386	13,86%
									0,1727		
									0,3237		

Através desta matriz podemos afirmar que a opção de comprar matéria-prima ao fornecedor MC é a decisão mais correta, uma vez que possui um resultado numérico de 23,82%, resultado esse superior a qualquer um dos outros fornecedores. Esta alteração de escolha de melhor fornecedor deve-se ao facto de ao acrescentar um novo critério, o SS (melhor fornecedor usando apenas os critérios da empresa) ser um fornecedor para o qual a quantidade de matéria-prima conforme representa apenas 2,71% comparativamente com todos os outros fornecedores. Já o MC torna-se assim a melhor opção tendo em conta a nova avaliação sugerida, uma vez que este fornecedor representa 33,48% da matéria-prima conforme.

Numa tomada de decisão futura e tendo em conta a nova avaliação a escolha relativa ao melhor fornecedor deveria recair sobre o fornecedor MC.





## 5. Reflexão final e sugestões para trabalhos futuros

Neste capítulo é feita uma reflexão sobre o trabalho realizado, as medidas propostas, as medidas implementadas e as dificuldades encontradas durante o projeto de estágio.

### 5.1. Reflexão sobre o trabalho realizado

Este projeto foi desenvolvido ao longo de 8 meses na Bi-Silque tendo como objetivo trabalhar para a melhoria contínua do processo de produção de artigos de comunicação visual da empresa.

O projeto teve como principal foco a redução do desperdício na secção dos perfis, secção esta responsável pela produção dos diferentes tipos de aros de madeira, a serem usados no setor Bi-Casa.

Ao longo do período de realização deste projeto foram introduzidos na empresa novos conceitos tendo como base a Filosofia *LEAN*. A utilização desta filosofia revelou-se bastante importante para a empresa, uma vez que através do uso de ferramentas simples conseguiu-se melhorar o ambiente produtivo da secção em causa.

Relativamente às medidas propostas, mas não implementadas, como é o caso dos *Kanbans*, da identificação das estantes de perfil, da colocação da régua graduada nas máquinas de corte manual e da colocação do sensor e contador, as mesmas trariam ganhos de produtividade para a empresa. Com a possível implementação destas medidas seria possível a redução de *stock* de perfil, através do uso dos *Kanbans*; a redução de tempo de *setup* nas máquinas de corte manual, através da colocação da régua graduada; e a redução de tempo na contagem da produção por máquina de meia em meia hora, através da instalação do sensor e do contador, junto da máquina de corte manual.

A avaliação dos fornecedores realizada trará para a empresa ganhos significativos, uma vez que ao optar por fornecedores de qualidade superior se poupam recursos e haverá redução de desperdício. O resultado desta avaliação não foi colocado em prática, isto é, o fornecedor responsável pela maior parte da madeira utilizada na empresa continua a ser SS. Por isso, não foram quantificados os ganhos da alteração de fornecedor principal.

Algumas das dificuldades encontradas ao longo da realização do projeto e que dificultaram a implementação das medidas sugeridas tiveram a ver com a resistência à mudança por parte da empresa, nomeadamente no que respeita à seleção de fornecedores. O departamento de compras, apesar de lhe ter sido sugerida a mudança de decisão relativamente ao principal fornecedor da madeira, não a teve em consideração. Assim, não foi possível contabilizar os possíveis ganhos desta medida, com a redução do desperdício. Além disso, algumas medidas não foram implementadas devido à falta de tempo do setor da manutenção, o qual é fundamental para a implementação de certas medidas, como a colocação da régua graduada, do sensor e contador nas máquinas de corte manual e a identificação das estantes de perfil.

Analisando, assim, o trabalho desenvolvido, que tinha como objetivo a redução do desperdício da secção dos perfis e a implementação de ações que possibilitassem o combate às causas dos problemas identificados, o objetivo revelou-se cumprido, apesar de muitas das propostas de melhoria não terem sido implementadas.

## **5.2. Sugestões para trabalhos futuros**

O projeto iniciado e desenvolvido ao longo deste tempo e retratado neste documento ainda não se encontra completamente cumprido, uma vez que algumas das propostas de melhoria do sistema produtivo não chegaram a ser implementadas.

Para trabalho futuro seria interessante implementar as medidas que não foram implementadas, tais como a implementação da régua nas máquinas de corte e do sensor e contador, com o objetivo de contabilizar os ganhos de tempo e a redução de desperdício gerado.

Além disso, seria muito interessante implementar o resultado da avaliação dos fornecedores, isto é, aquando da tomada de decisão de qual fornecedor selecionar para a compra da madeira, esta decisão ser tomada tendo em conta o resultado da avaliação feita. Assim, era importante quantificar a redução de desperdício gerado e comparar com o desperdício gerado anteriormente.

## Bibliografia

- Bruno, G., Esposito, E., Genovese, A., & Passaro, R. (2012). AHP-based approaches for supplier evaluation: Problems and perspectives. *Journal of Purchasing and Supply Management*, 18, 159–172. <https://doi.org/10.1016/j.pursup.2012.05.001>
- Chaplin, C. (Producer). (1936). Charlie Chaplin in Modern Times. Retrieved from <https://www.youtube.com/channel/UckIUEmXxeEwvpjRXECN0ISQ>
- Chapman, C. (June, 2005). Clean House With Lean 5S
- Cortes, H., Daaboul, J., Le Duigou, J., & Eynard, B. (2016). Strategic Lean Management: Integration of operational Performance Indicators for strategic Lean management. *IFAC-PapersOnLine*. <https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2016.07.551>
- Costa, R. (2012). Utilização de metodologias multicritério de apoio à decisão como ferramenta de suporte numa empresa de serviços energéticos. Mestrado em Engenharia Eletrotécnica e de Computadores. ISEP.
- Dargi, A., Anjomshoae, A., Galankashi, M. R., Memari, A., & Tap, M. B. M. (2014). Supplier Selection: A Fuzzy-ANP Approach. *Procedia Computer Science*, 31, 691–700. <https://doi.org/10.1016/J.PROCS.2014.05.317>
- Gunzi, A. (2015). Muri, Mura, Muda. <https://ideiasesquecidas.com/2015/05/30/muri-mura-muda/>
- Ho, W., Xu, X., & Dey, P. K. (2010). Multi-criteria decision making approaches for supplier evaluation and selection: A literature review. *European Journal of Operational Research*, 202(1), 16–24. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2009.05.009>
- Holweg, M. (2006). The genealogy of lean production. <https://doi.org/10.1016/j.jom.2006.04.001>
- Imai, M. (1997) *Gemba Kaizen: Common Sense, Low Cost Approach to Management*, Reed Business Information Inc.
- Liker, J. K. (2005). *O modelo Toyota*. Porto Alegre: Bookman.
- Maia, L. C., Alves, A. C., & Leão, C. P. (2011). Metodologias para implementar lean production: uma revisão crítica de literatura.
- Mourtzis, D., Papathanasiou, P., & Fotia, S. (2016). Lean Rules Identification and Classification for Manufacturing Industry. *Στο Procedia CIRP*. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2016.04.097>
- Ohno, Taiichi. (1978). *Toyota Production System: Beyond Large-Scale Production*. Translated by Toyota seisan hōshiki. original ed: Productivity Press
- Pessen, David W. (1989). *Industrial automation - Circuit design and components*. Jonh Wiley.
- Pinto, J. P. (2009). *Pensamento Lean: A filosofia das organizações vencedoras*. 3ª ed: Biblioteca Indústria & Serviços: Lidel - edições técnicas, Lda.
- Pinto, J. P. (2010, 3ª Edição) *Gestão de Operações na indústria e nos serviços*. Lidel.
- Pinto, J. P. (2014). *Pensamento Lean: A filosofia das organizações vencedoras*. 6ª ed: Biblioteca Indústria & Serviços: Lidel - edições técnicas, Lda.

- Rother, M. & Shook, J. (1999, Junho). Learning to See. Version 1.2. Brookline, MA: Lean Enterprise Institute.
- Rother, Mike. & Shook, John. (2003). Aprendendo a enxergar: mapeando o fluxo de valor para agregar valor e eliminar o desperdício. São Paulo: Lean Institute Brasil.
- Saaty, T. L. (1991). Método de Análise Hierárquica. Tradução e Revisão por Wainer da Silveira e Silva, São Paulo, McGraw-Hill.
- Souza, M. A. & Mello, E. (2010). Análise da cadeia de valor: um estudo no âmbito da gestão estratégica de custos de empresas da construção civil da grande Porto Alegre. ISSN 1807-1821, UFSC, Florianópolis, v.8, n°15, p. 11-40, jan./jun., 2011
- Sugimorit, Y., Kusunokit, K., & Ohot, F. (1977). Toyota production system and Kanban system Materialization of just-in-time and respect-for-human system. Int. j. prod. res, 15(6), 553–564.
- Toyota. (n.d.) Just-in-Time — Philosophy of complete elimination of waste. [http://www.toyota-global.com/company/vision\\_philosophy/toyota\\_production\\_system/just-in-time.html](http://www.toyota-global.com/company/vision_philosophy/toyota_production_system/just-in-time.html)
- Trivellato, A. A. (2010). Universidade de são paulo.
- Vieira, F. (2006). Um modelo multicritério para gerir conflitos na composição de aspectos. M.Sc., Universidade Nova de Lisboa.
- Werkema, M. C. C. (1995). Ferramentas estatísticas básicas para o gerenciamento de processos. Belo Horizonte: Fundação Cristiano Ottoni.
- Womack, J. P. & Jones, Daniel T. (1998). A mentalidade enxuta nas empresas: elimine o desperdício e crie riqueza. Rio de Janeiro: Campus.
- Yawar, S. A., & Seuring, S. (2018). The Role of Supplier Development in Managing Social and Societal Issues in Supply Chains. Journal of Cleaner Production. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.01.234>

Anexo A – Ficha de controlo de madeira para a multiserra



**Ficha de Controlo de Madeira Multiserra**  
(Estudo-Projeto de estágio)

Semana \_\_\_\_\_

Folha N.º: \_\_\_\_\_

Nome do fornecedor	N.º lote	N.º de tábuas rejeitadas					
		Tábuas azuladas	Madeira vermelha	Excesso de nós	Bolsas com resina	Tábua arcada/ Empenada	Fora da espessura

RUBRICA: \_\_\_\_\_

## Anexo B – Formulário auxiliar para a realização da avaliação dos fornecedores

Com base na tabela 1, solicito o preenchimento do quadro 1 de acordo com os objetivos da empresa.

Exemplo: O critério de preço é muito mais importante do que o atendimento, então será avaliado com um 9.

Tabela 1 – A Escala fundamental de Saaty

Intensidade de importância (escala absoluta)	Definição	Explicação
1	Igual importância	A duas atividades contribuem igualmente para o objetivo.
3	Importância moderada de uma sobre a outra (um pouco mais importante)	A experiência e o juízo favorecem uma atividade em relação à outra.
5	Importância grande ou essencial (muito mais importante)	A experiência e o juízo favorecem fortemente uma atividade em relação à outra.
7	Importância muito grande	Uma atividade é muito fortemente favorecida em relação à outra. Pode ser demonstrado na prática.
9	Importância extrema ou absoluta	A evidência favorece uma atividade em relação à outra, como o mais alto grau de segurança.
2,4,6,8	Valores intermediários	Quando se procura uma condição de compromisso entre duas definições.

Fonte: Adaptado de Saaty, 1990 e Gomes et. al, 2009.

Critério/critério	Preço	Atendimento	Tempo de resposta a solicitações	Resolução de não conformidades	Prazo de entrega	Quantidades entregues	Reclamações
Preço	1	9	9	9	3	5	2
Atendimento	1/9	1	1/2	1/2	1/7	1/4	1/8
Tempo de resposta a solicitações	1/9	2	1	1/2	1/6	1/4	1/8
Resolução de não conformidades	1/9	2	2	1	1/6	1/5	1/7
Prazo de entrega	1/3	7	6	6	1	2	1/2
Quantidades entregues	1/5	4	4	5	1/2	1	1/3
Reclamações	1/2	8	8	7	2	3	1

Com base nas fichas de identificação, verifiquei que os fornecedores de matéria-prima são: SS, MC, MCT e VA (madeira em tábua) e Puzo e Maffor (perfil). Tendo em conta os critérios anteriores solicito o preenchimento das seguintes tabelas, de acordo com a tabela 1. (A zona a sombreado é o inverso, ou seja, se para o preço o SS for 5 vezes mais barato do que o MCT, o MCT será 1/5 vezes mais barato (5 x mais caro) do que o SS.

Preço	SS	MC	MCT	VA	Puzo	Maffor
SS		1	5	3	3	3
MC			5	3	3	3
MCT				5	5	5
VA					3	3
Puzo						1
Maffor						

Atendimento	SS	MC	MCT	VA	Puzo	Maffor
SS		3	3	3	3	3
MC			1	1	1	1
MCT				1	1	1
VA					1	1
Puzo						1
Maffor						

Tempo de resposta a solicitações	SS	MC	MCT	VA	Puzo	Maffor
SS		3	3	3	3	3
MC			1	1	1	1
MCT				1	1	1
VA					1	1
Puzo						1
Maffor						

<b>Resolução de Não Conformidades</b>	SS	MC	MCT	VA	Puzo	Maffor
SS		3	3	3	3	3
MC			1	1	1	1
MCT				1	1	1
VA					1	1
Puzo						1
Maffor						

<b>Prazo de entrega</b>	SS	MC	MCT	VA	Puzo	Maffor
SS		1	1	1	3	3
MC			1	1	1	1
MCT				1	1	1
VA					1	1
Puzo						1
Maffor						

<b>Quantidades entregues</b>	SS	MC	MCT	VA	Puzo	Maffor
SS		1	1	1	3	3
MC			1	1	3	3
MCT				1	3	3
VA					3	3
Puzo						3
Maffor						

<b>Reclamações</b>	SS	MC	MCT	VA	Puzo	Maffor
SS		3	3	3	3	3
MC			1	1	1	1
MCT				1	1	1
VA					1	1
Puzo						1
Maffor						

Obrigada!