



**Universidade do Minho**  
Escola de Engenharia

João Francisco Gomes Petronilho

**Implementação de Bill of Materials e de  
uma ferramenta de planeamento numa  
empresa de produção de linhas de  
costura**

Tese de Mestrado

Mestrado Integrado em Engenharia e Gestão  
Industrial

Trabalho efectuado sob a orientação do(s)

Maria Leonilde Rocha Varela

Outubro de 2018

## DECLARAÇÃO

Nome: João Francisco Gomes Petronilho

Endereço eletrónico: jfgp\_10@live.com.pt

Telefone: 917090165

Número do Bilhete de Identidade:

Título da dissertação: Implementação de Bill of Materials e de uma ferramenta de planeamento numa empresa de produção de linhas de costura.

Orientador: Maria Leonilde Rocha Varela

Ano de conclusão: 2018

Designação do Mestrado: Mestrado Integrado em Engenharia e Gestão Industrial

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

1. É AUTORIZADA A REPRODUÇÃO INTEGRAL DESTA DISSERTAÇÃO APENAS PARA EFEITOS DE INVESTIGAÇÃO, MEDIANTE DECLARAÇÃO ESCRITA DO INTERESSADO, QUE A TAL SE COMPROMETE;
2. É AUTORIZADA A REPRODUÇÃO PARCIAL DESTA DISSERTAÇÃO (indicar, caso tal seja necessário, nº máximo de páginas, ilustrações, gráficos, etc.), APENAS PARA EFEITOS DE INVESTIGAÇÃO, MEDIANTE DECLARAÇÃO ESCRITA DO INTERESSADO, QUE A TAL SE COMPROMETE;
3. DE ACORDO COM A LEGISLAÇÃO EM VIGOR, NÃO É PERMITIDA A REPRODUÇÃO DE QUALQUER PARTE DESTA TESE/TRABALHO

Universidade do Minho, \_\_/\_\_/\_\_\_\_

Assinatura:

## AGRADECIMENTOS

Agradeço, antes de mais, à minha família e amigos, que sempre me acompanharam e estiveram presentes ao longo de todas as etapas deste percurso.

Agradeço também à entidade que me acolheu, a *Liconfe – Linhas Industriais, S.A.* por toda a simpatia e conhecimentos transmitidos, essenciais para o término desta etapa. Deixo uma palavra especial àqueles que me acompanharam durante o respetivo estágio e à equipa que tive oportunidade de integrar.

Agradeço também aos colegas de estágio pela dinâmica proporcionada durante o estágio. Por último, agradeço à Professora Maria Leonilde Rocha Varela, pelo acompanhamento e disponibilidade apresentada durante todo este percurso.



## **RESUMO**

A dissertação de mestrado aqui desenvolvida no âmbito de conclusão do Mestrado Integrado em Engenharia e Gestão Industrial descreve o trabalho realizado na empresa *Liconfe – Linhas Industriais, S.A.* Este trabalho teve como foco a análise da metodologia utilizada pela empresa para o planeamento das suas encomendas, sendo que todo o projeto de investigação assentou na metodologia de Investigação-Ação.

O objetivo principal foi a construção de um BOM dos artigos fornecidos pela empresa e a implementação de ferramentas de apoio ao planeamento. Para tal, foi realizada uma análise e diagnóstico de todo o procedimento necessário para a satisfação das encomendas, desde o momento em que são recebidas, até ao momento em que são totalmente satisfeitas.

Inicialmente, foi verificado que existia alguma desorganização na receção das encomendas e que a metodologia utilizada para o seu planeamento não era a mais eficaz. Posteriormente, foi também verificado que não existia nenhuma base de dados que centralizasse informação acerca dos diferentes fornecedores para as diferentes MP e consumíveis, assim como os custos associados a cada uma destes fornecedores.

Como resposta a estes problemas, foi sugerido a criação de uma plataforma que centralizasse o registo de todas as encomendas, o desenvolvimento de uma ferramenta de planeamento destas encomendas e a criação de uma base de dados que centralizasse todas as informações referentes a fornecedores.

Após a implementação destas propostas de melhoria, foi verificado um aumento bastante significativo da organização do departamento de produção face à receção e controlo das encomendas recebidas, assim como, uma redução média de cerca de 79% do tempo habitualmente necessário para o planeamento das encomendas.

Conclui-se que a utilização de ferramentas de suporte ao planeamento da produção tem potencial para melhorar a eficiência das empresas.

## **PALAVRAS-CHAVE**

Ferramenta de planeamento, BOM, MRP, PCP



## **ABSTRACT**

This Master's thesis, developed within the scope of the Mestrado Integrado em Engenharia e Gestão Industrial, aims to describe the work undertaken and executed in the company Liconfe – Linhas Industriais, S.A. This paper is focused in an analysis of the methodology utilised by the company for the planning of its orders, and as such the entire investigative project is concerned with the investigative methodology Action Research.

The main objective was the construction of a BOM of the items supplied by the company, as well as the implementation of tools aimed at supporting future planning. With this in mind, an analysis and diagnosis of the whole procedure needed for an appropriate response to orders were carried out, namely from the reception of said orders to the moment when they are fully satisfied.

Initially, some lack of organisation was observed during the reception of orders, in conjunction with the existence of an inappropriate methodology for planning. Following this, it was noticed that there was no database aimed at centralising information about different suppliers for varied raw materials and consumables, together with their respective cost.

Aiming to solve these issues, various suggestions were offered: the creation of a platform which centralised the registering of all orders; the development of a planning tool for these orders; the implementation of a database containing all the information relative to suppliers.

Following the implementation of these proposals one could verify quite a significant improvement in the department's production organisation pertaining to the reception and control of received orders, as well as an average melioration of about 79% in the necessary planning time of said orders.

It is therefore conclude that the usage of production planning support tools have noticeable potential to improve the efficiency of companies

## **KEYWORDS**

Planning Tool, BOM, MRP, PCP



## ÍNDICE

Agradecimentos .....	iii
Resumo .....	v
Abstract .....	vii
Índice de Figuras.....	xi
Índice de Tabelas.....	xiii
Lista de Abreviaturas, Siglas e Acrónimos.....	xv
1. Introdução .....	17
1.1 Enquadramento e descrição do problema .....	17
1.2 Objetivos.....	19
1.3 Metodologia de Investigação.....	19
1.4 Organização da dissertação .....	20
2. Apresentação da Empresa.....	21
2.1 <i>Liconfe – Linhas Industriais, S.A.</i> .....	21
2.2 Estrutura Organizacional.....	23
2.3 Processo Produtivo .....	24
2.4 Produto .....	32
3. Revisão do estado de arte.....	37
3.1 Gestão de Materiais e Stock .....	37
3.2 Planeamento de Capacidade.....	38
3.3 Make to Order e Make to Stock.....	38
3.4 Planeamento e Controlo da Produção.....	39
3.5 Bill of Materials .....	40
3.6 Materials Requirement Planning.....	41
3.7 Desperdícios da Produção .....	43
3.7.1 Inventário.....	43
3.7.2 Produção Excessiva .....	44
3.7.3 Produção Desadequada .....	44
3.7.4 Espera .....	44
3.7.5 Transporte .....	44
3.7.6 Movimentação .....	45

3.7.7	Defeitos .....	45
4.	Análise Crítica e Identificação de Problemas .....	47
4.1	Análise Crítica à Receção de Encomendas .....	47
4.2	Análise Crítica ao Planeamento de Encomendas .....	48
4.3	Análise Crítica ao Sistema de Informação de Fornecedores e Custos de Produção 49	
5.	Propostas de Melhoria.....	51
5.1	Propostas de Melhoria na Receção de Encomendas .....	51
5.2	Propostas de Melhoria no Planeamento de Encomendas .....	52
5.3	Propostas de Melhoria para o Sistema de Informação de Fornecedores e Custos de Produção.....	53
6.	Implementações Realizadas e Resultados Obtidos .....	55
6.1	Plataforma para registo de encomendas .....	55
6.2	Ferramenta de Planeamento (MRP).....	57
6.3	Base de Dados para Centralização de Informação de Fornecedores e Custos de Produção.....	70
7.	Conclusões e Trabalho Futuro .....	73
7.1	Conclusão .....	73
7.2	Trabalho Futuro .....	74
8.	Referências Bibliográficas.....	77
	Anexo I – BOM dos artigos Alpha, Delta, Kappa e Sigma.....	79
	Anexo II – Restrições de fusos para todos os tipos de artigo .....	80

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 - Liconfe - Linhas Industriais, S.A. ....	21
Figura 2 - Expositor das cores fornecidas pela empresa .....	22
Figura 3 - Organograma da estrutura organizacional da empresa .....	24
Figura 4 - Armazém de MP.....	25
Figura 5 - Armazém de fio tingido .....	26
Figura 6 - Zona de Picking.....	27
Figura 7 - Máquina de Rebobinagem .....	27
Figura 8 - Zona de embalamento.....	28
Figura 9 - Cone devidamente embalado e etiquetado.....	29
Figura 10 - Caixa completa devidamente etiquetada .....	29
Figura 11 - Palete de caixas completas .....	30
Figura 12 - Armazém de produto acabado .....	30
Figura 13 - Diagrama referente a todo o processo produtivo.....	31
Figura 14 - Ilustração do BOM do exemplo .....	41
Figura 15 - Plataforma para registo de encomendas.....	57
Figura 16 - BOM do tipo de fio alpha .....	58
Figura 17 - Listagem de inventário.....	59
Figura 18 - Restrições de fusos para o tipo de artigo alpha.....	61
Figura 19 - Folha de excel resultante.....	69



## ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 - Diferentes usos de cada tipo de fio .....	32
Tabela 2 - Cor identificativa de cada um dos tipos de fios .....	33
Tabela 3 - Metragem padrão por espessura para cada tipo de fio distinto .....	36
Tabela 4 - N <sup>o</sup> médio de encomendas recebidas por dia e tempo médio para planeamento de uma encomenda.....	52
Tabela 5 - Códigos referentes ao artigo exemplificado para cada armazém.....	62
Tabela 6 – Tempos necessários para realizar um planeamento .....	65
Tabela 7 - Tabela utilizada para obtenção de inputs .....	66
Tabela 8 - Existências de MP e subcomponentes.....	66
Tabela 9 - Tempo necessário para rebobinagem.....	67
Tabela 10 - Tempo total necessário para a satisfação de uma encomenda.....	68
Tabela 11 - Consumos de inventário .....	69
Tabela 12 - Comparação entre os tempos necessários para o planeamento de uma encomenda.....	70
Tabela 13 - Base de dados de fornecedores e custos associados.....	71
Tabela 14 - Interação entre os diferentes consumíveis.....	72



## **LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E ACRÓNIMOS**

BOM – Bill of Materials (Lista de Materiais)

MP – Matéria-prima

MRP – Materials Requirement Planning (Planeamento das Necessidades dos Materiais)

MTO – Make to Order (Produção por Encomenda)

MTS – Make to Stock (Produção para Stock)

WIP – Work in Process (Trabalho em Processo)

Metragem – Comprimento do fio em cone rebobinado

Picking - ato de levantar matéria-prima tingida do armazém e coloca-la apostos para o início do processo de fabrico



## 1. INTRODUÇÃO

Este projeto de dissertação é desenvolvido num ambiente industrial, de forma a completar o curso do Mestrado Integrado em Engenharia e Gestão Industrial da Universidade do Minho.

Desta forma, neste primeiro capítulo é feita uma abordagem inicial ao tema da dissertação “Implementação de MRP e BOM numa empresa de produção de linhas de costura”, desenvolvido pelo autor numa empresa industrial do sector têxtil. Primeiramente é feito um enquadramento do projeto e descrição do problema, de seguida são enunciados os objetivos do projeto, posteriormente é descrita a metodologia de investigação e finalmente é apresentada a organização e estrutura da dissertação.

### 1.1 Enquadramento e descrição do problema

Atualmente, e cada vez mais com o passar dos anos, o mercado têxtil é caracterizado por uma elevada competitividade e, como tal, existe uma grande necessidade de reduzir custos e desperdícios, assim como, aumentar a organização da gestão da produção e qualidade nestas indústrias.

De forma a fomentar a organização e gestão da produção, é crucial perceber o que produzir, quando e em que quantidades. Para tal, existem alguns métodos adequados que respondem a estas perguntas, dentro destes e, inserido na função genérica de Gestão de Materiais e na Programação da Produção, baseado no Programa Diretor de Produção (Silva, 2016), existe o *Materials Requirements Planning* (MRP).

Como base para a implementação do MRP são necessárias algumas informações como as existências de materiais, tipo, quantidade e instante de entrega dos materiais requeridos, prazos de fabricos, planeamento detalhado de capacidade e *Bill of Materials* (BOM) (Kashkoush e Elmaraghy, 2015)

O BOM mostra para cada componente, que outros componentes são diretamente necessários de forma a obter o produto final. Por exemplo, para obtermos um carro

são necessárias cinco rodas (as quatro de apoio mais uma suplente) e, para cada roda é necessário um eixo, pneu, haste para a válvula, etc (Jacobs *et al.*, 2011).

A *Liconfe S.A.* é uma empresa de fabrico de linhas para costura e os seus produtos incidem sobre fio poliéster, fio algodão, uma combinação entre as anteriores, poliéster de alta tenacidade e fio texturizado (sendo que cada uma destas origina uma família de produtos).

A matéria-prima utilizada são bobines de peso variável entre 1Kg e 2Kg, de cores branco, preto ou cru (cores básicas). Dentro destas, as bobines de 1Kg de cor cru podem ser enviadas para uma tinturaria subcontratada, de forma a serem tingidas. Atualmente a empresa oferece mais de 1000 cores distintas.

Nas instalações é feita a rebobinagem, em cerca de 150 máquinas paralelas (fusos), todas independentes, para cones mais pequenos de acordo com metragens distintas. Estas podem tomar os valores dentro do intervalo [1500m, 30000m]. Para as cores básicas, as metragens padrão são de 5000m e 10000m. Para as restantes são apenas 5000m, sendo que todas as outras são feitas apenas por encomenda.

Assim sendo, a empresa apresenta duas abordagens distintas de satisfação da procura: *Make-To-Stock* (MTS) para toda a produção com metragem padrão e *Make-To-Order* (MTO) (Beemsterboer, Land e Teunter, 2016) para todas as restantes. Este ambiente híbrido é fundamental devido à elevada competitividade que existe nesta indústria, oferecendo à empresa uma maior flexibilidade e rápida resposta à procura (Vilaça, 2013).

Além das diferentes metragens em que pode ser rebobinado, o fio pode apresentar também espessuras distintas. Estas já são definidas aquando das encomendas aos fornecedores, no entanto, a espessura padrão é de 120mm.

Após efetuada a rebobinagem, os cones são enviados para a zona de embalamento, onde são etiquetados de acordo com as respetivas metragens, espessuras e cor e, de seguida embalados para poderem ser vendidos ao cliente.

Posto isto, é fácil de perceber que o problema não está na complexidade do processo, mas sim na decisão de que cores deverão ser rebobinadas para os fusos disponíveis dentro das mais de mil distintas, atendendo também ao ambiente híbrido entre MTS e MTO em que a empresa opera.

A gestão dos stocks e, conseqüentemente, da produção da empresa é efetuada conferindo diferentes graus de importância às famílias e subfamílias de produtos

anteriormente mencionadas. Este grau de importância é baseado numa análise ABC (Reis, 2015), no entanto, devido à grande sazonalidade derivada da indústria em que está inserida, esta análise foi feita para 4 intervalos de tempo diferentes (últimos 6 meses, último ano, 6 meses anteriores homólogos, nos últimos anos), de modo a se conseguir obter uma melhor previsão das necessidades.

## 1.2 Objetivos

O principal objetivo desta dissertação é a implementação de MRP e BOM, sendo que estes se desdobram em objetivos mais específicos que são:

- Analisar e diagnosticar todo o processo necessário para a satisfação de encomendas;
- Implementar ferramentas de apoio ao planeamento da produção;
- Facilitar o levantamento/controlo de stocks de MP e matérias acessórias;
- Melhorar a capacidade de fluxo produtivo;
- Afinar o tempo de resposta às alterações do planeamento.

## 1.3 Metodologia de Investigação

Esta dissertação assentará na metodologia Investigação-Ação (*Action Research*), composta por ciclos repetitivos de 4 fases: Planeamento, Ação, Observação e Avaliação (Duffield, 2017).

No primeiro ciclo - Planeamento - é feito um planeamento inicial onde é efetuada a identificação do problema e o estado de arte acerca do contexto desse mesmo problema. Nesta fase será feito um diagnóstico e descrição da situação em que a empresa se encontra. A fase seguinte - Ação - passará pela implementação das medidas a tomar de acordo com o que foi planeado e identificado como ações de melhoria na fase anterior.

Depois desta, temos a fase - Observação - onde é monitorizada a eficácia e eficiência das medidas implementadas durante a fase de Ação.

Finalmente temos a fase - Avaliação - que tem como objetivo avaliar o efeito das medidas implementadas no problema em questão.

## **1.4 Organização da dissertação**

Neste subcapítulo é apresentada a organização e estrutura da dissertação e feita também uma breve descrição do conteúdo de cada um dos capítulos que nela constam.

No segundo capítulo é realizada a apresentação da empresa onde este projeto decorreu, desde a sua localização e estrutura organizacional, até ao seu processo produtivo e produto final.

O terceiro capítulo é dedicado a uma sucinta revisão bibliográfica, essencial para a elaboração deste projeto, tais como a definição dos conceitos MRP e BOM, assim como, os ambientes de produção em que a empresa opera.

No quarto capítulo é realizada uma análise crítica aos métodos de planeamento efetuados na empresa, assim como identificados alguns problemas.

No quinto capítulo são apresentadas as propostas de melhoria relativamente aos problemas identificados no capítulo anterior.

O sexto capítulo é dedicado à descrição das implementações realizadas no decorrer do projeto, assim como os resultados obtidos através das respetivas implementações.

Posteriormente, no sétimo capítulo é feita a apresentação das conclusões referentes a todo o projeto, assim como, a sugestão de trabalho futuro, de forma a possibilitar ou complementar algumas das propostas de melhoria..

Finalmente, no oitavo e último capítulo são apresentadas as referências bibliográficas utilizadas para a elaboração de todo o projeto.

## 2. APRESENTAÇÃO DA EMPRESA

Neste capítulo é feita a apresentação da empresa onde foi realizado o estágio curricular deste projeto de dissertação de mestrado em Engenharia e Gestão Industrial.

Inicialmente é feita a apresentação da empresa, são dadas informações sobre a sua localização e o seu contexto histórico. O segundo subcapítulo é dedicado à apresentação do seu produto e finalmente é descrito o processo produtivo da empresa.

### 2.1 *Liconfe – Linhas Industriais, S.A.*

A *Liconfe – Linhas Industriais, S.A.* (Figura 1) é uma empresa de produção de linhas industriais e está inserida no sector têxtil.



Figura 1 - *Liconfe - Linhas Industriais, S.A.*

A empresa foi fundada em 1987 e encontra-se sediada em Vila Frescaíña (São Pedro) – Barcelos e possui ainda uma outra unidade em Moreira de Cónegos – Guimarães. Esta segunda unidade era anteriormente uma empresa concorrente à *Liconfe*, denominada Linhas Moure. Esta empresa foi posteriormente comprada pela *Liconfe*, no entanto, manteve as mesmas instalações, colaboradores e durante

algum tempo manteve o nome da antiga empresa de modo a fidelizar os antigos clientes da Linhas Moure.

Desde os primeiros tempos que a empresa se afirmou e mantém-se até ao momento como líder do mercado nacional de produção de linhas de costura industriais. A empresa sempre trabalhou de modo a assegurar a satisfação total dos seus clientes e sempre manteve os seus padrões de qualidade no nível mais elevado e, como tal, em 2017 recebeu o prémio de PME Líder da Península Ibérica do seu sector, certificado pelo IAPMEI.

Todo este empenho e dedicação levou a que o seu produto fosse requisitado a nível internacional, fazendo atualmente exportações para mais de 10 países a nível mundial.

De forma a obter o produto acabado, a principal atividade de fabrico da empresa consiste na rebobinagem de linha e fio de diferentes espessuras, tipos e cores, disponíveis em várias metragens. O produto acabado consiste em cones de linha, devidamente etiquetados de acordo com o seu tipo, espessura e cor de forma a não haver ambiguidades e também devidamente embalados, não havendo assim dúvidas em relação à manutenção da sua qualidade após todo o seu processo produtivo. Estes cones de linha resultantes poderão ser utilizados por empresas têxteis e confeções nos seus processos de costura, mercado este que está principalmente associado à região do Minho.

A empresa apresenta o cartaz (Figura 2) mais completo a nível nacional, fornecendo mais de mil cores distintas e várias espessuras para os seus dez tipos de fios.



*Figura 2 - Expositor das cores fornecidas pela empresa*

## 2.2 Estrutura Organizacional

No que diz respeito à estrutura organizacional da sede empresarial, a empresa está organizada em quatro departamentos que reportam à direção geral, que também é responsável pela contabilidade e assessoria jurídica. Estes quatro departamentos são: Departamento Administrativo e Financeiro, Departamento Comercial, Departamento de Produção e Departamento de Qualidade e Manutenção.

O departamento administrativo e financeiro é responsável, entre outras funções, por tratar de toda a burocracia relativa à exportação, contactar com a banca e efetuar o pagamento a fornecedores. Deste departamento advêm os Serviços Administrativos. O departamento Comercial é responsável por receber encomendas por parte dos clientes e, de seguida preparar as mesmas encomendas e assegurar todo o processo logístico até à entrega. Este departamento é constituído por assistentes comerciais internos e externos.

O departamento de produção é responsável por todo o planeamento e controlo de produção, gestão do chão-de-fabrica e controlar, assim como requisitar todo o stock relativo à MP, subcomponentes e fio tingido. Para além do diretor de produção e adjunto de produção, o departamento conta com a colaboração do chefe de armazém, de bobinadores e embaladores.

O departamento de qualidade e manutenção tem a responsabilidade de assegurar que toda a MP rececionada se encontra dentro das especificações de qualidade, assim como controlar a espessura dos fios, aplicar medidas preventivas e corretivas para a manutenção dos equipamentos da empresa e ainda tratar de reclamações, quer por parte de clientes, quer devolver fio a fornecedores caso a MP se encontre fora dos padrões de qualidade exigidos pela empresa.

Na segunda unidade não existe qualquer tipo de produção, sendo assim esta unidade dedicada exclusivamente ao armazenamento de MP e produto acabado (denominado como armazém B2) e também à venda do produto uma vez que existem vários clientes na região. A segunda unidade é responsável por cerca de 50% das vendas de produto da empresa.

No que diz respeito à estrutura organizacional, esta segunda unidade é controlada pelo departamento de produção da sede da empresa e pelo chefe de armazém. Tem também uma equipa comercial que, similarmente, ao departamento comercial da

sede da empresa, recebe as encomendas realizadas pelos seus clientes e posteriormente assegura a sua satisfação.

A empresa tem um horário laboral de 8h por turno e labora 2 turnos por dia. A Figura 3 apresenta um organograma da estrutura organizacional da empresa.

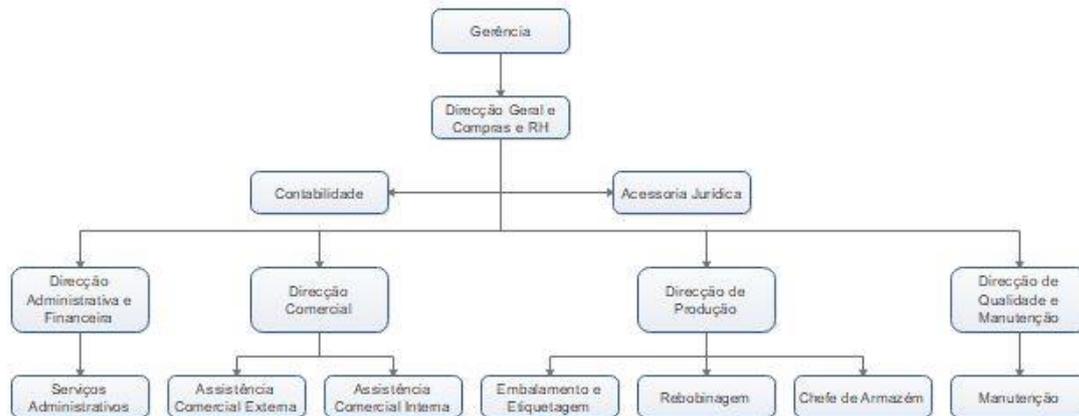


Figura 3 - Organograma da estrutura organizacional da empresa

Relativamente ao sistema de gestão utilizado pela empresa de forma a manter registo e atualização de todos os níveis de stock referentes a todos os tipos de fios existentes e suas espessuras e cores, é utilizado o *software Primavera*. Através da utilização deste *software*, a empresa consegue manter registo não só das existências dos diferentes artigos em MP e produto acabado, mas também dos artigos que se encontram no momento em WIP e das quantidades de fio que se encontram de momento na tinturaria a tingir. Para além disso, toda a faturação da empresa é efetuada utilizando recurso a este *software*.

### 2.3 Processo Produtivo

Inicialmente no armazém de matéria-prima (MP) na unidade de Moreira de Cónegos, (denominado como armazém B2) (Figura 4), existem 3 cores distintas para cada um dos diferentes tipos de fio, sendo estas as cores básicas: branco, preto e cru.



Figura 4 - Armazém de MP

Para as cores branco e preto, as bobines de MP regra geral têm um peso de 2Kg e são fornecidas em cone de cartão. A cor cru já pode apresentar bobines de 1Kg ou 2 Kg e pode ser fornecida em cone de cartão ou em cone de plástico. Esta variação para a cor cru deve-se ao facto de ser a cor base para a qual é mais tarde realizado o tingimento para as mais de mil cores distintas que o cartaz da empresa oferece.

Enquanto que as cores branco e preto sofrem diretamente a sua rebobinagem para as metragens solicitadas pelos clientes, a cor cru pode ter dois processos distintos. Tanto pode ser diretamente rebobinada similarmente ao que acontece com as cores branco e preto, como podem ser tingida para as diferentes cores antes de ser executada a operação de rebobinagem.

Assim sendo, as bobines de cor cru de 2Kg e em cone de cartão são utilizadas para alimentar diretamente a rebobinagem, enquanto que as bobines de 1Kg e em cone de plástico são utilizadas para o tingimento das diferentes cores. De modo a ser tingidas, as bobines de cor cru são enviadas para uma tinturaria subcontratada pela empresa.

Após o processo de tingimento, a tinturaria repassa ainda as bobines de 1Kg para 2Kg uma vez que o processo de rebobinagem na empresa fica facilitado e não existem tantos desperdícios a nível de *setup* quando uma bobine acaba e é necessário repor outra exatamente com a mesma cor.

Existe, no entanto, um caso excepcional em que a tinturaria envia as bobines de volta para a empresa com apenas um 1Kg. Isto acontece quando existe uma cor na tinturaria que é necessária com muita urgência nas instalações da empresa devido a encomendas que estejam pendentes para essa mesma cor.

Uma vez que o fio tingido regressa às instalações da empresa, é guardado no armazém respetivo ao fio tingido (Figura 5), por ordem sequencial do número associado a cada uma das cores de forma a facilitar a organização e gestão visual, dada a quantidade de cores distintas que a empresa fornece.



*Figura 5 - Armazém de fio tingido*

Assim que uma cor vai entrar em produção, é feito o *picking* dessa mesma cor nas quantidades necessárias e colocada numa zona apropriada no chão-de-fábrica, junto das máquinas de rebobinagem ficando a aguardar até que se encontrem fusos disponíveis para a mesma entrar em produção (Figura 6).



*Figura 6 - Zona de Picking.*

Havendo fusos disponíveis para a cor entrar em produção, esta é alimentada na máquina de rebobinagem, onde as bobines são transformadas em pequenos cones com a metragem desejada pelo cliente (Figura 7).



*Figura 7 - Máquina de Rebobinagem*

Atualmente a empresa dispõe de 237 fusos para realizar todo o processo de rebobinagem.

Como foi referido anteriormente, a empresa fornece dez tipos de fios distintos, sendo que cada um destes tipos de fios apresenta várias espessuras distintas. Destes dez tipos de fios, dois não sofrem o processo de rebobinagem e servem apenas o propósito de revenda.

Como seria de esperar, nem todos os 237 fusos conseguem rebobinar todos os tipos de fios fornecidos uma vez que cada um deles apresenta métodos distintos de rebobinagem e as espessuras também têm influência neste processo. Destes 237 fusos, apenas cerca de 150 conseguem rebobinar os quatro tipos de fio responsáveis pelo maior número de vendas e faturação da empresa.

Após realizada a rebobinagem, os cones resultantes são enviados para a zona de embalagem (Figura 8), onde são devidamente etiquetados de acordo com os diferentes parâmetros: tipo de fio, cor, espessura, metragem e ainda o lote e partida do tingimento que a cor sofreu quando se encontrava na tinturaria.



*Figura 8 - Zona de embalagem*

De seguida, estes cones são embalados num plástico que tem como função proteger o fio de quaisquer manchas ou outro tipo de fatores que possam comprometer a qualidade os mesmos (Figura 9).



*Figura 9 - Cone devidamente embalado e etiquetado*

Por fim, estes cones são colocados em caixas com as quantidades solicitadas pelos clientes (Figura 10). Estas caixas estão também devidamente etiquetadas com todos os parâmetros acima referidos e apresentados na etiquetagem dos cones, bem como a quantidade de cones que a caixa possui.



*Figura 10 - Caixa completa devidamente etiquetada*

Estas caixas vão sendo colocadas em paletes (Figura 11) até terem uma quantidade suficiente que justifique a sua movimentação para o armazém de produto acabado.



*Figura 11 - Paleta de caixas completas*

Uma vez atingida esta quantidade, a paleta é então movimentada para o armazém de produto acabado (Figura 12) e todas as caixas são arrumadas de acordo com a organização conferida pelo Departamento Comercial a este armazém. Esta organização é realizada, não só pela ordem sequencial do número associado a cada cor, mas também pelo tipo e espessura do fio.



*Figura 12 - Armazém de produto acabado*

Após todo este processo os cones encontram-se prontos para serem colocados à venda aos clientes. Na Figura 13 é apresentado um diagrama com todo o processo produtivo de forma simplificada.

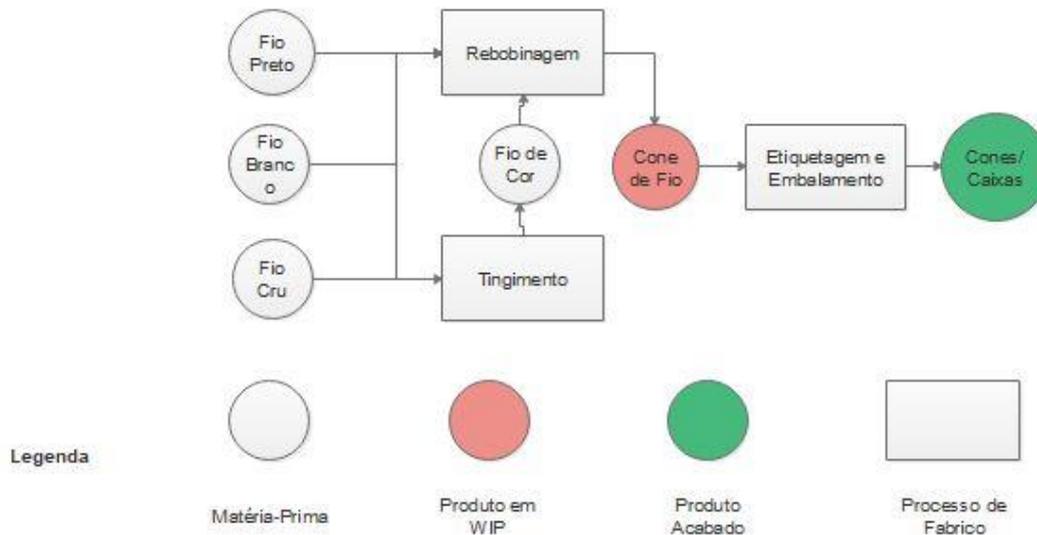


Figura 13 - Diagrama referente a todo o processo produtivo

Como foi referido no subcapítulo anterior, a empresa tem uma segunda unidade em Moreira de Cónegos dedicada apenas ao armazenamento da MP e do produto acabado, bem como a venda dos artigos fornecidos pela empresa, sendo responsável por cerca de 50% das vendas da empresa.

Uma vez que esta unidade não apresenta chão-de-fábrica nem qualquer processo produtivo, é necessário satisfazer os níveis de stock e encomendas da mesma diariamente. Para além disso, uma vez que grande parte da MP referente às cores básicas se encontra nesta segunda unidade, é também necessário movimentar esta MP para a sede da empresa numa base diária. De modo a realizar a movimentação quer de produto acabado, quer de MP, a empresa dispõe de uma carrinha que, duas vezes ao dia, faz o ponto de ligação entre as duas unidades, sendo esta deslocação efetuada regra geral a meio de cada um dos dois turnos de trabalho.

## 2.4 Produto

Como referido anteriormente, o produto acabado fornecido pela empresa tem a forma de cones de linhas disponíveis em diversos tipos de fio, espessuras, cores e metragens.

Atualmente a empresa oferece dez tipos de fios diferentes, cada um deles para serem utilizados com propósitos distintos que permitem alimentar os mais diversos tipos de produção do sector, desde a confeção de uma simples camisola, à confeção de colchões ou até mesmo airbags e cintos de segurança.

Na Tabela 1 é possível verificar os diferentes tipos de fio fornecidos pela empresa, juntamente com as diferentes espessuras e usos associados a cada um deles.

*Tabela 1 - Diferentes usos de cada tipo de fio*

<b>Tipo de Fio</b>	<b>Usos Principais</b>	<b>Espessuras Disponíveis</b>
Alpha (100% Staple Spun Polyester)	Camisas; Blusas; Roupa Interior; Roupa para criança; Calças; Camisolas; Roupa de trabalho; Vestidos.	180 - 120 - 80 - 50 - 20
Sigma (100% Polyester Corespun)	Vestuário de moda; Blusas e Camisas; Casacos e calças de ganga; Lingerie e fatos de banho; Uniformes e Roupa de trabalho; Calças; Artigos variados de pele.	150 - 120 - 100 - 75 - 50 - 36 - 25
Kappa (Polyester Cotton Corespun)	Algodão fino, camisas e fatos; Fabrico de excelência e lingerie premium; Vestuário em pele, toalhas e mobiliário doméstico; Jeans clássicas e roupa exterior.	120 - 75 - 60 - 50 - 36 - 25
Delta (100% Cotton)	Vestuário ligeiro a médio pós-tingido	60 - 50 - 40 - 35 - 30 - 20 - 12
Omega (100% Textured Polyester)	Roupa desportiva; Roupa casual; Fatos de banho; Roupa interior; Lingerie.	300 - 150
Gamma (100% Lyocell)	Camisas e tops casuais; Vestidos; Roupa para Criança; Calças casuais;	35 - 30 - 20 - 12

Zeta (High Tenacity Polyester)	Filtros Industriais; Cintos; Airbags; Malas para bagagem ligeira; Sapatos em pele; Têxteis técnicos e geotêxtis; Cintos de segurança; Interior automóvel.	180 - 120 - 100 - 80 - 60 - 40 - 20 - 10
Micron (100% Bulked Textured Polyester)	Roupa Interior; Fatos de banho; Roupa Casual; Roupa para bebés; Têxteis para casa.	300 - 150
Beta (Nylon Monofilament)	Rótulos; Todos os tipos de operações de costura, máquina de coser e ponto cego;	150 - 80
Hepta (High Tenacity Nylon)	Tecidos em pele; Sapatos; Tecidos desportivos; Cintos de segurança e airbags; Filtros industriais; Interiores automóveis; Colchões; Têxteis técnicos e geotêxtis.	180 - 120 - 100 - 80 - 60 - 40 - 20 - 10

Os tipos de fio Omega e Beta não entram no processo produtivo, uma vez que são destinados apenas a revenda. O tipo de fio Hepta ainda se encontra em desenvolvimento.

De modo a tornar mais fácil a gestão visual de cada um destes tipos de fio, a empresa decidiu associar a cada um deles uma cor distinta. Esta cor é também apresentada nos diferentes subcomponentes que integram o produto acabado (molde do cone e etiqueta) e após o embalamento, nas respetivas caixas em que cada tipo de fio foi embalado. A Tabela 2 mostra a cor associada a cada tipo de fio e uma fotografia de cada um destes tipos de fios.

*Tabela 2 - Cor identificativa de cada um dos tipos de fios*

Tipo de fio	Cor associada	Fotografia de produto acabado
Alpha	Cinzento	

Beta	Amarelo	Apenas para revenda	
Delta	Castanho		
Gamma	Laranja		
Hepta		Ainda em desenvolvimento	
Kappa	Rosa		
Micron	Azul bebe		
Omega	Verde	Apenas para revenda	

Sigma	Azul Escuro			
Zeta	Roxo			

Relativamente às metragens, existem duas medidas que correspondem à esmagadora maioria rebobinadas pela empresa: 5000m e 10000m. Estas metragens foram padronizadas com estes valores uma vez que são as mais solicitadas pelos clientes e, portanto, são estas as metragens com que a empresa trabalha no ambiente MTS. A Tabela 3 mostra para os quatro tipos de fio com maior volume de vendas e maior volume de faturação, as metragens padrão de cada uma das espessuras associadas e respetivos cones por caixa padrão.

No entanto, a empresa não está restrita apenas a estes valores. Através de encomenda é possível realizar a rebobinagem para qualquer tipo de metragem dentro do intervalo [1500, 30000]m. Deste modo, a empresa apresenta uma grande versatilidade de produção, conseguindo assim responder a todo o tipo de necessidades por parte dos clientes.

Tabela 3 - Metragem padrão por espessura para cada tipo de fio distinto

<b>Tipo de fio</b>	<b>Espessura</b>	<b>Metragem</b>	<b>Cones/Caixa</b>
Alpha	20	5000	12
	80	5000	20
		10000	12
	120	5000	24
		10000	15
180	15000	12	
Delta	12	3000	12
	20	5000	12
	30	5000	20
	35	5000	15
	40	5000	20
	50	5000	20
	60	5000	24
Kappa	25	5000	8
	36	5000	12
	50	5000	15
	60	5000	15
	75	5000	20
		10000	12
	100	10000	12
	120	5000	24
		10000	15
Sigma	25	5000	8
	36	5000	12
	50	5000	15
	75	5000	20
		10000	12
	100	5000	20
		10000	12
	120	5000	24
		10000	15
	150	5000	30

### **3. REVISÃO DO ESTADO DE ARTE**

Este capítulo é dedicado a explorar o estado de arte acerca da gestão de materiais e *stock*, planeamento da capacidade, MTO e MTS, planeamento e controlo da produção, BOM e MRP. Estes são tópicos essenciais para construir uma ferramenta de planeamento. É também realizada uma descrição detalhada dos desperdícios da produção.

#### **3.1 Gestão de Materiais e Stock**

Qualquer que seja a empresa, a posse de inventários e de stocks é algo que se traduz obrigatoriamente em custos e, quanto maiores forem estas existências, maiores são os custos associados. Ou seja, uma boa gestão de materiais e stocks é essencial para melhorar a competitividade das empresas (Oakshott, 2012).

A recolha de dados nas empresas não é realizada apenas para as interfaces de máquinas e dados relativos aos processos, mas, também, para a transação de materiais que afetam as diferentes operações de produção. As cadeias de abastecimento logísticas e gestão de inventários são essenciais para qualquer empresa e quando realizados corretamente trazem grandes benefício (Ford, 2016). Segundo este autor, o termo gestão de materiais é, provavelmente, um dos piores utilizados nas indústrias, uma vez que é bastante geral e está aplicado a diferentes fases e técnicas dos processos produtivos, desde o simples armazenamento de materiais num armazém genérico de uma empresa, a soluções logísticas completamente automatizadas.

Segundo (Lukinskiy e Lukinskiy, 2017), através da análise de várias publicações, foi possível chegar a um consenso acerca da opinião de vários autores no que diz respeito à gestão de stocks e procura dependente. Procura dependente significa que a procura para um artigo está diretamente relacionada com a procura de um outro artigo distinto, ou seja, quando a procura de dois ou mais artigos são diretamente proporcionais.

A técnica utilizada para a gestão deste tipo de procura em ambiente de produção é denominada de MRP. Originalmente popularizada por Joseph Orlicky, o MRP lida especificamente com o abastecimento dos diferentes materiais e consumíveis cuja procura depende diretamente de um artigo específico.

### 3.2 Planeamento de Capacidade

O planeamento de capacidade produtiva está inserido na função do planeamento da produção juntamente com a função da programação da produção e têm como objetivos genéricos: decidir sobre a quantidade a fabricar de cada vez de cada artigo; o momento em que deve ser fabricado e, onde e quem deve fabricar (Silva, 2016).

Em sistemas de engenharia, quando se fala em planeamento de capacidade, normalmente queremos falar em planeamento estratégico. Ou seja, está a ser feita referência à capacidade do sistema em termos de tamanho, isto é, o quanto o sistema pode suportar, sua localização e programação, isto é, de que forma vai ser feito o escalonamento da produção (Hu, Guo e Leng, 2018)

Segundo (Huang e Wang, 2010), a atribuição de tarefas e o planeamento de capacidade são dois problemas fundamentais para modelar os sistemas de produção. Estes dois problemas têm vindo a ser objeto de estudo ao longo de vários anos. No entanto, o estudo destes dois problemas é realizado de forma independente. Nomeadamente, quando se solucionam problemas de atribuição de tarefas, frequentemente se assume que a capacidade produtiva de um dado sistema já está determinada e vice-versa. Ou seja, estes dois problemas, apesar de serem solucionados de forma independente, estão diretamente interligados um com o outro.

### 3.3 Make to Order e Make to Stock

*Make to Order* (MTO) e *Make to Stock* (MTS) são dois ambientes de produção que significam produção por encomenda e produção para stock, respetivamente. Assim como o nome indica, no primeiro ambiente de produção todo o sistema produtivo está organizado de forma a que toda a produção seja feita para stock, ou seja, produzir artigos em grandes quantidades, normalmente em lotes com quantidades definidas, de forma a manter sempre um bom nível de inventário disponível. O tipo de artigos produzidos neste ambiente é padronizado e com procura garantida

Relativamente ao ambiente de produção MTO, em oposição ao ambiente anteriormente descrito, todo o sistema produtivo está organizado de forma a que a produção seja feita apenas aquando de uma encomenda. Quer isto dizer que as

quantidades de produção são variáveis e dependentes das encomendas. O tipo de artigos produzidos neste ambiente é mais flexível e a procura mais instável do que no ambiente MTS.

O ambiente de produção MTS é caracterizado pela baixa variedade de artigos e produtos mais baratos. No ambiente de produção MTO, o fator competitivo principal é a redução de prazos de entrega, resultando num aumento do nível de serviço a clientes. A combinação destes dois ambientes de produção pode levar a uma melhor conjugação entre os benefícios de cada um destes ambientes. Cada vez mais as indústrias têm vindo a substituir os seus ambientes de produção por ambientes híbridos MTS-MTO de forma a obter as vantagens de cada um dos ambientes de produção em simultâneo. Uma das principais vantagens que se fez notar ao longo de vários estudos é redução dos níveis de inventário e prazos de entrega mais curtos (Renna, 2016)

Este ambiente híbrido consiste em realizar operações quer do ambiente MTS, quer do ambiente MTO nas mesmas instalações e são utilizados nas mais diversas indústrias, como por exemplo, em empresas têxteis e confeções (Kanda, Takahashi e Morikawa, 2015).

### **3.4 Planeamento e Controlo da Produção**

Segundo (Vogel, Almada-lobo e Almeder, 2017), o planeamento hierárquico é frequentemente utilizado para o planeamento da produção. A divisão de processos em subprocessos que serão resolvidos separadamente de acordo com o nível da hierarquia diminui a complexidade e aumenta a estrutura organizacional. Apesar disto, a interação entre os diferentes níveis de planeamento é crucial para evitar inviabilidades e inconsistências no planeamento. Consequentemente, otimizar subproblemas frequentemente leva a resultados subótimos para o problema geral. O autor refere que (Buffa e Miller, 1979) descreveram a relação entre os sistemas de planeamento e controlo da produção e os sistemas físicos de produção. Os sistemas de planeamento e controlo são utilizados para guiar e coordenar o fluxo de materiais e *inputs* necessários para a realização dos diferentes processos, assim como os *outputs* resultantes dos sistemas físicos de produção.

O autor também cita (Fogarty, Blackstone e Hoffmann, 1990) que apesar das funções do planeamento e controlo da produção estarem muitas vezes interligadas e difíceis de separar, são relativamente fáceis de perceber se forem descritas separadamente. Segundo (Finch, 1988), as prioridades do planeamento e controlo asseguram que os artigos são realizados dentro do prazo de entrega estabelecido e, as capacidades do planeamento e controlo asseguram que os diferentes postos de trabalho e equipamentos disponíveis conseguem completar os seus processos dentro dos prazos de entrega estabelecidos.

### **3.5 Bill of Materials**

Um BOM, cuja tradução portuguesa é lista de materiais, é a técnica de obter e demonstrar a estrutura de um produto. É utilizado para demonstrar não só a estrutura do produto final, mas também a sua relação com os diferentes componentes e materiais necessários para a sua obtenção, assim como as suas respetivas quantidades e seus momentos de “montagem” (Guoli, Daxin e Tsui, 2003).

A estrutura de um BOM é baseada em níveis, sendo que o primeiro (nível 0) é o produto final que se vai desconstruindo em diferentes níveis, cada um representativo de um subcomponente em que o último nível será a MP.

Por exemplo, para a obtenção de uma bicicleta é necessário um guiador, um quadro com duas rodas e um assento. Para a obtenção do quadro completo, é necessário o quadro em si e as duas rodas. Por sua vez, para a obtenção das rodas são necessários para cada uma, um pneu e 25 raios. Para a obtenção da estrutura do quadro, é necessário alumínio e tinta.

Desta forma, o BOM desta bicicleta seria composto por 4 níveis. No nível 0 o produto final, ou seja, a bicicleta. No nível 1, o guiador, o quadro e o assento. No nível 2 as rodas e o alumínio para o quadro e, finalmente, no nível 3 temos os pneus e os raios. A Figura 14 mostra o BOM do exemplo enunciado.

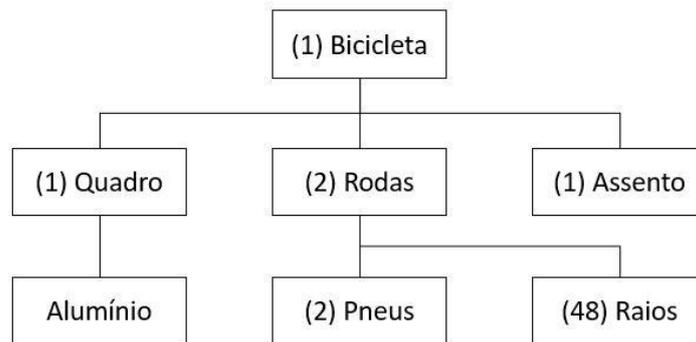


Figura 14 - Ilustração do BOM do exemplo

Como é possível observar através da análise da figura, podemos facilmente identificar o produto final, quais os componentes e materiais que o constituem, em que momento é que cada um entra no processo de montagem e as suas respetivas quantidades para a obtenção do produto final.

Para além da sua grande importância a nível de planeamento, uma vez que através desta desconstrução podemos identificar as necessidades dos materiais e momento da sua “montagem”, o BOM pode também ser utilizado na identificação de famílias de produtos, visto que contém informação não só da similaridade dos produtos e seus componentes, mas também da sua estrutura.

Estas famílias de produtos são de extrema relevância no processo de fabrico, uma vez que a semelhança entre os produtos “montados” afeta diretamente a eficiência e eficácia das linhas de produção (Kashkoush e Elmaraghy, 2015)

### 3.6 Materials Requirement Planning

A tradução para português de *Materials Requirement Planning* (MRP) é planeamento das necessidades dos materiais. Inserido no planeamento diretor de produção, o MRP estabelece de forma determinística as necessidades líquidas de materiais e correspondentes ordens de compra ou produção para satisfazer o programa de fabrico de artigos finais (Silva, 2016).

Segundo (Jacobs *et al.*, 2011), o MRP é uma ferramenta básica cuja função é realizar o planejamento detalhado de materiais na produção dos diferentes componentes e sua “montagem” de forma a obter o produto final. Assim sendo, o objetivo principal desta ferramenta é fornecer o componente correto na altura ideal de forma a obter as quantidades desejadas pelo cliente dentro do prazo de entrega.

De forma a preparar planos detalhados de materiais usando o MRP, as empresas necessitam de obter um cronograma pormenorizado das necessidades de MP e subcomponentes resultantes das necessidades dos produtos finais.

Para obter a informação relativa a estas quantidades de MP e subcomponentes, é utilizado um BOM, que como já foi referido no subcapítulo anterior, mostra para cada componente, quais os outros componentes que são diretamente necessários para a sua obtenção, assim como, as suas respetivas quantidades.

É também fornecido como *input* para o MRP uma lista com todos os inventários de MP e subcomponentes discriminados, de forma a obter informação acerca das existências de cada um destes componentes e perceber se, em cada momento é possível produzir determinados componentes ou, se é necessário fazer encomendas de algum destes de modo a completar as quantidades necessárias para a obtenção do produto final.

Para além disto, é também necessário fornecer como *input* ao MRP uma listagem da capacidade de produção existente em cada uma das empresas, de modo a que a ferramenta consiga perceber se é possível ou não concretizar o planejamento em questão. Frequentemente, pode ser possível satisfazer um planejamento em termos de necessidades de materiais, no entanto, podem não existir recursos suficientes a nível de equipamentos ou mão-de-obra para a sua obtenção dentro do prazo de entrega.

Adicionalmente, para a obtenção de um planejamento mais detalhado, é também necessária informação acerca de todos os prazos de entrega e tempos de processamento que entram no processo de fabrico de um determinado produto final. Isto significa, obter informação de todos os tempos discriminados, desde o prazo de entrega da MP quando encomendada ao fornecedor até ao momento da sua receção nas instalações da empresa e, por fim, até ao momento em que se encontra totalmente pronta para entrega ao cliente.

Com toda esta informação centralizada, é então possível obter informação acerca da necessidade de materiais e respetivos tempos de processamento de forma a conseguir satisfazer todas as encomendas dentro dos respetivos prazos de entrega. Em suma, o MRP é uma ferramenta que tem um papel central no planeamento e controlo dos materiais. Esta ferramenta traduz o planeamento geral nos diferentes passos individuais necessários para se conseguir atingir os objetivos da empresa.

### **3.7 Desperdícios da Produção**

São considerados desperdícios da produção tudo o que ultrapassa os mínimos essenciais para a obtenção do produto acabado num processo produtivo, desde o transporte da MP até às instalações das empresas, até à movimentação dos operários no chão-de-fábrica para realizarem as suas tarefas do dia-a-dia.

Taiichi Ohno enumerou os desperdícios da produção, sendo estes sete: inventário, produção excessiva, produção desadequada, espera, transporte, movimentação e defeitos (Ohno, 1998). O autor refere ainda que a tartaruga, apesar de ser mais lenta, é mais consistente, causa menos desperdícios e é, portanto, mais desejável que a lebre, que apesar de ser mais rápida, ocasionalmente pára para descansar.

#### **3.7.1 Inventário**

O desperdício de inventário é um dos mais comuns e provavelmente um dos piores desperdícios da produção. Tal como o nome indica, este desperdício consiste no excesso de stock, quer seja de MP, subcomponentes ou produto acabado. É um dos desperdícios mais comuns uma vez que ainda existe o preconceito de que muito stock é equivalente a grandes níveis de produção, ou que os defeitos de produção podem ser corrigidos através da substituição dos componentes afetados.

Isto faz com que os níveis de stock subam acima do que é necessário e, conseqüentemente, existe muito dinheiro, mão-de-obra e outros recursos gastos desnecessariamente o que vem descer o nível de competitividade das empresas.

### **3.7.2 Produção Excessiva**

Este desperdício está diretamente ligado ao desperdício de inventário e consiste, como o nome indica, na produção excessiva. Normalmente acontece devido aos níveis de stock elevados nas empresas, o que por sua vez vai aumentar mais estes níveis de inventário e gerar um ciclo vicioso.

Assim como no desperdício de inventário, este desperdício é derivado da incerteza do mercado e do receio da existência de produtos defeituosos que possam comprometer a entrega de encomendas dentro dos prazos de entrega.

### **3.7.3 Produção Desadequada**

Este desperdício consiste na utilização de processos, métodos ou equipamentos desadequados. Muitas vezes, para a obtenção do produto final, as diferentes fases que este produto atravessa podem não ser as mais adequadas, ou existir uma má alocação dos recursos existentes, o que resulta numa produção e utilização de recursos ineficiente.

### **3.7.4 Espera**

Assim como o nome indica, este desperdício é resultante das esperas provenientes do processo produtivo, resultando na inutilização de recursos.

Isto acontece quando, por exemplo, um operário está à espera que uma máquina acabe o seu processo, ou contrariamente, quando uma máquina se encontra parada à espera de ser alimentada por um operário.

### **3.7.5 Transporte**

Este desperdício está presente em todas as indústrias e é resultante, assim como o nome indica, do transporte dos recursos que entram no processo produtivo para a obtenção de um produto acabado, quer seja do transporte da MP até às instalações das empresas, quer seja do transporte dos diferentes componentes entre postos de trabalho no chão-de-fábrica.

Em algum ponto todos os produtos necessitam de ser transportados e, desta forma, com o objetivo de serem mais competitivas, as empresas tendem a criar estratégias para a redução destas distâncias percorridas.

### **3.7.6 Movimentação**

Este desperdício é bastante semelhante ao desperdício de transporte, podendo muitas vezes ser facilmente confundido com este, no entanto, este desperdício é referente à movimentação de pessoas.

Assim como no desperdício de transporte, este desperdício encontra-se presente em todas as indústrias uma vez que as pessoas necessitam de se movimentar de forma a realizar as suas tarefas diárias.

### **3.7.7 Defeitos**

Assim como o nome indica, este desperdício consiste na produção de produtos defeituosos, resultantes do processo de fabrico.

Este desperdício quase sempre se traduz em custos para a empresa, uma vez que foram utilizados recursos, quer de MP, subcomponentes, mão-de-obra e tempo, que a maioria das vezes é irrecuperável.



## 4. ANÁLISE CRÍTICA E IDENTIFICAÇÃO DE PROBLEMAS

Neste capítulo são descritos os procedimentos atuais relativos à receção de encomendas, ao planeamento das mesmas, à organização de dados da empresa e centralização de informação relativamente aos diferentes fornecedores dos distintos tipos de MP. De seguida, procede-se a uma análise crítica e identificação de problemas relativamente a estes diferentes aspetos.

### 4.1 Análise Crítica à Receção de Encomendas

Como referido anteriormente a empresa funciona em ambiente híbrido entre MTS e MTO. Assim sendo, seria de esperar que o ambiente MTO fosse mais simples de trabalhar visto que dispomos de informação sobre as quantidades a produzir e os prazos de entrega com antecedência.

No entanto, este ambiente acaba por ser imprevisível uma vez que as encomendas tanto podem ser feitas com semanas de antecedência relativamente ao prazo de entrega, como, apesar de serem casos esporádicos, podem ser feitas para o próprio dia. Para além disto, por vezes, existem ruturas de stock que muitas vezes necessitam de ser satisfeitas no próprio dia e, como tal, o Departamento de Produção trata estas ruturas como encomendas. Nestas situações, o Departamento de Produção tem uma margem muito reduzida para dar resposta às solicitações. Além disso, ainda é necessário conciliar estas encomendas e ruturas esporádicas com a produção necessária para manter os níveis de stock de produto acabado.

Após a receção de uma encomenda, o departamento comercial notifica o departamento de produção. Regra geral, este procedimento é realizado através de contacto telefónico. Uma vez que até ao momento não existia qualquer tipo de plataforma centralizada para registo das encomendas, acontecia que o colaborador que recebia a chamada telefónica acabava por registar estas mesmas encomendas numa folha de papel solta ou em *post-it's*.

Sendo que apenas os engenheiros podem dar ordens para produzir e, frequentemente, encontravam-se fora do gabinete a solucionar problemas, se o colaborador que registou a encomenda não contactasse com os engenheiros para os notificar, as encomendas efetuadas para um intervalo de tempo muito curto por

vezes ficavam esquecidas uma vez que regressando ao gabinete os engenheiros não tinham acesso visual às encomendas efetuadas pelo Departamento Comercial.

Quando finalmente eram notificados da existência de uma encomenda, por vezes já era demasiado tarde para a conseguir efetuar recorrendo a um número de fusos mais baixo, como seria o cenário caso estas encomendas tivessem sido executadas logo após ter sido solicitada a encomenda.

Esta situação resultava numa perda produtiva uma vez que acabavam por ser necessários mais fusos do que seria de esperar para executar a encomenda dentro do prazo de entrega estipulado. Para além disso, acabava por resultar também em desperdícios de MP, ainda que não fossem significativos, uma vez que era também necessário parar as cores que já estavam a bobinar nos fusos escolhidos para executar a encomenda. Como era necessário parar as cores que se encontravam a bobinar até ao momento nos fusos necessário para executar a encomenda, a bobine era retirada antes de acabar todo o fio e, após executada a encomenda, acabavam por se perder alguns metros de fio aquando do *setup* para recomeçar a bobine que tinha sido retirada.

Um outro problema que surgia desta desorganização e uma vez que não era alocado um colaborador específica para a satisfação das encomendas recebidas, por vezes, para as cores encomendadas que já se encontravam em produção, sendo que existem sempre dezenas de cores em produção para stock, quando se aproximava o prazo de entrega e chegava a altura de recolher as quantidades necessárias para satisfação da encomenda, mais do que um colaborador acabavam por a efetuar, o que mais uma vez vem representar desperdícios de sobreprocessamento.

## **4.2 Análise Crítica ao Planeamento de Encomendas**

Após realizada uma notificação acerca da receção de uma encomenda, era necessário fazer o planeamento da mesma.

Para tal e uma vez que não existia nenhuma ferramenta que tratasse de efetuar o planeamento destas encomendas de forma automática, era necessário fazer todo este planeamento manualmente. Ainda que todo o processo e cálculos necessários para planear a encomenda não fossem muito complexos, consistiam em alguns

passos que representavam um desperdício de tempo significativo quando esta tarefa, habitualmente, é realizada várias vezes ao dia.

Apesar de haver uma fórmula geral para o planeamento das quantidades de MP necessárias para realizar a encomenda, existe uma variável que depende do tipo de fio que está a ser solicitado e, como foi referido anteriormente, existem diferentes tipos de fios, pelo que o primeiro passo consistia em consultar uma tabela de forma a verificar qual o valor dessa variável para o tipo de fio em questão.

O segundo passo consistia então em efetuar o cálculo dos Kg necessários de fio recorrendo à fórmula acima referida, que não é apresentada por motivos de confidencialidade.

Após obtidas as quantidades necessárias, o passo seguinte consistia em verificar se essas quantidades estavam disponíveis em stock para o tipo de fio e cor em questão. Caso estas quantidades não estivessem disponíveis no armazém B0, o passo seguinte consistia em verificar se o tipo de fio e cor existiam em stock no armazém B2 e, caso existissem, se era possível complementar a quantidade existente em B0 de forma a complementar as quantidades necessárias para a execução das encomendas.

No entanto, apesar deste procedimento, em si, não ser complexo, ainda consiste em alguns passos que podem ser algo morosos. Uma vez que este processo se repete várias vezes ao dia, representa um desperdício de tempo que pode ser significativo, quando comparado com a utilização de uma ferramenta de planeamento que torne o processo significativamente mais simples e execute todo este planeamento apenas em alguns segundos, daí, tornar todo o processo mais eficaz.

### **4.3 Análise Crítica ao Sistema de Informação de Fornecedores e Custos de Produção**

Atualmente na empresa, todos os dados relativos a fornecedores e respetivos custos unitários dos diversos componentes necessários para a obtenção do produto acabado não se encontram centralizados numa base de dados. Para conseguir acesso a toda esta informação é necessário consultar as faturas fornecidas aquando da entrega da MP e dos diferentes componentes.

Desta forma, calcular com exatidão todos os custos de produção consequentes a todo o processo produtivo torna-se um processo demasiado moroso. Apesar de continuar a ser possível estimar estes custos não recorrendo a cada uma destas faturas, ter acesso a cada um destes custos discriminados para cada componente que afeta a produção pode fornecer dados bastante importantes.

O facto de não haver uma centralização de toda a informação que diga respeito a fornecedores pode também ser um aspeto a ter em atenção. Como referido anteriormente, uma das funções do departamento comercial é, não só controlar todo o stock referente a MP e subcomponentes, mas, também, o de fazer as respetivas requisições. Uma vez que a empresa se encontra em crescimento e, como tal, se vir o seu departamento de produção aumentado a nível de pessoal, ter toda esta informação centralizada pode tornar-se uma mais valia em termos de organização e comunicação.

## **5. PROPOSTAS DE MELHORIA**

Neste subcapítulo são enunciadas algumas propostas de melhoria relativamente aos problemas identificados através da análise crítica do funcionamento atual da empresa descritos no capítulo 4.

No subcapítulo 1.2 foram enumerados os objetivos desta dissertação. Todas as propostas de melhoria visam atingir estes objetivos de forma a melhorar todo o planeamento de encomendas realizado na empresa, desde o momento em que as encomendas são rececionadas até à finalização da sua preparação.

### **5.1 Propostas de Melhoria na Receção de Encomendas**

Aquando da análise crítica da receção de encomendas foi identificado um problema que consistia na desorganização e falta de centralização da informação relativamente às encomendas pendentes.

Como referido anteriormente, não existia nenhuma plataforma para o registo das encomendas recebidas pelo departamento comercial após a notificação das mesmas ao departamento de produção. Estas acabam por ficar registadas em folhas de papel soltas ou em *post-it's* o que, por vezes, levava ao esquecimento das mesmas ou, em oposição, estas encomendas por vezes eram tratadas por mais do que um colaborador uma vez que não existia alocação de um colaborador específica a cada uma delas.

Como proposta de melhoria, foi sugerida a criação de uma plataforma de acesso a um conjunto de colaboradores do departamento de produção teria acesso no seu computador pessoal. Após a receção de uma encomenda por parte do departamento comercial, o colaborador que a recebe, acede à plataforma e regista todos os dados referentes à mesma e fica responsável por notificar um dos engenheiros de produção. Após fornecidas todas as indicações para a realização da mesma por parte dos engenheiros, este colaborador fica também responsável por assegurar que a encomenda seja concretizada e poder ser entregue ao cliente dentro do prazo de entrega estipulado.

Desta forma, através da implementação de uma plataforma que centralize toda a informação relativa ao registo de encomendas e, para além disso, aloque um

colaborador à execução e controlo da mesma, é expectável que a organização de todo o departamento de produção aumente. É ainda previsível que os desperdícios de quebra produtiva resultantes desta desorganização tenham uma redução bastante significativa. Para além disso, é esperado que os desperdícios de sobreprocessamento resultantes da falta de alocação de um colaborador específico a cada encomenda, que tinham como consequência o facto de, por vezes, existir mais do que um colaborador a executar a mesma encomenda, sejam eliminados.

## 5.2 Propostas de Melhoria no Planeamento de Encomendas

No capítulo anterior foi identificado o problema da inexistência de uma ferramenta de planeamento de encomendas. Até ao momento, a realização deste planeamento era efetuada manualmente por parte dos engenheiros. Como referido no capítulo anterior, este planeamento consiste numa série de passos que acabam por ser um pouco morosos, visto que é necessário efetuar alguns cálculos e a informação necessária para a realização destes cálculos não se encontra toda centralizada. Ao longo de um dia de trabalho o número de encomendas realizadas acaba por ser significativo e o tempo despendido pelos engenheiros para o planeamento destas encomendas é, conseqüentemente, bastante considerável, quando poderiam estar alocados a resolver outro tipo de problemas mais ajustados às suas competências ou a gerir projetos futuros da empresa. Na Tabela 4 são apresentados o número de encomendas médias efetuadas por dia, assim como, o tempo médio despendido pelos engenheiros para o planeamento das mesmas.

*Tabela 4 - Nº médio de encomendas recebidas por dia e tempo médio para planeamento de uma encomenda*

Número de Observações realizadas	Número médio de Encomendas Recebidas por dia	Tempo médio para Planeamento de uma encomenda (minutos)
40	4.89	4.46

Através da análise da tabela apresentada, é possível verificar que o tempo despendido em média, por dia para o planeamento de encomendas é cerca de 4.5 minutos. Este valor médio apresentado é bastante elevado e pode ser reduzido drasticamente.

Como proposta de melhoria a este problema, foi sugerido o desenvolvimento de uma ferramenta de planeamento de forma a minimizar ao máximo o tempo necessário ao planeamento de todas as encomendas.

Uma ferramenta de planeamento como um MRP seria ideal para solucionar este problema uma vez que, como referido no capítulo 3.6, esta ferramenta necessita como *input* de toda a informação relativa a existências em stock de todos os tipos de MP e subcomponentes necessários para a obtenção do produto acabado, assim como, um BOM que como referido no capítulo 3.5, forneça informação acerca de todos os componentes e quantidades de cada um destes necessários à obtenção do produto acabado.

Para além disso, esta ferramenta já incorpora todas as fórmulas necessárias para efetuar, de forma automática, todos os cálculos relativos ao planeamento. Uma vez que esta ferramenta está a ser alimentada por um BOM, basta fornecer informação acerca do tipo de fio, espessura, cor e quantidades de cones desejada e em apenas alguns segundos é devolvida toda a informação que até ao momento apenas era obtida através de todos os passos anteriormente enunciados.

Desta forma, esta ferramenta tem como objetivo reduzir significativamente o tempo despendido para o planeamento de encomendas, assim como, centralizar toda a informação relativa à MP e subcomponentes necessários para a obtenção de cada um dos diferentes tipos de produto acabado e a sua discriminação inventário.

### **5.3 Propostas de Melhoria para o Sistema de Informação de Fornecedores e Custos de Produção**

Anteriormente, foi identificado o problema da inexistência de uma base de dados que continha informação relativa a todos os fornecedores de MP e dos diferentes subcomponentes necessários para a obtenção do produto acabado, assim como, a inexistência de custos discriminados respetivos a cada uma destes fornecedores para cada componente.

Como proposta de melhoria a este problema, foi sugerida a criação de uma base de dados que contivesse informação relativa a todos os fornecedores, quer de MP para cada tipo de fio, quer para cada um dos subcomponentes utilizados em todo o processo produtivo. Para além de conter toda a informação relativa aos

fornecedores, nesta base de dados também constaria informação relativa aos custos unitários de cada um destes componentes.

Desta forma, estando toda esta informação centralizada nesta base de dados, o departamento de produção e o departamento administrativo e financeiro poderiam ter acesso aos custos de produção com bastante mais precisão. Com esta informação poderão elaborar e definir estratégias de redução de custos baseado nos componentes que são responsáveis por elevar os custos produtivos e ainda, fazer a comparação entre os diferentes fornecedores de forma a perceber quais os que compensam mais, tendo sempre em consideração as questões referentes à qualidade destes componentes.

Como foi referido anteriormente, a empresa encontra-se em crescimento e o futuro é sempre imprevisível e, como tal, se a empresa entrar em contratações de pessoal para o departamento de produção, ou por qualquer motivo, os engenheiros responsáveis por este departamento deixarem de fazer parte da equipa da empresa, esta informação já se encontra centralizada o que poderá ser uma mais valia para a empresa.

## 6. IMPLEMENTAÇÕES REALIZADAS E RESULTADOS OBTIDOS

Neste capítulo é feita uma descrição das implementações realizadas decorrentes das propostas de melhoria enunciadas no capítulo anterior. São também apresentados os resultados obtidos para cada uma das implementações efetuadas.

### 6.1 Plataforma para registo de encomendas

De forma a dar resposta à desorganização existente na receção de encomendas, no capítulo 5 foi sugerida a criação de uma plataforma para registo de encomendas como proposta de melhoria.

Inicialmente foi necessário decidir qual seria a base desta plataforma de modo a ser o mais intuitiva possível na perspetiva do utilizador e, ao mesmo tempo, possibilitasse que vários utilizadores tivessem acesso a esta plataforma em simultâneo através de diferentes computadores.

*As folhas de cálculo do Google* possibilitam que vários utilizadores possam editar e visualizar nos diferentes equipamentos informação em tempo real e toda a equipa era familiar com o modo de funcionamento da mesma. Portanto, esta foi a resposta que seria a base desta plataforma.

De seguida, foi necessário definir quais seriam os parâmetros que deveriam integrar a plataforma, de forma que contivesse toda a informação necessária e, paralelamente, fosse intuitiva e de fácil visualização.

Os primeiros parâmetros a serem definidos foram os considerados cruciais para que seja possível executar uma encomenda, ou seja: família (tipo e espessura do fio), metragem, cor, quantidade e fusos em que se deseja realizar a encomenda.

Uma vez que um dos objetivos desta plataforma é também o de alocar colaboradores definidos a cada uma das encomendas recebidas, os próximos parâmetros foram pensados de forma a tornar claro quem seria o responsável de cada encomenda e haver registo quando uma encomenda é finalizada. Assim sendo, foram criados os parâmetros: “A Tratar” e “Satisfeito”.

O primeiro parâmetro é preenchido com a inicial do nome do colaborador que fica responsável pela execução da encomenda em questão e o segundo parâmetro é

preenchido pelo colaborador que entregou a encomenda, notificando assim toda a equipa de que a encomenda foi satisfeita.

Posteriormente foram adicionados mais dois parâmetros: “Clientes” e “Observações”. O primeiro deve-se a que por vezes, quando são feitas encomendas em grandes quantidades para o mesmo artigo com prazos de entrega muito apertados e não sendo possível satisfazer todas as encomendas, este parâmetro facilita a decisão de qual o artigo que ganha prioridade. O segundo parâmetro, como o próprio nome indica tem o propósito de anotação de informações relevantes para o planeamento ou execução das mesmas. Um exemplo poderá ser a indicação da máquina em que o fio se encontra a rebobinar para mais tarde quem for recolher a quantidade necessária, não desperdice tempo na procura da respetiva máquina. Outro exemplo poderá ser a indicação da disponibilidade de fio se, por ventura ainda não se encontrar nas instalações da empresa. Isto acontece para as encomendas realizadas com maior antecedência e a quantidade de fio necessária para a sua satisfação não se encontra disponível. Nestas situações a empresa tem de fazer uma requisição à tinturaria.

Por último, foi pensado o aspeto visual que a plataforma teria. Como referido anteriormente, a empresa faz várias exportações. As encomendas feitas para exportação são realizadas com várias semanas de antecedência e em quantidades bastante elevadas. Assim sendo, a execução destas encomendas é conciliada com a produção do dia-a-dia, acabando por ter o seu registo por um tempo bastante prolongado. De forma a tornar a plataforma visualmente mais limpa, foi feita a divisão em duas folhas distintas. Uma dedicada às encomendas da empresa do dia-a-dia e outra dedicada às exportações.

Um outro aspeto que ajuda a gestão visual da plataforma é a alteração da cor das células consoante os diferentes tipos de fio fornecidos pela empresa. Visto que cada tipo de fio tem associado uma cor distinta, as células têm a sua cor preenchida de acordo com o tipo de fio que está a ser encomendado. Isto ajuda a prevenir possíveis erros relativos ao tipo de fio que se foi encomendado.

O último ajuste passou por alterar a cor da célula “Satisfeito” acima referida, preenchida com a inicial do colaborador que satisfaz a encomenda para cor verde, de modo a facilitar a notificação de que uma encomenda se encontra executada.

Na Figura 155 é apresentado um *printscreen* da plataforma criada.

Cliente	Família	Metragem	Cor	Quantidade (cones)	Prazo de Entrega	A Tratar	Observações	Satisfeito
	alpha 120	5000	301	72	15h	P	tk2	P
	alpha 120	5000	552	48	12h	F	tk10	
	alpha 120	5000	1018	12	16h	L	tk3	L
	micron 150	5000	887	120	12/fev	P	tk11	
	alpha 120	5000						
	kappa 120	5000						
	alpha 120	5000						
	delta 50	5000						
	alpha 120	5000						
	alpha 120	5000						
	sigma 75	5000						
	alpha 120	5000						
	zeta 100	5000						
	alpha 120	5000						
	alpha 120	5000						
	alpha 120	5000						
	alpha 120	5000						
	alpha 120	5000						
	alpha 120	5000						

Figura 15 - Plataforma para registo de encomendas

Após realizada a implementação desta plataforma para o registo de encomendas, tal como tinha sido previsto no capítulo anterior, rapidamente foi observado um grande aumento da organização do departamento de produção. O facto de toda a equipa ter neste momento acesso a toda a informação relativa, não só às encomendas pendentes no momento, mas também do estado em que cada uma se encontra, levou a uma melhoria, não só do planeamento para estas encomendas, mas também da sua conjugação com a produção para stock.

Um outro resultado bastante positivo observado foi a eliminação do desperdício de processamento excessivo existente derivado de, por vezes, se encontrar mais do que um colaborador a finalizar a preparação da mesma encomenda como já tinha sido referido anteriormente.

## 6.2 Ferramenta de Planeamento (MRP)

No capítulo anterior foi sugerida como proposta de melhoria o desenvolvimento de uma ferramenta de planeamento de encomendas. Esta ferramenta tem como objetivo centralizar toda a informação necessária para o planeamento de encomendas da empresa e realizar o mesmo automaticamente, libertando assim os

engenheiros de produção, os quais realizavam todo este planeamento manualmente.

A ferramenta desenvolvida foi um MRP, uma vez que permite responder com grande eficácia e eficiência aos objetivos acima enunciados.

Assim como na implementação anterior, o primeiro passo passou por definir qual seria a base que suportaria esta ferramenta. O *Microsoft Excel* foi a opção escolhida uma vez que é um programa bastante visual, de fácil centralização de informação e equipado com funções poderosas para a automatização de todos os cálculos.

Posteriormente, passou pela elaboração de um BOM para cada tipo de fio fornecido pela empresa, de modo a obter todas as quantidades necessárias de cada um dos subcomponentes necessários para a obtenção de uma unidade de produto acabado. A Figura 16 mostra o BOM para o tipo de fio com mais volume de vendas por parte da empresa. No Anexo I – BOM dos artigos Alpha, Delta, Kappa e Sigma é possível ver a composição de mais 3 tipos de fios.

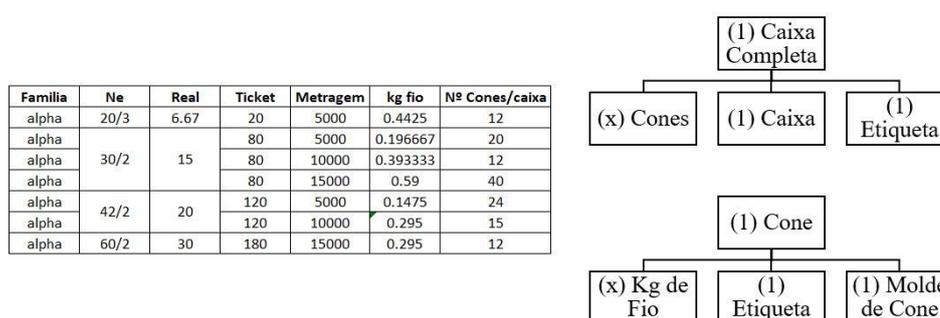


Figura 16 - BOM do tipo de fio alpha

Como é possível verificar através da análise da figura, este BOM foi realizado para cada um dos tipos de fio de acordo com a metragem e número de cones por caixa padrão utilizados pela empresa. Isto deve-se ao facto de, como referido no capítulo 2.4, a maioria das vendas efetuadas pela empresa serem caixas completas com estas quantidades de cones.

À primeira vista, este BOM parece idêntico à Tabela 3, que apresenta as espessuras disponíveis para cada tipo de fio e suas metragens e número de cones por caixa

padrão. No entanto, a segunda e terceira colunas são referentes à variável referida no capítulo 4.2 necessária para correr a fórmula, também referida no mesmo capítulo e calcular a quantidade de Kg necessária de fio para realizar um cone. A sexta coluna é, portanto, responsável por devolver a quantidade de Kg de fio necessária para realizar apenas um cone, tendo em conta as respetivas metragens padrão.

Depois da elaboração do BOM, o próximo passo passou por obter uma listagem de todo o inventário relativo aos diferentes tipos de fios existentes no armazém B0 da empresa. Esta listagem tem de estar constantemente atualizada de forma a alimentar o MRP com informação correta acerca das quantidades existentes dos diferentes tipos de MP e permitir que a ferramenta efetue um planeamento sem qualquer tipo de erros.

Como já foi referido anteriormente, a empresa utiliza o *software* Primavera para controlar todos os níveis de stock referentes aos diferentes tipos de fio e cada uma das suas espessuras de forma precisa. Ao longo do dia, todas estas quantidades vão sendo exportadas para um ficheiro *excel* de forma a manter um registo destas quantidades sempre atualizado e disponível para consulta por parte de todos os departamentos constituintes da empresa.

Esta folha de *excel* foi utilizada como base para a listagem de todo o inventário uma vez que é atualizada várias vezes ao longo do dia, mantendo assim com precisão a informação de todas as quantidades. A Figura 17 mostra um *printscreen* de um excerto desta listagem.

STOCK ACTUAL EM WIP		STOCK ACTUAL EM B		STOCK ACTUAL EM B2		Familia	Artigo	Quantidade
Artigo	StkActual	Artigo	StkActual	Artigo	StkActual			
ALPHA.1.12010.A10	12845		0	ALPHA.1.120.B2	10224	alpha	Caixas	5000
Alpha.1.12015.A10	-36	alpha.1.120.B0	0	ALPHA.1.180.B2	408	alpha	Moldes Cones	6000
ALPHA.1.12017730.A10	-168	ALPHA.1.180.B0	0	ALPHA.1015.120.B2	336	alpha	Etiquetas	7000
ALPHA.1.12020.A10	196148	alpha.1.20.B0	168	ALPHA.1016.120.B2	0	delta	Caixas	6000
ALPHA.1.12025.A10	0	alpha.1.80.B0	131	ALPHA.1018.120.B2	768	delta	Moldes Cones	5000
ALPHA.1.1204YDS.A10	0	alpha.1000.120.B0	168	ALPHA.1056.120.B2	168	delta	Etiquetas	5000
alpha.1.1205.A10	19497	alpha.1000.20.B0	0	ALPHA.1186.120.B2	0	kappa	Caixas	7000
ALPHA.1.1205YDS.A10	0	alpha.1000.80.B0	0	ALPHA.1322.120.B2	0	kappa	Moldes Cones	5000
ALPHA.1.1207.A10	0	alpha.1001.120.B0	0	ALPHA.1385.120.B2	0	kappa	Etiquetas	5000
Alpha.1.18010.a10	0	alpha.1001.20.B0	0	ALPHA.1496.120.B2	312	sigma	Caixas	8000
ALPHA.1.18015.A10	197761	alpha.1001.80.B0	0	ALPHA.2.120.B2	11364	sigma	Moldes Cones	5000
Alpha.1.18020.a10	200000	alpha.1002.120.B0	0	ALPHA.2.20.B2	0	sigma	Etiquetas	5000
Alpha.1.1805.A10	0	alpha.1002.20.B0	0	ALPHA.2.35.B2	0			
alpha.1.1805.A20	0	alpha.1002.80.B0	0	ALPHA.2.50.B2	0			
alpha.1.205.A10	0	alpha.1003.120.B0	0	ALPHA.2.80.B2	0			
alpha.1.505.A10	0	alpha.1004.120.B0	36	ALPHA.293.120.B2	1272			
ALPHA.1.8010.A10	0	alpha.1005.120.B0	18	ALPHA.3.120.B2	10416			
ALPHA.1.8015.A10	0	alpha.1006.120.B0	18	ALPHA.301.120.B2	0			
alpha.1.805.A10	-77	alpha.1007.120.B0	72	ALPHA.520.120.B2	120			
alpha.1000.120.B0	0	alpha.1007.20.B0	0	ALPHA.552.120.B2	0			
Alpha.1000.12010.A10	0	alpha.1007.80.B0	0	ALPHA.622.120.B2	600			
alpha.1000.1205.A10	0	alpha.1008.120.B0	36	ALPHA.651.120.B2	120			
alpha.1000.205.A10	0	alpha.1008.80.B0	0	ALPHA.706.120.B2	-7			

Figura 17 – Excerto da listagem de inventário

Como é possível verificar através da análise da figura, esta listagem apresenta não só os níveis de stock atuais no armazém B0, mas também no armazém B2. O facto de estarem disponíveis também os níveis de stock do armazém B2 torna-se uma mais valia, visto que em caso da quantidade existente no armazém B0 não ser suficiente para realizar uma encomenda, é possível verificar de imediato se a quantidade necessária para complementar esta encomenda se encontra disponível na unidade de Moreira de Cónegos.

Através da análise da Figura 177 é também possível verificar que foi adicionada uma tabela referente às quantidades existentes dos diferentes subcomponentes necessários para a obtenção do produto final. Apesar de todos os subcomponentes serem idênticos, cada tipo de fio está associado a uma cor distinta, como já foi referido em capítulos anteriores e, assim sendo, cada um dos diferentes subcomponentes apresenta a cor do tipo de fio para o qual vai ser utilizado. Na Figura 9 foi possível verificar que cada produto acabado tem uma etiqueta com a designação do tipo de fio e, quer os moldes dos cones utilizados para a produção, quer as caixas utilizadas no embalamento após a etiquetagem apresentam as cores respetivas de cada um dos diferentes tipos de fio. Desta forma, é necessário discriminar as quantidades de cada subcomponente por tipo de fio, uma vez que estes não podem entrar como subcomponente na produção de qualquer um dos tipos de fios fornecidos pela empresa.

Após a obtenção de uma listagem que contenha todos os níveis de stock atualizados, foi realizada uma recolha de dados de forma a perceber em que fusos é que cada tipo de fio poderia ser rebobinado, tendo também em consideração a sua espessura e metragem. Como foi referido no capítulo 2.3, de todos os 150 fusos disponíveis no chão-de-fábrica da empresa, nem todos os artigos podem ser rebobinados em todas as máquinas da empresa. Esta informação é relevante uma vez que para além de ficar registado quais as máquinas que podem produzir cada tipo de artigo, obtemos um valor respetivo ao número máximo de fusos em que é possível rebobinar cada tipo de artigo. A Figura 188 mostra o número de fusos em que é possível rebobinar o tipo de artigo alpha, tendo em conta as metragens desejadas, para cada máquina existente na empresa. No Anexo II – Restrições de fusos para todos os tipos de artigo é possível verificar estas restrições para todos os tipos de artigos.

		alpha 180	alpha 120	alpha 120	alpha 120	alpha 80	alpha 80	alpha80	alpha 20
maquina	fusos	15000	5000	10000	20000	5000	10000	15000	5000
Tk1	12		12						
Tk2	12		12						
Tk3	8		8						
Tk5	12		12	12		12	12		
Tk6	16		16	16		16	16		
Tk7	12		12						
Tk8	12		12						
Tk9	4		4						
Tk10	12		12						
Tk11	12		12						
Tk12	8				8				8
Tk13	12		12						
Tk15	4		4						
TP	24	24	24	24		24			
SSM1	15								
SSM2	20								
ET1	6								
ET2	6								
PW1	12			12	12		12	12	12
Jumbo	18								
<b>Total</b>		24	152	64	20	52	40	12	20

Figura 18 - Restrições de fusos para o tipo de artigo alpha

Uma vez obtido o número máximo de fusos em que é possível rebobinar cada tipo de artigo, já podemos afinar um pouco mais o planeamento. Esta informação é relevante uma vez que um dos *inputs* necessários para a utilização da ferramenta é o número de fusos em que se está a considerar executar a encomenda. Assim sendo, se por ventura este número exceder o número máximo de fusos em que é possível rebobinar não será devolvido nenhum valor relativo ao tempo necessário para a rebobinagem.

O passo seguinte consistiu na definição dos *inputs* que a ferramenta tem de recolher de forma a conseguir realizar todo o planeamento e devolver todas as informações necessárias. Para a recolha destes *inputs* foi criada a Tabela 7 mais à frente apresentada. Os *inputs* definidos são os seguintes: Tipo de fio, espessura, metragem, cor, quantidade de cones desejados e número de fusos em que se deseja executar a encomenda. Este número de fusos entra na definição dos *inputs* uma vez que o tempo necessário para a execução de uma encomenda no processo de rebobinagem é diretamente proporcional ao número de fusos em que o fio se encontra a rebobinar.

Após a definição dos *inputs* necessários, foi necessário decidir como é que através do cruzamento dos *inputs* acima enunciados, a ferramenta conseguiria obter a informação relativa às quantidades de MP existentes daquele artigo específico. Na

Figura 17 ilustrativa da folha do *excel* referente ao inventário, é possível verificar que todos os artigos se encontram codificados. Até ao primeiro ponto é a denominação do tipo de fio, até ao segundo ponto é o número da cor, depois até ao terceiro ponto é a espessura do fio e o restante é a denominação do armazém em que a quantidade respetiva se encontra. Assim, a célula K5 apresenta o código referente à quantidade de fio alpha com espessura 120 e cor 1 no armazém B0.

Com recurso à função concatenar do *excel*, após fornecidos todos os *inputs*, a ferramenta gera o código referente ao artigo desejado, de forma a igualar os códigos utilizados pela empresa no registo dos inventários. A Tabela 5 mostra o código gerado através dos *inputs* fornecidos.

Tabela 5 - Códigos referentes ao artigo exemplificado para cada armazém

<b>Código b0</b>	alpha.301.120.B0
<b>Código b2</b>	alpha.301.120.B2

Como é possível verificar através da análise da figura, a ferramenta automaticamente gera dois códigos distintos, cada um referente a um armazém distinto. Isto foi pensado de forma a poder realizar-se uma pesquisa para cada um dos armazéns de MP da empresa, de forma a obter a quantidade disponível em cada um deles.

Posteriormente, utilizando o código gerado através dos *inputs* fornecidos, a ferramenta vai comparar este código com todos os códigos contidos na coluna K da folha de inventário de forma a encontrar a repetição do seu próprio código e devolver a respetiva quantidade. Esta comparação é realizada utilizando a função PROCV do *excel*. Esta função recebe como *input* uma variável e, de seguida, compara essa mesma variável com todas as células dentro de um determinado intervalo, de forma a encontrar uma célula com, exatamente, o mesmo valor da variável fornecida. Depois disto, devolve o valor da célula que se encontra na mesma linha, mas com a coluna desejada pelo construtor, neste caso, a coluna L e P respetivamente, referente às quantidades existentes em cada um dos armazéns para o artigo requisitado.

O passo seguinte passou pela criação do campo que devolve o tempo necessário de produção, de acordo com as quantidades desejadas pelos clientes. O tempo

necessário para a produção de um cone por fuso, com a metragem padrão de 5000m é de 7 minutos. Utilizando esse valor e multiplicando-o pelo número de cones desejados pelo cliente fornecido no *input*, obtemos o tempo de produção necessário para a execução da encomenda para a metragem padrão a 5000m. Contudo, esta fórmula teve de ser alterada uma vez que, como foi referido anteriormente, a empresa apresenta mais metragens padrão e não está restrita a estas metragens, portanto, não faz sentido que a fórmula para a execução de encomendas esteja pensada apenas para o caso da metragem desejada ser de 5000m. A fórmula abaixo apresentada mostra a solução para que qualquer metragem seja abrangida no planeamento.

$$\frac{((7 * n^{\circ}cones) * (\frac{metragem}{5000}))}{n^{\circ}fusos pretendidos}$$

A variável L corresponde ao número de minutos necessários para a realização de um cone com 5000m de fio.

Todas as outras variáveis são fornecidas pelo utilizador à ferramenta aquando da inserção dos *inputs* necessários para a realização do planeamento.

Com recurso a esta fórmula, é possível calcular o número de minutos necessários no processo de rebobinagem para a execução da encomenda independentemente da metragem desejada pelo cliente. Como pode ser verificado através da análise da fórmula criada, a metragem introduzida como *input* é comparada com a metragem padrão de 5000m e a sua proporção multiplicada pelo tempo necessário para a produção de um cone com a metragem padrão de 5000m.

Uma vez que o tempo necessário para a execução de uma encomenda não depende apenas do tempo necessário para a sua rebobinagem, o passo seguinte passou pela definição dos restantes tempos que afetam todo o processo. Os tempos definidos foram: tempo necessário para a MP ser alimentado na máquina de rebobinagem, tempo necessário para etiquetar e embalar a totalidade dos cones desejados e, caso a MP não se encontre disponível em stock, o tempo necessário para que o seu reabastecimento seja efetuado.

Relativamente ao tempo que a MP demora a ser alimentada na máquina de rebobinagem, foi realizado um levantamento destes tempos ao longo do estágio, baseado em 40 observações. Posteriormente, foi calculada a média de todas as

observações realizadas e o valor obtido corresponde ao valor utilizado para o tempo necessário para o fio ser alimentado na máquina de rebobinagem. Este valor médio foi de 6 horas.

No que diz respeito ao tempo necessário para etiquetagem e embalagem da quantidade encomendada pelo cliente, foi definido o tempo unitário necessário para etiquetar e embalar apenas um cone e realizada a multiplicação pelo número de cones desejados. O valor deste tempo unitário foi fornecido pela empresa, uma vez que já tinha sido definido aquando da realização de um OEE da máquina de etiquetagem e embalagem. Este valor corresponde a 3.4 segundos.

Por último, resta apenas realizar a definição do tempo necessário ao reabastecimento de MP, caso este se encontre em rutura de stock. Este reabastecimento pode ser realizado de duas formas distintas. A primeira forma de abastecimento pode ser realizada caso a empresa disponha na unidade de Moreira de Cónegos uma quantidade suficiente para complementar a quantidade necessária para a execução da encomenda. A segunda forma de reabastecimento é feita por parte da tinturaria, após encomenda da MP em questão.

Como foi referido anteriormente, a empresa dispõe de uma carrinha que faz o ponto de ligação entre as duas unidades, duas vezes por dia. Desta forma, foi definido que o tempo necessário para o reabastecimento de MP, caso a segunda unidade tenha na sua posse uma quantidade suficiente de MP para complementar a encomenda, é de um dia. Apesar desta carrinha realizar a sua deslocação duas vezes por dia, este valor foi definido desta forma, de modo a abranger o pior caso possível, que é a realização da encomenda após a última deslocação da carrinha.

Para o caso de não existir na segunda unidade uma quantidade de MP suficiente para complementar a quantidade necessária para a execução da encomenda, é necessário definir o tempo de reabastecimento da MP por parte da tinturaria. A empresa faz o registo sempre que efetua uma encomenda de MP à tinturaria e posteriormente, quando a MP dá entrada nas instalações da empresa. Desta forma, a definição do tempo necessário para o reabastecimento da MP, caso este tenha de ser realizado por parte da tinturaria, foi contabilizado através da média da diferença entre a data em que a MP dá entrada nas instalações e a data em que foi requisitado à tinturaria. A média deste tempo é de 6 dias, no entanto, existem as situações em que os

engenheiros requisitam a MP com muita urgência e a tinturaria consegue dar prioridade muito elevada, realizando este abastecimento em cerca de 3 dias.

Assim sendo, o tempo necessário para o reabastecimento de MP pode tomar quatro valores distintos (em dias): “0” caso a empresa já disponha nas instalações da sede a quantidade de MP necessária para a realização da encomenda; “1” caso esta quantidade possa ser complementada com a MP existente nas instalações da segunda unidade; “3” caso seja feita a requisição da MP à tinturaria com muita urgência; e “6” caso a requisição da MP à tinturaria tenha sido feita em condições normais. A Tabela 6 apresenta todos estes tempos discriminados.

*Tabela 6 – Tempos necessários para realizar um planeamento*

<b>Tempo de produção de 1 cone</b>	7 minutos
<b>Tempo médio entrada MP</b>	6 horas
<b>Tempo médio embalagem por cone</b>	3.4 segundos
<b>Reabastecimento interno</b>	1 dia
<b>Reabastecimento externo</b>	6 dias

Uma vez fornecida a listagem do inventário de MP nas duas unidades, realizada a restrição do número de fusos que têm capacidade para rebobinar cada tipo de fio e de um BOM que discrimina as quantidades necessárias de cada subcomponente para a obtenção do produto acabado, realizada a definição dos *inputs* necessários e de todos os tempos que influenciam a execução total de uma encomenda, o passo seguinte passou pela estruturação da apresentação dos dados referentes a todas estas existências.

De forma a fomentar uma melhor gestão visual para a análise dos dados devolvidos pela ferramenta, foi decidido que estes dados deviam ser agrupados pelo tipo de informação devolvida. Para este efeito foram criadas cinco tabelas: a primeira dedicada à apresentação de todos os dados fornecidos como *input*; a segunda para apresentação dos dados referentes às existências de MP e subcomponentes em stock, quer no armazém B0, quer no armazém B2; a terceira referente ao tempo necessário para a execução da encomenda apenas para o processo de rebobinagem, de acordo com o número de fusos pretendidos; a quarta para o tempo total necessário à execução da encomenda; e por fim, a quinta que apresenta todos os consumos de MP e subcomponentes necessários para a realização da encomenda.

Abaixo são apresentadas todas as tabelas mencionadas, com um exemplo prático ilustrativo. Para este efeito foi realizada uma simulação de uma encomenda de 72 cones da cor 301, do tipo de fio Alpha com uma espessura de 120 e metragem 5000m. A Tabela 7 é referente aos dados fornecidos como *input* da simulação mencionada.

*Tabela 7 - Tabela utilizada para obtenção de inputs*

<b>Artigo</b>	
<b>Família</b>	alpha
<b>Ticket</b>	120
<b>Metragem</b>	5000
<b>Cor</b>	301
<b>Nº fusos a utilizar na produção</b>	4
<b>Nº Cones</b>	72

Apesar do objetivo principal desta tabela ser a apresentação dos dados fornecidos como *input* à ferramenta, esta não é estática, ou seja, se o utilizador desejar alterar algum parâmetro, a ferramenta automaticamente efetua um novo planeamento correspondente aos novos *inputs*. O *input* referente ao número de fusos desejado para a execução da encomenda não é apresentado nesta tabela, uma vez que foi definido que faz mais sentido ser apresentado na tabela referente ao tempo necessário para a execução da encomenda no processo de rebobinagem.

De seguida é apresentada a Tabela 8 referente às existências de MP e subcomponentes em stock para o exemplo em questão.

*Tabela 8 - Existências de MP e subcomponentes*

<b>Descrição Componente</b>	<b>Inventário</b>	<b>Nec. Líquidas</b>	<b>Nec. Brutas</b>
<b>Caixas</b>	5000	3	0
<b>Kg de Fio em B0</b>	36	10.62	0
<b>Etiquetas</b>	7000	72	0
<b>Moldes Cones</b>	6000	72	0
<b>Kg do Fio em B2</b>	0	<b>Considerando B2</b>	0

Como é possível verificar através da análise da tabela, existem três campos distintos que fornecem informações essenciais para o planeamento das necessidades de MP

e subcomponentes. O campo “Inventário” devolve a informação referente às existências de stock dos diferentes componentes integrados no artigo. O campo “Nec. Líquidas” calcula as quantidades necessárias de todos os componentes para a execução da encomenda. Por fim, o campo “Nec. Brutas” é responsável por devolver informação relativamente às quantidades necessárias para execução de encomenda que não se encontrem em stock. Estas necessidades são calculadas através da subtração das necessidades líquidas pelas existências de inventário, nunca podendo tomar um valor inferior a “0”. Neste exemplo podemos verificar que todas as necessidades brutas são “0”, uma vez que as quantidades existentes em inventário são superiores às necessidades líquidas. Caso algum destes componentes não apresentasse um nível de stock suficiente para satisfazer as necessidades líquidas da encomenda, a diferença deste valor seria apresentada no campo “Nec. Brutas”. Podemos também verificar que a quantidade de MP necessária para execução dos 72 cones são 10.62 Kg, o número necessário de etiquetas e moldes de cones igual ao número de cones e, portanto, 72 e o número de caixas igual a 3 uma vez que para este artigo o número de caixas por cone é de 24 como pode ser verificado através da análise da Tabela 3.

A Tabela 9 apresenta o tempo necessário para execução da encomenda apenas para o processo de rebobinagem.

*Tabela 9 - Tempo necessário para rebobinagem*

<b>Fusos Destinados</b>	4			
<b>Tempo Estimado</b>	2	horas	6	min
<b>Fusos Disponíveis</b>	152			

Mais uma vez, o campo “Fusos Destinados” não é estático, sendo que se o utilizador desejar obter informação relativa ao tempo necessário para a execução da encomenda com um número diferente de fusos destinados à mesma, automaticamente a ferramenta devolve novos valores. Neste caso o tempo necessário para a rebobinagem dos 72 cones, utilizando apenas 4 fusos é de 2 horas e 6 minutos.

A Tabela 10 é referente ao tempo total necessário para execução da encomenda.

Tabela 10 - Tempo total necessário para a satisfação de uma encomenda

<b>Chegada MP</b>	0	dias
<b>Entrada em WIP</b>	6	h
<b>Rebobinagem</b>	2.1	h
<b>Embalamento</b>	0.068	h
<b>Total Processo Produtivo</b>	8.168	h

Como se pode verificar através da análise da tabela, todos os tempos relativos aos diferentes processos produtivos encontram-se discriminados, assim como, o tempo necessário para o reabastecimento da MP. O campo “Chegada MP” devolve o tempo necessário ao abastecimento de MP caso a quantidade existente em stock não seja suficiente para a satisfação da encomenda. O campo “Entrada em WIP” devolve o tempo necessário para a alimentação da MP na máquina de rebobinar, anteriormente apresentado. O campo “Rebobinagem”, como o nome indica, devolve o tempo necessário para a execução da encomenda no processo de rebobinagem, apresentado na Tabela 9. De seguida, o campo “Embalamento” devolve o tempo necessário para a etiquetagem e embalagem da quantidade de cones encomendados. Finalmente, o campo “Total Processo Produtivo” é responsável por devolver o tempo total necessário para a execução da encomenda. Neste último campo não se optou por adicionar também o tempo necessário para o reabastecimento de MP uma vez que o tempo necessário para este reabastecimento será sempre em dias e, portanto, é bastante díspar relativamente aos restantes tempos.

Através da análise da tabela é possível verificar que para a simulação enunciada, o tempo de reabastecimento de MP devolve o valor “0”, uma vez que as existências de inventário são suficientes para a satisfação da encomenda. O tempo de “Entrada em WIP” é de 6 horas, como foi anteriormente referido, o tempo de “Rebobinagem” igual a 2.1 horas (o equivalente às 2 horas e 6 minutos anteriormente calculadas) e o tempo necessário para o “Embalamento” de 0.068 horas (cerca de 4 minutos). Ou seja, no total, são necessárias aproximadamente 8 horas e 10 minutos para a total satisfação da encomenda.

Por último, a Tabela 11 apresenta os valores relativos a todos os consumos de inventário necessários para a satisfação da encomenda.

Tabela 11 - Consumos de inventário

Consumos	
Nº Caixas	3
Nº Etiquetas	72
Nº Moldes cone	72
Kg de Fio	10.62

Como é possível verificar através da análise da tabela, todos os consumos dos diferentes componentes necessários para a obtenção do artigo final apresentam-se discriminados, sendo estes iguais às necessidades líquidas anteriormente apresentadas.

Na Figura 199 é apresentada a folha completa relativa ao MRP, onde é possível verificar a conciliação de todas estas tabelas.

Inputs				Tempo Necessário para satisfação e Consumos		
<b>Artigo</b>						
Familia	alpha					
Ticket	120					
Metragem	5000					
Cor	301					
Nº fusos a utilizar na produção	4					
Nº Cones	72					
<b>Necessidades</b>						
Descrição Componente	Inventário	Nec. Líquidas	Nec. Brutas			
Caixas	5000	3	0	Chegada MP	0	dias
Kg de Fio em B0	36	10.62	0	Entrada em WIP	6	h
Etiquetas	7000	72	0	Rebobinagem	2.1	h
Moldes Cones	6000	72	0	Embalamento	0.4	h
Kg do Fio em B2	0	Considerando B2	0	Total Processo Produtivo	8.5	h
<b>Consumos</b>						
Fusos Destinados	4			Nº Caixas	3	
Tempo Estimado	2	h	6	min	Nº Etiquetas	72
Fusos Disponíveis	152			Nº Moldes cone	72	
				Kg de Fio	10.62	

Figura 19 - Folha de excel resultante

Uma vez finalizada a ferramenta, procedeu-se à realização de testes relativamente à fiabilidade de toda a informação e cálculos devolvidos. Após realizados todos os ajustes, foi feito um levantamento do tempo necessário ao planeamento utilizando a ferramenta, baseado em 40 observações, de modo a comparar este com o tempo necessário para realizar o planeamento manualmente. A Tabela 12 apresenta os resultados obtidos.

Tabela 12 - Comparação entre os tempos necessários para o planeamento de uma encomenda

	<b>segundos</b>	<b>minutos</b>
<b>Tempo atual</b>	57	0.95
<b>Tempo anterior</b>	268	4.46
<b>Diferença</b>	211	3.52

Como se pode verificar através da análise dos resultados, existe em média um ganho de 3.5 minutos por cada planeamento realizado, valor este bastante positivo, correspondente a uma redução de tempo médio necessário à realização de um planeamento de 79%. Como foi referido anteriormente, o número médio de encomendas por dia é de 5, ou seja, em média são ganhos 17.5 minutos por dia na tarefa de planeamento de encomendas.

### **6.3 Base de Dados para Centralização de Informação de Fornecedores e Custos de Produção**

No capítulo anterior, foi sugerido como proposta de melhoria a criação de uma base de dados que centralizasse toda a informação referente aos fornecedores de todos os componentes que integram todo o processo produtivo e os seus respetivos custos unitários associados.

Similarmente às implementações anteriores, o primeiro passo passou por definir qual seria o suporte em que esta base de dados assentaria. Uma vez mais o *excel* foi o recurso utilizado, uma vez que permite a fácil divisão de toda a informação entre os fornecedores de cada componente.

Posteriormente, foram analisadas todas as faturas referentes a todos os componentes que integram o produto final de modo a associar cada um destes aos distintos fornecedores. Para tal, foi criada uma folha de *excel* para cada componente e registados os diferentes fornecedores de cada um.

O passo seguinte passou pela definição dos custos unitários de cada componente discriminando para cada um os diferentes fornecedores. No entanto, estas faturas

apresentavam o valor total da compra e não discriminavam o valor de cada artigo. Apesar de continuar a ser possível realizar uma estimativa através da média do valor total dos artigos, pela sua quantidade, o valor unitário real de cada artigo não é possível de ser calculado. Ainda que seja o mesmo tipo de componentes, estes podem tomar dimensões distintas, o que influencia o valor do artigo. A Tabela 13 apresenta a informação dedicada ao subcomponente caixas. Cada um dos componentes tem uma folha de *excel* com a sua respetiva tabela. Os custos apresentados na tabela são fictícios.

Tabela 13 - Base de dados de fornecedores e custos associados

<b>Tipo de fio</b>	<b>Tamanho</b>	<b>Fornecedor</b>	<b>Custo Unitário (€)</b>
Alpha	Pequeno	Fornecedor 1	0.092
		Fornecedor 2	0.1
	Médio	Fornecedor 1	0.13
		Fornecedor 2	0.11
Grande	Fornecedor 1	0.18	
Delta	Pequeno	Fornecedor 1	0.15
	Grande	Fornecedor 1	0.17
		Fornecedor 2	0.19
Kappa	Pequeno	Fornecedor 1	0.11
		Fornecedor 2	0.12
Micron	Pequeno	Fornecedor 1	0.13
Sigma	Pequeno	Fornecedor 1	0.098
Zeta	Pequeno	Fornecedor 1	0.17
Zeta	Grande	Fornecedor 2	0.26

Como pode ser verificado através da análise da tabela, um dos campos é referente ao tamanho das caixas que, como pode ser observado, influencia diretamente o preço do artigo.

Adicionalmente, foi criada a Tabela 14, com todas as restrições relativamente a como é que estes componentes interagem entre si ao longo do processo produtivo.

O campo “Dimensões”, tal como o nome indica, apresenta as dimensões do subcomponente caixas e o campo “Tamanho”, a designação associada.

Através da análise da tabela podemos verificar que tipo de cones se destinam a que tipo de artigos, que máquinas os recebem como *input* para a produção e, mais tarde, que tipo de caixas suportam o seu embalamento.

Embora não hajam melhorias aparentes assinaláveis, a centralização desta informação pode ser uma mais valia para a empresa. O facto de esta informação se encontrar agora organizada e em suporte digital, torna a transmissão desta mais fácil e eficaz.

Apesar de um dos objetivos para esta implementação fosse o acesso aos custos de produção discriminado os custos associados a cada componente, devido a falta de informação, este objetivo não foi atingido.

A Tabela 14 referente às restrições que os diferentes componentes apresentam na sua interação entre si, pode também conter informação relevante para o processo de decisão relativamente ao local reservado para a armazenagem de cada um dos componentes, caso a empresa decida mais tarde realizar uma reestruturação ao seu armazém.

*Tabela 14 - Interação entre os diferentes consumíveis*

<b>Dimensões</b>	<b>Tamanho</b>	<b>Destino</b>	<b>Cones</b>	<b>Maquinas</b>
375*250*130	Pequena	alpha	Pequeno	TK's
		delta		
		sigma		
		kappa		
385*270*130	Pequena	Mourisca	Medio	
		S/ Publicidade		
385*270*150	Media	alpha	cone 145	PW1, TK12
		delta		
		sigma		
		kappa		
		zeta	kingspul	SSM2, ET's
		micron		
385*270*175	Grande	micron	175	SSM1
590*390*222	Jumbo	Jumbo		
590*390*305	Grande	Exportações	Qualquer	
600*400*400	Excepcional			

## **7. CONCLUSÕES E TRABALHO FUTURO**

Neste último capítulo, são realizados um resumo e a conclusão relativamente a todo o projeto e às respetivas implementações realizadas. Posteriormente, são apresentadas algumas propostas de trabalho futuro, de forma a complementar ou tornar possíveis algumas das implementações anteriormente apresentadas.

### **7.1 Conclusão**

No primeiro capítulo, foram definidos os objetivos que se pretendiam atingir ao longo deste projeto. De uma forma geral, estes objetivos passavam pela implementação de plataformas e ferramentas de apoio ao planeamento de encomendas, sendo assim possível melhorar este processo e facilitar todo o levantamento de dados necessários para a realização do mesmo.

Inicialmente foi efetuada uma análise detalhada de todo o processo produtivo e do procedimento atual realizado pela empresa para o planeamento das suas encomendas, desde o momento em que são recebidas, até ao momento em que é realizada a sua satisfação.

Desta análise foram identificados alguns problemas ao longo deste processo, sendo que os principais problemas identificados foram a falta de organização existente aquando da receção das encomendas; a inexistência de um colaborador alocada para assegurar que as mesmas eram executadas e, posteriormente, satisfeitas; o método utilizado para o planeamento destas encomendas e finalmente, a falta de centralização de toda a informação necessária para a realização do planeamento.

De forma a dar resposta a estes problemas, foram realizadas algumas implementações. A primeira implementação passou pela criação de uma plataforma que possa ser acedida por toda a equipa do departamento de produção, de forma a realizar o registo de encomendas e alocação de um colaborador à execução e, posteriormente, satisfação das diferentes encomendas.

A próxima implementação passou pela criação de uma ferramenta de apoio ao planeamento destas encomendas, que centralizasse toda a informação e realizasse automaticamente todos os cálculos necessários à realização do mesmo.

A última implementação passou pela criação de uma base de dados que centralizasse toda a informação relativa aos fornecedores dos diferentes componentes necessários para a obtenção do produto acabado e discriminação dos custos unitários de cada um destes.

Apesar de nem todos os objetivos serem atingidos, como é o caso da obtenção dos custos unitários relativos aos diferentes componentes que integram o produto final, o objetivo principal de melhorar todo o processo de planeamento foi atingido.

A organização de todo o departamento de produção na receção de encomendas aumentou drasticamente, tendo o desperdício de sobreprocessamento referido nos capítulos anteriores sido eliminado.

No que diz respeito ao planeamento destas encomendas, constatou-se um ganho médio de x horas por dia utilizando a ferramenta de planeamento desenvolvida, em comparação com o procedimento anteriormente utilizado pela empresa.

A criação da base de dados com todas as informações discriminadas relativamente aos diferentes fornecedores, pode também vir a mostrar-se uma mais valia para a empresa na formação de futuros novos membros da equipa.

## **7.2 Trabalho Futuro**

De forma a dar continuidade ao trabalho realizado e complementar algumas das implementações efetuadas, são sugeridas algumas propostas de trabalho futuro.

No capítulo anterior, aquando da criação da base de dados com o objetivo de centralizar toda a informação respetiva aos diferentes fornecedores e obter o custo de produção das diferentes encomendas, foi constatado que as faturas utilizadas para o levantamento destes dados, não discriminavam o custo de cada artigo provenientes dos diferentes fornecedores.

No sentido de complementar esta base de dados e consequentemente, a obtenção dos custos de produção de cada encomenda, discriminando os custos relativos a cada componente, a primeira proposta de trabalho futuro passa pela obtenção dos custos relativos aos diferentes artigos de cada fornecedor. Uma vez obtidos estes custos, para além de complementarem a base de dados referida, podem também ser fornecidos à ferramenta de planeamento, de forma a obter o custo de produção de cada encomenda automaticamente. Isto pode ser realizado através da criação de

mais um campo na Tabela 11, referente aos consumos dos diferentes componentes necessários para realizar a encomenda e, a multiplicar cada um deles pelos respetivos custos unitários, obtendo assim o total dos custos de produção referentes aos consumos dos diferentes componentes.

De forma a tornar mais eficaz e precisa a listagem dos inventários que alimenta a ferramenta de planeamento, é também proposto como trabalho futuro que se criem códigos e deem entrada no software Primavera todas as informações relativas às quantidades dos diferentes subcomponentes que dão entrada nas instalações da empresa.

Finalmente, é também sugerido como proposta de trabalho futuro que se realize um estudo referente aos stocks de segurança de cada um destes subcomponentes e também dos diferentes tipos de MP de forma a tornar mais eficaz todo o planeamento e evitar possíveis ruturas de stock provenientes da falta desta informação.



## 8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BEESTERBOER, Bart; LAND, Martin; TEUNTER, Ruud - Hybrid MTO-MTS production planning: An explorative study. **European Journal of Operational Research**. . ISSN 0377-2217. 248:2 (2016) 453–461. doi: 10.1016/j.ejor.2015.07.037.

BUFFA, Elwood Spencer; MILLER, Jeffrey G. - **Production-inventory systems: planning and control**. 3rd. ed.

DUFFIELD, Stephen - Using action research in practice: Useful insights and outcomes. 23:1 (2017) 77–124.

FINCH, Byron J. - PROCESS-ORIENTED PRODUCTION PLANNING AND CONTROL: FACTORS THAT INFLUENCE SYSTEM DESIGN. 31:1 (1988) 123–153.

FOGARTY, D. W.; BLACKSTONE, J. H.; HOFFMANN, T. R. - **Production and Inventory Management**. 2nd. ed. [S.l.] : South-Western College Pub, 1990

FORD, Michael - Smart for Smart 's Sake , Part 2 : Material Management. November (2016).

GUOLI, Ji; DAXIN, Gong; TSUI, Freddie - Analysis and implementation of the BOM of a tree-type structure in MRPII. 139:2003) 535–538. doi: 10.1016/S0924-0136(03)00520-X.

HU, Junfei; GUO, Peng; LENG, Kim - Computers & Industrial Engineering Flexible capacity planning for engineering systems based on decision rules and differential evolution. **Computers & Industrial Engineering**. . ISSN 0360-8352. 123:June (2018) 254–262. doi: 10.1016/j.cie.2018.06.035.

HUANG, Haiyan; WANG, Zheng - Solving coupled task assignment and capacity planning problems for a job shop by using a concurrent genetic algorithm. 48:24 (2010) 7507–7522. doi: 10.1080/00207540903490163.

JACOBS, F. Robert *et al.* - **Manufacturing planning and control for supply chain management**. AOICS/CPIM ed. [S.l.] : McGraw-Hill, 2011. ISBN 9780071750325.

KANDA, Shohei; TAKAHASHI, Katsuhiko; MORIKAWA, Katsumi - A flexible service rule for the dynamic make-to-stock / make-to-order hybrid production system. **Procedia Manufacturing**. . ISSN 2351-9789. 2:February (2015) 46–50. doi: 10.1016/j.promfg.2015.07.009.

KASHKOUSH, Mohamed; ELMARAGHY, Hoda - CIRP Journal of Manufacturing

Science and Technology Product family formation by matching Bill-of-Materials trees. **CIRP Journal of Manufacturing Science and Technology**. . ISSN 1755-5817. 2015). doi: 10.1016/j.cirpj.2015.09.004.

LUKINSKIY, Valery; LUKINSKIY, Vladislav - Evaluation of Stock Management Strategies Reliability at Dependent Demand. **Procedia Engineering**. . ISSN 1877-7058. 178:2017) 53–56. doi: 10.1016/j.proeng.2017.01.060.

OAKSHOTT, L. - **Essential Quantitative Methods**. 5th. ed. [S.l.] : Palgrave Macmillan, 2012

OHNO, Taiichi - **Toyota Production System: Beyond Large-Scale Production**. [S.l.] : Productivity Press, 1998

REIS, Elisete Estrada - Gestão de inventários numa empresa de produção de linhas de costura. 2015).

RENNA, Paolo - Production control policies for a multistage serial system under MTO-MTS production environment. 2016) 449–459. doi: 10.1007/s00170-015-7587-z.

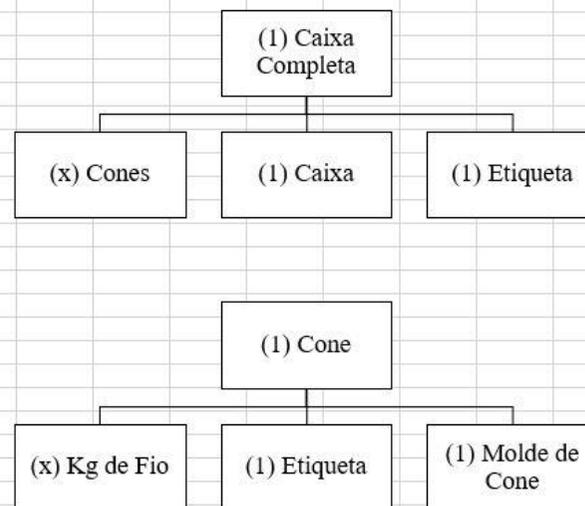
SILVA, S. Carmo - **PLANEAMENTO E CONTROLO DA PRODUÇÃO**. 16. ed.

VILAÇA, Pedro Joaquim Oliveira - Gestão da produção em ambiente híbrido de fabrico para. 2013).

VOGEL, Tom; ALMADA-LOBO, Bernardo; ALMEDER, Christian - Integrated versus hierarchical approach to aggregate production planning and master production scheduling. 2017) 193–229. doi: 10.1007/s00291-016-0450-2.

## ANEXO I – BOM DOS ARTIGOS ALPHA, DELTA, KAPPA E SIGMA

Familia	Ne	Real	Ticket	Metragem	kg fio	Nº Cones/caixa
alpha	20/3	6.67	20	5000	0.4425	12
alpha	30/2	15	80	5000	0.196667	20
alpha			80	10000	0.393333	12
alpha			80	15000	0.59	40
alpha	42/2	20	120	5000	0.1475	24
alpha			120	10000	0.295	15
alpha	60/2	30	180	15000	0.295	12
delta	16/3	5.33333	12	3000	0.331875	12
delta	26/3	8.66667	20	5000	0.340385	12
delta	32/2	16	30	5000	0.184375	20
delta	32/3	10.6667	35	5000	0.276563	15
delta	40/3	13.3333	40	5000	0.22125	20
delta	50/3	16.6667	50	5000	0.177	20
delta	40/2	20	60	5000	0.1475	24
kappa	16/3	5.33333	25	5000	0.553125	8
kappa	16/2	8	36	5000	0.36875	12
kappa	28/3	9.33333	50	5000	0.316071	15
kappa	24/2	12	60	5000	0.245833	15
kappa	28/2	14	75	5000	0.210714	20
kappa			75	10000	0.421429	12
kappa	36/2	18	100	10000	0.327778	12
kappa	45/2	22.5	120	5000	0.131111	24
kappa			120	10000	0.262222	15
sigma	16/3	5.33333	25	5000	0.553125	8
sigma	16/2	8	36	5000	0.36875	12
sigma	28/3	9.33333	50	5000	0.316071	15
sigma	30/2	15	75	5000	0.196667	20
sigma			75	10000	0.393333	12
sigma	36/2	18	100	5000	0.163889	20
sigma			100	10000	0.327778	12
sigma	48/2	24	120	5000	0.122917	24
sigma			120	10000	0.245833	15
sigma	58/2	29	150	5000	0.101724	30



## ANEXO II – RESTRIÇÕES DE FUSOS PARA TODOS OS TIPOS DE ARTIGO

maquina	fusos	alpha 180	alpha 120	alpha 120	alpha 120	alpha 80	alpha 80	alpha80	alpha 20	sigma 150	sigma 120	sigma 120	sigma 75	sigma 75	sigma 120	kappa 120	kappa 120	kappa 75	kappa 75	delta	delta 50	zeta	zeta jumbo	Micron		
		15000	5000	10000	20000	5000	10000	15000	5000	5000	5000	20000	5000	10000	10000	5000	10000	5000	10000	5000	10000	5000	10000	Kg	10000	
Tk1	12		12																							
Tk2	12		12																							
Tk3	8		8																							
Tk5	12		12	12		12	12																			
Tk6	16		16	16		16	16																			
Tk7	12		12							4	4		4		4	4	4	4								
Tk8	12		12																							
Tk9	4		4																							
Tk10	12		12																							
Tk11	12		12																							
Tk12	8				8				8																	
Tk13	12		12																							
Tk15	4		4																							
TP	24	24	24	24		24				24			24		24		24	24		24	24					
SSM1	15																						15			
SSM2	20																									20
ET1	6																									
ET2	6																									
PW1	12			12	12		12	12	12		12	12		12		12			12							
Jumbo	18																							18		
<b>Total</b>		24	152	64	20	52	40	12	20	28	16	12	28	12	28					24	24	15	18		20	