



DESENVOLVIMENTO DE SOLUÇÕES OPERACIONAIS NUMA INDÚSTRIA METALÚRGICA

BRUNO MIGUEL GARCIA MARQUES DOS SANTOS

julho de 2019

DESENVOLVIMENTO DE SOLUÇÕES OPERACIONAIS NUMA INDÚSTRIA METALÚRGICA

Bruno Miguel Garcia Marques Santos
1120278

2018/2019

Instituto Superior de Engenharia do Porto
Departamento de Engenharia Mecânica



POLITÉCNICO
DO PORTO

isep

DESENVOLVIMENTO DE SOLUÇÕES OPERACIONAIS NUMA INDÚSTRIA METALÚRGICA

Bruno Miguel Garcia Marques Santos
1120278

Dissertação apresentada ao Instituto Superior de Engenharia do Porto para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Engenharia Mecânica, realizada sob a orientação de André Borges Guimarães Serra e Santos.

2018/2019

Instituto Superior de Engenharia do Porto
Departamento de Engenharia Mecânica



POLITÉCNICO
DO PORTO

isep

JÚRI

Presidente

Arnaldo Manuel Guedes Pinto

Professor Adjunto, Instituto Superior de Engenharia do Porto

Orientador

Engenheiro André Borges Guimarães Serra e Santos

Assistente Convidado, Instituto Superior de Engenharia do Porto

Supervisor

Engenheiro António Augusto da Rocha Marques de Sousa

Diretor Comercial, Metalocaima S.A.

Arguente

Engenheira Maria Leonilde Rocha Varela

Professora, Universidade do Minho

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar um agradecimento ao meu orientador, o Engenheiro André Borges Guimarães Serra e Santos, pelos ensinamentos e pela disponibilidade total o que facilitou a elaboração desta tese.

Gostaria também de agradecer ao Engenheiro António Sousa pela oportunidade de integrar a equipa, bem como, por todo o apoio na elaboração deste trabalho. A toda a equipa da Metalocaima S.A. um sincero agradecimento pela ajuda sempre que precisei.

Agradeço à minha família por tudo o que as palavras não podem descrever.

A todos o meu muito obrigado.

PALAVRAS CHAVE

Gestão de materiais, Análise ABC, Ponto de encomenda, Uniformização, Stocks, Orçamentação

RESUMO

A forte concorrência no setor metalúrgico, como em tantos outros, obrigada as empresas a apostarem continuamente em processos que, por um lado, reduzam os custos, mas por outro mantenham ou aumentem a qualidade do serviço prestado, a eficiência dos processos e, conseqüentemente, a satisfação do cliente. Atualmente, são valorizados conceitos de gestão, como, classificação de stocks, implementação de estratégias de encomenda, com vista a reduzir custos, o que é essencial para promover a competitividade e crescimento das empresas.

Neste contexto, desenvolveu-se esta dissertação de mestrado que pretende ser um pequeno contributo na matéria. O projeto desenvolveu-se na Metalocaima S.A. onde se encontraram algumas situações, passíveis de serem melhoradas, traduzindo-se num aumento de valor.

Foram, sobretudo, trabalhadas duas áreas. Por um lado, a problemática de excesso de stock. Devido ao elevado número de referências em stock, a abordagem escolhida passou por classificar o stock existente, com base numa análise ABC, passando-se depois à sugestão de implementação de pontos de encomenda e stocks de segurança para os artigos mais importantes.

Por outro lado, explorou-se a falta de uniformização na elaboração de orçamentos. De forma a minimizar esta situação, elaborou-se uma folha de cálculo que, no futuro, uniformizará todo o método de orçamentação.

A implementação destas simples medidas acaba por se traduzir não só na redução de custos, mas também num aumento de produtividade, além do próprio valor financeiro.

KEYWORDS

Materials Management, ABC Analysis, Ordering Point, Standardization, Stocks, Budgeting

ABSTRACT

The strong competition in the metallurgical sector, as in so many others, forces companies to invest continuously in processes that, on one hand, reduce costs, and, on the other, maintain or increase the quality of the service provided, the efficiency of the processes and consequently, customer satisfaction. Management concepts are now being valued, such as inventory classification, implementation of order strategies, with a view to reducing costs, which is essential to promote the competitiveness and growth of companies.

In this context, this dissertation was developed and intends to be a small contribution in the matter. The thesis was developed at Metalocaima S.A. where some situations were found, which could be improved, resulting in an increase in value.

Two areas were mainly worked on. On the one hand, the problem of excess stock. Due to the high number of references in stock, the chosen approach was to classify the existing stock, based on an ABC analysis, and then to suggest the implementation of order points and security stocks for the most important articles.

On the other hand, the lack of uniformization on the offers sent to the costumers was explored. In order to minimize this situation, a spreadsheet has been drawn up which in the future will standardize the entire budgeting method.

The implementation of this simple measures ends up not only in cost reduction, but also in an increase in productivity, in addition to the financial value itself.

LISTA DE SÍMBOLOS E ABREVIATURAS

Lista de Abreviaturas

ABC	<i>Activity Based Costing</i>
BOM	<i>Bill of Materials</i>
CPFR	<i>Collaborative Planning, Forecasting and Refueling</i>
CR	<i>Continuous Replenishment</i>
CG	<i>Contabilidade de Gestão</i>
ECR	<i>Efficient Consumer Response</i>
EOQ	<i>Economic-Order Quantity</i>
ERP	<i>Enterprise Resource Planning</i>
HML	<i>High, Medium, Low</i>
JIT	<i>Just-In-Time</i>
MPS	<i>Master Production Schedule</i>
MRP	<i>Material Requirements Planning</i>
PDCA	<i>Plan, Do, Check, Act</i>
POQ	<i>Period-Order Quantity</i>
QR	<i>Quick Response</i>
RR	<i>Rapid Replenishment</i>
SCR	<i>Synchronized Consumer Response</i>
VED	<i>Vital, Essential, Desirable</i>
VMI	<i>Vendor Managed Inventory</i>
WIP	<i>Work in Process</i>
WMS	<i>Warehouse Management Systems</i>

Lista de Unidades

m	Metro
m ²	Metro ao quadrado
mm	Milímetros
kg	Quilograma

Lista de Símbolos

€	Moeda Euro
---	------------

GLOSSÁRIO DE TERMOS

Automatização	Define-se como a integração de um vasto conjunto de recursos mecânicos, eletrônicos e computadorizados nos processos de produção e controlo, de forma a alcançar os objetivos estratégicos das organizações.
Cadeia de Abastecimento	A designada <i>supply chain</i> é constituída pelo conjunto dos intervenientes que se inter-relacionam, agregando valor na forma de produtos e serviços, desde os fornecedores de matérias-primas até aos consumidores finais.
Classificação ABC	Consiste na classificação de inventário em três grupos, isto é, A, B e C, sendo A composto pelos itens mais valiosos, em menor número, B itens em valor e volume médios e C grande quantidade, mas baixo valor.
Controlo do inventário	Abordagem planeada que define o que pedir, quando e como, de modo a obter o menor custo e prevenir qualquer rutura na produção e vendas.
ERP	Trata-se de um sistema que tem como função gerir as áreas comercial, financeira, industrial, administrativa e de recursos humanos, de forma totalmente integrada.
Gestão de materiais	Visa uma abordagem integrada com o objetivo de reduzir custos e aumentar a eficiência no manuseamento de materiais em todas as etapas do processo. Inclui funções como compras, armazenamento, controlo do inventário, uniformização, etc.
Inventário	Refere-se aos materiais em stock, também designado de recurso inativo de uma empresa. Os stocks representam os itens que estão contabilizados para venda, em processo de produção ou ainda como matéria-prima.
JIT	Sistema de produção baseado na otimização de processos e procedimentos, onde tudo deve ser produzido, transportado ou comprado na hora exata com o objetivo de minimizar continuamente os desperdícios.
Layout	Representação gráfica, em escala reduzida, do local e das partes que compõe uma unidade de produção, que devem ser organizados de modo a permitir a otimização dos fluxos existentes, com o objetivo de racionalizar o aproveitamento dos recursos disponíveis.
Lead Time	Tempo que passa entre o pedido e a receção de mercadorias. É, também, designado de <i>lead time</i> , o período entre o início de uma atividade produtiva e o seu fim.

GLOSSÁRIO DE TERMOS (CONTINUAÇÃO)

Logística	Atividade que planeia, implementa e controla o fluxo consciente e eficaz de matérias-primas, stocks em processo, produtos acabados e informações relacionadas, desde o ponto de origem até ao ponto de consumo, com o objetivo de dar resposta com a maior eficiência possível ao cliente.
MRP	O planeamento de necessidades de material é um método para planeamento das prioridades, relacionando os pedidos aos programas de produção. Através do algoritmo de cálculo MRP, desdobra-se a programação de entrega nas respetivas necessidades de cada item, tendo em conta os <i>lead times</i> de reposição e as disponibilidades distribuídas no tempo.
MRP II	É um método de planeamento e programação eficiente dos recursos utilizados nos processos de produção, nomeadamente pessoas, recursos financeiros, ferramentas, materiais etc.
Planeamento e controlo da produção	Processo de planeamento antecipado da produção, definindo a rota exata de cada item, as datas de início e término, a prioridade da produção e o seguimento dos produtos acabados de modo a responder às encomendas.
Stock de segurança	Também designado stock mínimo, define-se como a quantidade mínima de certos itens a ter em armazém de modo a evitar ruturas ou perdas de vendas por falha de stock.
Valor Agregado	Em termos de produção, trata-se do aumento real na utilidade de um item do ponto de vista do cliente na medida em que um material é processado ao longo da cadeia de fornecimento. É a contribuição de operações e de cada elo da cadeia de valor para a utilidade e valor final de um produto do ponto de vista do cliente. Procura-se, com este conceito, eliminar toda e qualquer atividade que não agregue valor no fornecimento, na produção e entrega de um produto ou serviço.
VMI	Trata-se de um sistema que permite a gestão dos inventários do cliente diretamente pelo fornecedor.
WIP	Significa 'Trabalho em curso' e designa todos os materiais, à exceção de matérias-primas e produto acabado, que se encontram no processo produtivo, mas aos quais não se está a acrescentar valor.
WMS	<i>Software</i> aplicado à gestão de áreas de armazenamento.

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1: METALOCAIMA: MISSÃO E VALORES (METALOCAIMA, JANEIRO 2019).	26
FIGURA 2: GESTÃO DE MATERIAIS [ADAPTADO DE (KUMAR & SURESH, PRODUCTION AND OPERATION MANAGEMENT, 2006; ARNOLD, CHAPMAN, & CLIVE, 2008)]	34
FIGURA 3: SISTEMA MRP [ADAPTADO DE (KUMAR & SURESH, PRODUCTION AND OPERATION MANAGEMENT, 2006)]	41
FIGURA 4: PERDAS NAS OPERAÇÕES [ADAPTADO DE (KUMAR & SURESH, OPERATIONS MANAGEMENT, 2009)]	44
FIGURA 5: PARÂMETROS DE COMPRA	47
FIGURA 6: PROCEDIMENTO DE COMPRA [ADAPTADO DE (ROY, 2005)]	48
FIGURA 7: MODELO DE QUANTIDADE FIXA DE ENCOMENDA	50
FIGURA 8: QUANTIDADE ÓTIMA DE ENCOMENDA	50
FIGURA 9: MODELO DE PERÍODO FIXO COM NÍVEL DE SERVIÇO	51
FIGURA 10: COMPARAÇÃO ENTRE MÉTODOS [ADAPTADO DE (CHASE, JACOBS, & AQUILANO, 2006)]	53
FIGURA 11: FLUXO DIRECIONADO E FLUXO QUEBRADO [ADAPTADO DE (CARVALHO, 2002)]	55
FIGURA 12: FLUXO EM "U" E FLUXO CONTÍNUO [ADAPTADO DE (TOMPKINS, WHITE, BOZER, & TANCHOCO, 2010)]	57
FIGURA 13: EXEMPLO DE EQUIPAMENTO PRODUZIDO PELA METALOCAIMA	63
FIGURA 14: DIAGRAMA DE ISHIKAWA	64
FIGURA 15: ANÁLISE ABC	69
FIGURA 16: CONSUMO DOS DIVERSOS ARTIGOS	72
FIGURA 17: AVALIAÇÃO DO RISCO DE RUTURA	73
FIGURA 18: ORGANOGRAMA DA METALOCAIMA	75
FIGURA 19: FOLHA BASE PARA INSERÇÃO DE DADOS	77
FIGURA 20: FOLHA DE CÁLCULO PARA ORÇAMENTAÇÃO	78

ÍNDICE DE TABELAS

TABELA 1: RESUMO HISTÓRICO [ADAPTADO DE (KUMAR & SURESH, OPERATIONS MANAGEMENT, 2009)]	32
TABELA 2: RESUMO HISTÓRICO (CONTINUAÇÃO) [ADAPTADO DE (KUMAR & SURESH, OPERATIONS MANAGEMENT, 2009)]	33
TABELA 3: COMPARAÇÃO ENTRE MÉTODOS [ADAPTADO DE (CHASE, JACOBS, & AQUILANO, 2006)]	53
TABELA 4: INVENTÁRIO À DATA DE FEVEREIRO DE 2019	65
TABELA 5: ANÁLISE ABC	66
TABELA 6: CÁLCULO UTILIZANDO DIFERENTES UNIDADES DE MEDIDA	68
TABELA 7: CÁLCULO UTILIZANDO A MESMA UNIDADE DE MEDIDA	68
TABELA 8: MÉTODO DAS MÉDIAS ARITMÉTICAS	70
TABELA 9: PREVISÃO DE CONSUMOS PELO MÉTODO DAS MÉDIAS ARITMÉTICAS	71
TABELA 10: FATOR SAZONAL	71
TABELA 11: STOCK DE SEGURANÇA E PONTO DE ENCOMENDA	74
TABELA 12: STOCK, CONSUMOS E ENCOMENDAS ENTRE 2017 E 2018	74
TABELA 13: EXEMPLO DA TABELA DE PREÇOS PARA AS MATÉRIAS-PRIMAS	76

ÍNDICE

1	INTRODUÇÃO	25
1.1	Apresentação da empresa.....	25
1.2	Objetivo	26
1.3	Metodologia Utilizada	27
1.4	Organização do relatório.....	27
2	INTRODUÇÃO TEÓRICA.....	31
2.1	Introdução histórica	31
2.2	Gestão de materiais.....	33
2.2.1	Gestão de stocks: definição e objetivos	35
2.3	Classificação de stocks.....	37
2.3.1	ABC.....	37
2.3.2	VED	38
2.3.3	HML.....	38
2.4	Planeamento de material e controlo	39
2.4.1	MRP.....	40
2.4.2	JIT.....	43
2.4.3	VMI	45
2.5	Stock de segurança.....	45
2.6	Compras.....	46
2.6.1	EOQ.....	49
2.6.2	Outros métodos.....	51
2.6.3	Comparação entre métodos.....	52
2.7	Armazenamento de materiais	54
2.7.1	Custos inerentes a um armazém	54
2.7.2	Layouts.....	55
2.7.3	Warehouse Management System (WMS).....	58
2.8	Custeio	58

2.9	Conclusão à Introdução Teórica	60
3	DESENVOLVIMENTO.....	63
3.1	Introdução ao capítulo	63
3.2	Oportunidade de melhoria 1: Excesso de stock	65
3.2.1	Métodos de previsão	69
3.3	Oportunidade de melhoria 2: Inexistência de uniformização na realização de orçamentos	75
4	CONCLUSÕES E PROPOSTAS DE TRABALHOS FUTUROS.....	83
4.1	Conclusões.....	83
4.2	Proposta de trabalhos futuros.....	84
5	BIBLIOGRAFIA E OUTRAS FONTES DE INFORMAÇÃO	87
6	ANEXOS	91
6.1	ANEXO 1: ORGANOGRAMA DA METALOCAIMA	91
6.2	ANEXO 2: EXEMPLO DE PREENCHIMENTO DA FOLHA DE CÁLCULO	94

INTRODUÇÃO

- 1.1 Apresentação da empresa
- 1.2 Objetivo
- 1.3 Metodologia Utilizada
- 1.4 Organização do relatório

1 INTRODUÇÃO

A presente Dissertação é elaborada no âmbito da disciplina Dissertação / Projeto / Estágio, pertencente ao 2º Ano Mestrado de Engenharia Mecânica, ramo: Gestão Industrial, com vista à conclusão do Mestrado em Engenharia Mecânica do Instituto Superior de Engenharia do Porto.

1.1 Apresentação da empresa

A abertura da Metalocaima deu-se nos inícios dos anos 80 com o fabrico de cubas para a indústria vinícola. Ao longo dos anos, a Metalocaima ampliou-se para outras indústrias, desde o sector alimentar à produção petroquímica, todas elas contribuindo para aumentar o âmbito de competências da empresa. Possui uma elevada gama de fabrico e todos os equipamentos são feitos "à medida" e desenvolvidos segundo as necessidades específicas de cada cliente. A produção da Metalocaima divide-se em três grandes grupos:

- Armazenagem, onde estão incluídas as seguintes gamas de fabrico:
 - Silos;
 - Reservatórios Isotérmicos;
 - Reservatórios Pressurizados;
 - Tanques;
- Transporte, onde estão incluídas as seguintes gamas de fabrico:
 - Descarga de sacos;
 - Transporte pneumático;
 - Transporte por vácuo;
 - Transportadores sem-fim;
 - Transportadores de tela;
 - Fundos Vibrantes;
- Processo, onde estão incluídas as seguintes gamas de fabrico:
 - Agitadores;
 - Misturadores;
 - Reatores;
 - Sistemas CIP;
 - Permutadores de calor;
 - SKIDS de pasteurização;
 - Redução de partículas;
 - Captação de águas.

A empresa assenta os seus valores na excelência técnica, na inovação contínua, na flexibilidade, na segurança e no valor acrescentado para o cliente. Há uma preocupação constante com o investimento nos profissionais e com a consciência ambiental.



Figura 1: Metalocaima: missão e valores (Metalocaima, janeiro 2019).

A Metalocaima procura a melhoria contínua no sentido do aumento da competitividade, de forma a garantir a confiança e fidelidade dos seus clientes, pelo que a sua política de qualidade assenta em objetivos como a satisfação dos clientes relativamente a produtos e serviços prestados, cumprimento dos aspetos relacionados com higiene e segurança dos equipamentos produzidos e instalados, consolidação de competitividade da organização no mercado e conquista de novos mercados, acompanhamento da qualidade dos fornecedores e procura da melhoria contínua do sistema de gestão da qualidade.

A empresa é detentora de várias certificações, nomeadamente Certificado de Conformidade SGS de acordo com a NP EN ISO 9001:2008, Certificação de Soldadores de acordo com a NP EN 287-1 e Certificação de Procedimentos de Soldadura NP EN 288-3. (Metalocaima, janeiro 2019).

1.2 Objetivo

O projeto que deu origem a esta dissertação intitula-se “Desenvolvimento de soluções operacionais numa indústria metalúrgica”.

Através do estudo da Gestão de Materiais, o principal objetivo desta dissertação foi a análise e avaliação do armazém da empresa. A grande quantidade e diversidade de peças existentes em stock fazem com que não haja uma organização eficaz e eficiente do armazém da empresa.

O objetivo do projeto foi implementar melhorias e soluções a alguns problemas que se traduzissem em valor para a empresa, quer seja por redução de custos, quer seja por aumento na produtividade.

1.3 Metodologia Utilizada

A metodologia utilizada foi a abordagem por problema, isto é, foram identificados problemas com impacto na organização da empresa que, conseqüentemente, interferem com a produção, pondo em risco a satisfação do cliente.

Foram identificados e selecionados os problemas a tratar e organizados segundo pequenos projetos. Cada um dos projetos teve por objetivo a resolução de um problema identificado e foi gerido individualmente de acordo com o ciclo PDCA.

A primeira fase do ciclo – Planear (*Plan*) – concretizou-se para ambos os projetos: foi identificado o problema a ser solucionado, caracterizou-se a situação atual, analisaram-se as causas que o originam e foram escolhidas as soluções a adotar. A fase seguinte, correspondente à implementação/execução das soluções – Executar (*Do*) – sendo esta fase implementada em parte apenas para o projeto nº 2. No que respeita às duas últimas fases – Verificar (*Check*) e Padronizar (*Act*) – nem sempre foram consideradas aplicáveis ou não foi possível a sua realização, no tempo referente ao projeto. No entanto, sempre que se aplique ficarão pendentes de implementação futura.

1.4 Organização do relatório

O presente relatório encontra-se estruturado em 4 capítulos:

- 1º Capítulo – Introdução: é feita uma apresentação à empresa, é apresentado o objetivo deste relatório e qual a metodologia utilizada;
- 2º Capítulo – Introdução teórica: análise do estado da arte. São desenvolvidos diversos temas como gestão de materiais, classificação de stocks, planeamento de material e controlo, stock de segurança, compras, armazenamento de materiais e custeio;
- 3º Capítulo – Desenvolvimento: apresentação de duas oportunidades de melhoria. A primeira oportunidade de melhoria está relacionada com o excesso de stock e a segunda oportunidade está relacionada com a falta de uniformização na realização de orçamentos;
- 4º Capítulo – Conclusão e propostas de trabalhos futuros;
- 5º Capítulo – Bibliografia e outras fontes de informação.

INTRODUÇÃO TEÓRICA

- 2.1 Introdução histórica
- 2.2 Gestão de stocks
- 2.3 Classificação de stocks
- 2.4 Planeamento de material e controlo
- 2.5 Stock de segurança
- 2.6 Compras
- 2.7 Armazenamento de materiais
- 2.8 Custeio
- 2.9 Conclusão à Introdução Teórica

2 INTRODUÇÃO TEÓRICA

O presente capítulo encontra-se organizado da seguinte forma:

- Introdução histórica: breve resumo sobre a história da gestão de materiais;
- Gestão de materiais: abordagem ao conceito e objetivos;
- Classificação de stocks: apresentação de alguns métodos de classificação de stocks;
- Planeamento de material e controlo: desenvolvimento de diversos métodos;
- Stock de segurança: definição e cálculo de stock de segurança;
- Compras: apresentação de alguns métodos de compras;
- Armazenamento de materiais: custos inerentes e layouts;
- Custeio: Definição, níveis e técnicas de custeio e noção de desvio;
- Conclusão à introdução teórica.

2.1 Introdução histórica

Foi a partir de 1850 que existiu desenvolvimento no campo de compra e fornecimento de materiais. Com o desenvolvimento dos princípios de gestão científica por F.W. Taylor no século XX, o uso económico de materiais em todas as organizações foi fundamental para a redução dos custos de produção. F.W. Taylor desenvolveu quatro princípios: o princípio de planeamento (substitui métodos empíricos por procedimentos científicos, isto é, o trabalho deve ser planeado e testado com o objetivo de reduzir e racionalizar a sua execução), o princípio de treino dos trabalhadores (os funcionários são selecionados de acordo com as suas aptidões e são preparados e treinados para produzir mais e melhor de acordo com o método planeado para que atinjam a meta estabelecida), o princípio de controlo (controlar o desenvolvimento do trabalho para se garantir que está a ser realizado de acordo com a metodologia estabelecida) e o princípio da execução (atribuir responsabilidades para que o trabalho seja o mais disciplinado possível) (Taylor, 2008).

A escassez de materiais que se sentiu durante a 1ª Guerra Mundial obrigou os gestores da produção a organizar a distribuição de materiais de modo a atenuar essa falta. Esta dificuldade fez compreender a importância da gestão dos recursos e, a partir daí, tornar-se numa função importante da gestão (Sadiwala & Sadiwala, 2007).

A gestão de materiais foi bastante divulgada durante a 2ª Guerra Mundial. Howard T. Lewis fez vários estudos que contribuíram para a evolução no conceito de compra, receção, controlo de stocks e fornecimento de materiais.

Após a 2ª Guerra Mundial foi desenvolvida a técnica de análise de valor, iniciada pela *General Electric Company*, em 1947. Esta técnica é utilizada para identificar funções e

calcular os custos associados a cada uma delas. Tem como objetivo reduzir custos de produção, reduzindo desperdícios.

Os conceitos de gestão de recursos foram tendo cada vez maior importância. Foi feito um acordo entre países cujo objetivo geral era resolver problemas relacionados com materiais, incluindo o planeamento, o controlo de stocks, as compras, o controlo de qualidade, o controlo de lojas, a movimentação de materiais e a eliminação de excedentes. As estratégias de compras e os comportamentos que evoluíram em 1980 deram origem à concorrência global estrangeira.

A era global de negócio entre 1970 e 1999 fez com que se desenvolvesse ainda mais a necessidade de gestão de materiais. Foi na década de 70 que surgiu na Toyota Motor Corp., Japão, a filosofia Just-In-Time (JIT), uma metodologia que se baseava num sistema de administração que coordenasse a produção com a procura específica de diferentes modelos e cores de veículos, com o mínimo atraso.

A partir do ano 2000 passou a valorizar-se a qualidade dos materiais, o relacionamento com os fornecedores, a abordagem mais cooperativa, estratégias de longo prazo de gestão de custos e sistemas de gestão de materiais, sistemas de produção e redução de custos através da economia e aumento de vendas.

De forma a atingir as metas de gestão de materiais, tornou-se necessário criar uma organização funcional que tinha por função cumprir os objetivos do planeamento de materiais, a eliminação de desperdícios e a duplicação de esforços (Sadiwala & Sadiwala, 2007).

As Tabela 1 e Tabela 2 resumem os acontecimentos históricos mais importantes na evolução da gestão de operações e materiais.

Tabela 1: Resumo histórico [adaptado de (Kumar & Suresh, Operations Management, 2009)]

Data	Contribuição	Contribuidor
1776	Especialização do trabalho no fabrico	Adam Smith
1799	Peças intercambiáveis, contabilidade de custos	Eli Whitney & outros
1832	Divisão do trabalho por habilidade; Atribuição de trabalhos por habilidade; Noções básicas de estudo de tempo	Charles Babbage
1900	Estudo de tempo de gestão científica e estudo de trabalho desenvolvido; Divisão de planeamento e execução do trabalho	Frederick W. Taylor
1900	Movimento de estudo de empregos	Frank B. Gilbreth
1901	Técnicas de agendamento para funcionários; Trabalhos de máquinas na fabricação	Henry L. Gantt
1915	Tamanhos de lotes económicos para controle de stock	F. W. Harris
1927	Relações Humanas; Os estudos de Hawthome	Elton Mayo
1931	Inferência estatística aplicada à qualidade do produto; Cartas de controlo da qualidade	W. A. Shewart

Tabela 2: Resumo histórico (continuação) [adaptado de (Kumar & Suresh, Operations Management, 2009)]

Data	Contribuição	Contribuidor
1946	Computador Digital	John Mauchly and J. P. Eckert
1935	Amostragem estatística aplicada ao controle de qualidade; Planos de amostragem de inspeção	H. F. Dodge & H. G. Roming
1940	Aplicações de pesquisa de operações na 2ª Guerra Mundial	P. M. Blacker & outros
1947	Programação Linear	G. B. Dantzig, Williams & outros
1950	Programação matemática, processos lineares e estocásticos	A. Chames, W. W. Cooper & outros
1951	Computador digital comercial: cálculos em grande escala disponíveis	Sperry Univac
1960	Comportamento organizacional: estudo continuado de pessoas no trabalho	L. Cummings, I. Porter
1970	Integrando as operações na estratégia geral e aplicativos de computador no fabrico, programação e controlo; Planeamento de necessidades de material (MRP)	W. Skinner, J. Orlicky & G. Wright
1980	Aplicações de qualidade e produtividade do Japão: robótica, CAD-CAM	W. E. Deming & J. Juran

2.2 Gestão de materiais

A gestão de materiais é definida como “a função responsável pela coordenação do planeamento, abastecimento, compra, movimentação, armazenamento e controlo de materiais de forma otimizada, de modo a fornecer um serviço pré-definido ao cliente a um custo mínimo” (Kumar & Suresh, Production and Operation Management, 2006).

É parte do processo da cadeia de fornecimento que planeia, implementa e controla de modo eficiente e eficaz os fluxos de materiais, o armazenamento de bens, serviços e informações desde o ponto de origem ao ponto de consumo, a fim de atender as necessidades dos clientes. Ou seja, a gestão de materiais é um subprocesso que controla e monitoriza os diversos recursos existentes dentro de uma empresa.

A gestão de materiais tem como principal objetivo a redução de custos e a utilização eficiente de materiais em todos os processos e setores de uma empresa. A sua função inclui vários aspetos importantes como a compra, o armazenamento, o controlo de stocks, etc. O principal foco é determinar o quê, quando, como e quanto comprar, ao menor custo desde a compra junto ao fornecedor até à entrega ao cliente final.

A gestão de materiais tem impacto direto sobre três pontos importantes de um negócio:

- Lucro da empresa: é o indicador de eficiência operacional sob a forma de um valor percentual;
- Qualidade dos produtos: conceito multidimensional que engloba os aspetos de desempenho, características, confiabilidade, conformidade, durabilidade, atendimento, design e ainda a qualidade percebida pelo cliente;
- Satisfação do cliente: todas as empresas devem ter por objetivo atingir o máximo de satisfação dos clientes.

Na Figura 2 é possível observar as várias funções divididas por categorias.



Figura 2: Gestão de Materiais [adaptado de (Kumar & Suresh, Production and Operation Management, 2006; Arnold, Chapman, & Clive, 2008)]

Desenvolvendo o tópico *Gestão de Materiais* com o auxílio da Figura 2:

- Planeamento de material e controlo: feito com base na previsão de vendas e planos de produção. Isso envolve calcular as necessidades individuais de peças, fazer o orçamento de materiais, prever os níveis de stocks, planear a produção e monitorizar o desempenho da produção;
- Compras de material: inclui a seleção de fornecedores, colocação de ordens de compra, acompanhamento, aprovação de pagamentos a fornecedores, avaliação e classificação de fornecedores;
- Gestão de armazéns: engloba o controlo físico de materiais, preservação de lojas, manutenção de registos de lojas e localização adequada;
- Gestão de stocks: os stocks são os recursos inativos de uma empresa. Representam os itens que estão à espera de ser comprados ou à espera de ser necessários nas operações de fabrico. O intervalo de entrega de matéria prima até à sua utilização varia de indústria para indústria e de empresa para empresa, logo, a gestão de stocks é feita em cada empresa de forma diferente. O controlo sobre o stock é uma obrigação para a execução suave e eficiente do ciclo de produção;
- Standardização: significa produzir a máxima variedade de produtos a partir da variedade mínima de materiais, peças, ferramentas e processos. É o processo de estabelecer padrões ou unidades de medida;

- Simplificação: a simplificação está diretamente relacionada com a standardização. Simplificação é o processo de reduzir a variedade de produtos fabricados. Diz respeito à redução da gama de produtos, montagens, peças, materiais e design;
- Especificação: refere-se a uma declaração precisa que formula os requisitos do cliente. Pode estar relacionado a um produto, processo ou serviço;
- Análise de valor: preocupa-se com os custos existentes devido a especificações e recursos ineficientes ou desnecessários. A análise de valor é feita no estado de maturidade;
- Ergonomia: é o estudo do homem em relação ao seu trabalho. Concentra-se nos trabalhadores e na sua interação com produtos, instalações, ambientes, equipamentos utilizados no trabalho. Tem como objetivo fazer alterações de modo a que os trabalhadores consigam realizar a sua função sem se prejudicar.

2.2.1 Gestão de stocks: definição e objetivos

A gestão de stocks é um processo fulcral na dinâmica empresarial, com impacto no sucesso dos processos operacionais. Assim, independentemente da dimensão da empresa, deve ser sempre realizada uma gestão de stocks eficiente (Zermati, 2000).

O conceito de stock define-se como as quantidades de matérias-primas em vias de fabrico ou transformação, de produtos acabados ou de produtos em trânsito que aparecem ao longo de toda a cadeia de abastecimento (Pillet, Martin-Bonnefous, & Courtois, 2007).

Os stocks são classicamente divididos da seguinte forma (Monczka, Handfield, Giunipero, & Patterson, 2008; Pillet, Martin-Bonnefous, & Courtois, 2007):

- Matérias-primas e produtos semiacabados: recursos físicos utilizados para produzir os produtos acabados ou os produtos semiacabados, incluindo embalagens e materiais de embalagem (stock de produção);
- Produtos em curso: produtos que aguardam ser movidos para o posto de produção seguinte, podendo constituir um *buffer* previamente definidos, representar apenas atrasos na produção ou problemas de capacidade;
- Produtos acabados: produtos prontos para enviar ao cliente;
- Materiais consumíveis e para manutenção interna: este grupo inclui os itens para apoio à produção ou outros processos da empresa. São exemplo disso ferramentas, material de escritório e computadores;
- Produtos em trânsito: produtos que se encontram em movimentação dentro dos canais de distribuição existentes.

As empresas constituem stocks por várias razões: para conseguirem efetuar o seu processo de produção de forma contínua (Monczka, Handfield, Giunipero, & Patterson, 2008), sem ruturas (sem interrupção de vendas), ou, com vista em aquisições mais económicas (seja por aquisição de grandes quantidades, seja para obterem ganhos quando preveem uma subida nas cotações ou nos preços).

Os stocks são, assim, uma necessidade e um constrangimento financeiro, pois o investimento em stocks pode representar 25% a 35% do custo anual do capital imobilizado. Os stocks têm origens diferentes, sendo por vezes difícil a sua categorização.

Os stocks inesperados podem ter origem em:

- Erro de cálculo das previsões de procura;
- Produção em quantidades superiores às necessidades;
- Produção por lotes;
- Mudança dos meios de produção ou do seu funcionamento.

Os stocks planeados podem ter origem em:

- Produção adiantada da encomenda, visto esta ter uma data de entrega superior ao tempo necessário para produção;
- Produção antecipada para prevenir mudanças na procura;
- Prevenir a rutura de stocks – stocks de segurança;
- Produção de lotes de grande dimensão para evitar mudança de linha e reduzir os *setups*.

As empresas que consideram os stocks como um investimento não produtivo, tendem a reduzi-los o mais possível. No entanto é necessário reduzi-los com o devido cuidado de forma a prevenir possíveis ruturas, que terão impacto negativo na entrega (Pillet, Martin-Bonnefous, & Courtois, 2007).

A existência de stock é elementar para o desempenho das diferentes funções de uma empresa, no entanto, a decisão de que nível de stock manter deve respeitar o princípio de que os benefícios de o possuir são superiores aos custos que ele acarreta (Monczka, Handfield, Giunipero, & Patterson, 2008). A questão fundamental passa por saber como minimizar os stocks sem afetar o nível de serviço. Importa, por isso, determinar as causas do excesso e atuar sobre elas, nunca esquecendo que a minimização dos stocks depende muito da sua natureza.

Para atingir o máximo benefício o stock a ser mantido deve (Chase, Jacobs, & Aquilano, 2006; Monczka, Handfield, Giunipero, & Patterson, 2008):

- Evitar interrupções na produção: a principal razão em manter recursos inativos (isto é, stock) é abastecer a produção evitando quaisquer tipos de paragens ou problemas relacionados com o abastecimento de materiais à linha de produção. Tendo em conta que o maior investimento em inventário corresponde a materiais destinados à produção, tem havido uma constante preocupação por parte das empresas em criar sistemas que permitam reduzir esse inventário, sem comprometer o abastecimento atempado e correto dos materiais à produção.
- Fazer face às variações da procura: apesar de ser possível fazer previsões da procura, nem sempre correspondem à realidade (mesmo que correspondessem, seria sempre uma opção economicamente questionável). Como não é possível fazer previsões totalmente certas, é necessário manter algum stock com o objetivo de absorver essas variações;
- Reduzir custos ao comprar maiores quantidades: muitas vezes obtém-se descontos pela aquisição de maiores quantidades e são criados stocks provenientes disso. No entanto, uma compra de valor inferior não é necessariamente traduzida num menor custo total, já que os custos de manter esse stock podem não compensar.

2.3 Classificação de stocks

A manutenção e gestão do stock exigem disponibilidade e esforço por parte dos colaboradores, implicando investimento por parte das empresas. Torna-se necessário classificar os artigos em stock de modo a que os recursos disponíveis sejam canalizados para os itens mais importantes (Shingo, 2006).

Quando o número de artigos no inventário é grande e implica um grande custo há uma maior preocupação em haver um controlo adequado sobre pedidos, aquisição, manutenção e consumo. O controlo pode ser feito para a qualidade dos pedidos ou para a frequência de pedidos. Existem diferentes técnicas de controlo de inventário. Neste subcapítulo serão abordadas as seguintes técnicas: Análise ABC, Análise VED e Análise HML (Kumar & Suresh, Production and Operation Management, 2006).

2.3.1 ABC

A manutenção do stock por meio de contagem, colocação de pedidos, recebimento de stock e assim sucessivamente, exige tempo e implica custos. Quando os recursos disponíveis são limitados, a lógica é tentar utilizar os recursos disponíveis de modo a controlar o inventário da melhor forma possível, muitas vezes focando-se apenas nos itens mais importantes do inventário.

No século XIX, Vilefredo Pareto num estudo sobre a distribuição da riqueza em Milão, descobriu que 20% das pessoas controlavam 80% da riqueza. Essa lógica de que poucos detinham a maior importância e muitos detinham a menor importância foi alargada a um vasto conjunto de situações e passou a ser denominado Princípio de Pareto.

A maioria das situações de controlo de stock envolve tantos itens que não é prático ou mesmo possível tratar minuciosamente cada um. Para contornar este problema surge, então, a classificação ABC. A análise ABC é uma ferramenta importante, utilizada mundialmente, que categoriza os itens, identificando os que necessitam de maior controlo. Este método classifica os itens, artigos ou atividades em função da sua importância. É conhecido por *“separating the vital few from the trivial many”*, porque para qualquer grupo de coisas que contribuem para um efeito comum, um número relativamente pequeno de coisas é responsável pela maioria dos efeitos. De acordo com o Princípio de Pareto ou Princípio 80/20, garante que 20% dos itens em stock representam 80% do valor total do mesmo. Esta análise classifica os itens em três categorias, tendo por base o custo unitário e/ou na quantidade consumida (Chase, Jacobs, & Aquilano, 2006; M. Devnani, 2010):

- **Categoria A:** é composta por produtos que têm um grande peso nos custos anuais de consumo, e que apesar de representarem uma pequena fração dos produtos em inventário (cerca de 15-20%), merecem bastante atenção;
- **Categoria B:** é composta por produtos que representam cerca de 30% do inventário, merecendo, por isso, atenção mediana;
- **Categoria C:** é composta por produtos que contribuem com uma pequena percentagem dos custos anuais de consumo, representando, contudo, pelo menos 50% dos produtos em inventário.

Em termos clássicos, uma análise ABC consiste na separação dos artigos em stock em três grupos, de acordo com o valor das encomendas anuais (quando se trata de produtos acabados), ou de acordo com o valor de consumo anual (quando se trata de produtos em processo ou matérias-primas). O valor de consumo anual ou o valor das encomendas anual é determinado multiplicando-se o preço ou custo unitário de cada item pelo seu consumo ou encomendas anuais.

2.3.2 VED

A análise VED (*Vital, Essential, Desirable*) é baseada em valores críticos e no custo de escassez do item. Com base nesta análise, a classificação do inventário existente é baseada na criticidade dos itens, isto é, os artigos são classificados como vitais, essenciais e desejáveis (Kumar & Suresh, *Production and Operation Management*, 2006; M. Devnani, 2010).

A falta de itens classificados como vitais, mesmo que por um curto período de tempo, afetará de forma muito grave o funcionamento de uma unidade, podendo mesmo interromper a produção. Assim, itens classificados como vitais têm de estar sempre disponíveis. A falta de itens classificados como essenciais, afetará adversamente a unidade e terá um elevado custo. Para estes itens é sugerido um sistema de controlo de gestão moderado. A falta de itens classificados como desejáveis, mesmo que seja prolongada, terá um impacto pouco significativo no funcionamento da unidade. Esta análise sugere que o controlo a este tipo de itens seja menor (Reddy, Sai, & Prabhu, 2017; Anand, Ingle, Kishore, & Kumar, 2013).

Tendo em conta este método, se a verificação dos itens considerasse apenas os classificados como vitais e essenciais, estariam controlados cerca de 89,5% dos itens totais.

A matriz de análise ABC-VED combina as duas técnicas de controlo de stock, ABC e VED. Este método classifica os itens nas categorias I, II e III, tornando clara a forma como devem ser supervisionados e controlados. A categoria I inclui os itens caros e vitais (AV, AE, AD, BV, CV), a categoria II inclui os itens essenciais e de valor médio (BE, CE, BD) e a categoria III, constituída apenas pela subcategoria CD, inclui itens desejáveis e pouco dispendiosos (Vaz, Ferreira, Kulkarni, Motghare, & Pereira-Antao, 2008).

2.3.3 HML

A análise HML (*High, Medium, Low*) é semelhante à análise ABC, mas a classificação do inventário existente é feita apenas com base no preço dos itens, sendo classificados em preço alto, médio ou baixo (Kumar & Suresh, *Production and Operation Management*, 2006). Os itens utilizados pela empresa são classificados e organizados por ordem decrescente de preço unitário. Com base nessa classificação, a empresa decide os valores que determinam quais as três categorias.

A análise HML pode ser útil para tomar algumas decisões (Shibamay Mitra, 2013):

- a) Ajuda a avaliar os requisitos de segurança e o tipo de armazenamento para itens de alto preço;

- b) A frequência de verificação de stock é decidida com base no custo do item (itens H serão mais verificados);
- c) Poderá existir um maior controlo e política de compra associadas a itens H e M. Por exemplo, é de prever que os itens H e M não sejam pedidos além da quantidade mínima necessária, enquanto os itens L possam ser comprados a granel, a fim de aproveitar os benefícios deste tipo de compra.

2.4 Planeamento de material e controlo

O objetivo de uma unidade produtiva é transformar matérias-primas em produtos finais que possam ser comercializados com lucro, no momento certo e com a utilização ideal de recursos. As necessidades, processos, requisitos e o negócio como um todo variam de organização para organização e a implementação do planeamento de recursos materiais varia de acordo com o negócio.

No passado, quando não se falava do conceito de planeamento de materiais, acreditava-se que a melhor solução passava pela acumulação ou armazenamento de grandes quantidades de matérias-primas, isto é, um stock elevado que permitisse realizar as atividades da produção. Esta estratégia visava evitar falhas e incertezas que pusessem em causa o desempenho da produção, no entanto, apresentava várias desvantagens, nomeadamente um elevado custo, o risco de o material não ser necessário para o fabrico do produto acabado, por exemplo, no caso de produtos específicos, o prazo de vida útil expirar ou as condições de armazenagem exigidas não serem respeitadas. Todos estes itens imputavam um valor de custo mais elevado ao produto acabado.

Surge assim o conceito de planeamento de material que tem como finalidade manter o menor stock possível, existindo para isso informações de planeamento e programação de produção e, adicionalmente, informações de expedição e stock (Mufutau, 2013).

Mais abrangente é o conceito de controlo da produção que equilibra as necessidades de produção, de gestão de materiais, marketing, finanças, engenharia entre outros departamentos.

A globalização da economia e a libertação dos mercados criaram novas condições que se caracterizam pela instabilidade e competitividade. A concorrência é intensa ao nível dos preços, da qualidade, dos serviços e da rapidez de resposta. Em termos de produção, a ênfase é colocada na redução de custos, melhorando a qualidade. Neste ponto, é inegável a importância do planeamento de materiais que deriva do planeamento organizacional geral e, portanto, é sempre um subplano do amplo plano organizacional. O seu ponto de partida é prever e iniciar a aquisição de materiais (Eugene L. Magad, 1989).

O planeamento de materiais visa obter as quantidades corretas de matérias-primas, nos momentos certos com a qualidade e especificações exigidas. Outros objetivos incluem reduzir o investimento relacionado com stocks e promover elevados índices de rotatividade, reduzir custos através da simplificação, padronização, análise de valor e substituição de importações, estabelecer relações cordiais com fornecedores, realizar estudos em áreas como a qualidade, consumo e custos de materiais de forma a

minimizar custos de produção e formar pessoal na área de gestão de materiais com a finalidade de aumentar a capacidade operacional (Mufutau, 2013; Roy, 2005)

Existem dois tipos de fatores que afetam o planeamento de materiais (Mufutau, 2013):

- **Fatores macro:** definidos como fatores globais, como tendências de preço, ciclos de negociação, políticas de importação e exportação e políticas de crédito;
- **Fatores micro:** são fatores essenciais dentro de uma organização, como políticas de controlo de stocks, plano de produção e investimento, tempos de entrega, sazonalidade, imobilizado e atribuição de responsabilidades.

As empresas podem, obviamente, não adotar a estratégia de planeamento de materiais, mas a probabilidade de existirem falhas na produção cresce substancialmente, o que terá impacto não só nos custos, mas também na reputação e bom nome que, em última instância, levarão, com certeza, à perda de novos negócios.

Existem algumas técnicas para executar o planeamento de materiais. De seguida serão abordadas as seguintes: MRP, JIT e VMI.

2.4.1 MRP

O planeamento dos requisitos ou das necessidades de materiais consiste em criar condições para que os materiais necessários para fabrico e/ou montagem de produtos intermédios, módulos, opções ou produtos finais, existam em quantidade, qualidade e no momento apropriado por forma a garantir os compromissos de entregas.

Um dos sistemas de planeamento de produção mais utilizado é o MRP (*Materials Requirement Planning* – Planeamento de Requisitos de Materiais). Trata-se de uma técnica que utiliza como ponto de partida o plano de produção anual da empresa. Consiste numa análise detalhada que inclui os materiais e respetivas quantidades disponíveis para utilização, os materiais não disponíveis e, portanto, as necessidades e o tempo real de aquisição.

O principal objetivo é definido como “*ter os materiais certos, no lugar certo, à hora certa*” (Arnold, Chapman, & Clive, 2008).

O MRP visa converter o Plano de Produção Principal (MPS) num plano de produção ou compra para todos os produtos e seus componentes. Este sistema baseia-se em previsões de encomenda ao longo de um intervalo de tempo, níveis de stock, lista de materiais do produto e *lead times*. Com base nesses dados, o MRP cria um plano de produção dos produtos e de todos os seus componentes, determinando as quantidades e o cronograma dos produtos a serem produzidos e/ou comprados, para responder aos prazos estabelecidos por encomenda (Chase, Jacobs, & Aquilano, 2006).

Os objetivos do MRP são (Kumar & Suresh, *Production and Operation Management*, 2006):

- **Redução de stock:** o MRP determina quantos componentes são necessários e quando são necessários para dar resposta ao plano de produção; ajuda a adquirir os materiais ou componentes da forma necessária, evitando a acumulação de stocks excessivos;
- **Redução nos tempos de produção e entrega:** o MRP identifica os componentes, os tempos em que são necessários, disponibilidade, aquisição e ações

necessárias para cumprir os prazos de entrega. O MRP ajuda a evitar atrasos na produção e prioriza as atividades de produção, colocando as datas de vencimento na ordem de trabalho do cliente;

- Criar compromissos de entrega realistas: ao usar o MRP, a produção pode fornecer informações oportunas de marketing sobre os prazos de entrega prováveis para os possíveis clientes;
- Maior eficiência: o MRP fornece uma coordenação estreita entre vários centros de trabalho e, portanto, ajuda a obter um fluxo ininterrupto de materiais através da linha de produção, o que aumenta a eficiência do sistema de produção.

As entradas para o sistema MRP são: (1) um plano de produção principal (MPS), (2) um arquivo de *status* de stock (inventário) e (3) uma lista de materiais (*Bill of materials* - BOM). A lista de materiais mostra para cada produto final, quais os itens requeridos como componentes diretos. O estado do inventário é importante pois é subtraído às quantidades requeridas resultando nas quantidades a produzir ou a comprar. O MRP torna possível a construção das necessidades faseadas no tempo de todo e qualquer componente. Essa informação pode também ser usada como entrada do planeamento de capacidades (Vollmann, Berry, & Whybark, 1997).

Usando essas três fontes de informação, a lógica de processamento do MRP (programa de computador) fornece três tipos de informações (saída) para cada componente do produto: requisitos de libertação de pedidos, reprogramação de ordens e ordens planeadas.

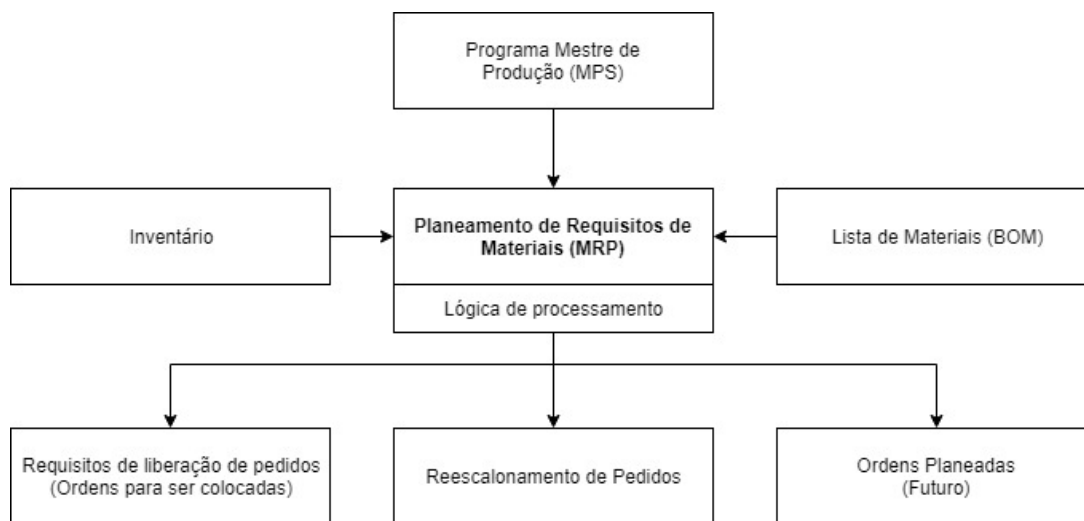


Figura 3: Sistema MRP [adaptado de (Kumar & Suresh, Production and Operation Management, 2006)]

Num ambiente produtivo, a gestão de inventários não pode ser considerada separadamente da gestão da produção com a qual está completa e estreitamente relacionada. De acordo com Orlicky (1975), a função do sistema de inventário de um sistema produtivo é o de traduzir o plano mestre de produção em planos detalhados das necessidades de componentes. Este sistema determina, item por item, o que deve ser produzido e quando. Nada é comprado ou produzido sem que o sistema o dite. Assim,

a gestão do inventário está completamente fundida com a gestão da produção (Orlicky, 1975).

Diz-se que um item está sujeito a procura independente quando a sua procura não pode ser relacionada com a procura de outro qualquer item. Deste modo a procura deste tipo de item só pode ser prevista e nunca calculada em função da procura de outro item. Os produtos cujo cliente é o consumidor final seguem normalmente os princípios da procura independente e, como tal, podem ser tratados usando modelos de previsão e os modelos clássicos de gestão de inventários. A procura dependente é calculável e é função da procura de um outro item. Assim, a este tipo de item não faz sentido fazer previsão da procura. Uma alternativa ao uso de modelos de controlo estatístico de inventários aplicados aos itens sujeitos a procura dependente é o MRP. Estes dois tipos de procura devem ter um tratamento diferente de acordo com o princípio de Orlicky: “A procura independente pode ser estimada de acordo com previsões. A procura dependente, pelo contrário deve ser calculada” (Courtois, Pillet, & Martin, 1997).

A chave para o sucesso do MRP é o envolvimento organizacional. Implementações bem-sucedidas estão, a maior parte das vezes, vinculadas ao envolvimento do diretor executivo (CEO). Além disso, não deve ser negligenciada a interface com outros recursos de informações organizacionais. O MRP faz parte da infraestrutura de gestão de informações organizacionais e, desse ponto de vista, contribui para o alcance de metas mais amplas associadas à qualidade, à satisfação do cliente, às entregas pontuais, etc. Por outro lado, a monitorização exige métricas. As métricas devem corresponder aos requisitos do planeamento de produção.

Os sistemas MRP distribuem-se em quatro categorias (ABCD) em itens de uso e implementação organizacional.

- Classe A: representa a implementação completa do MRP. O sistema MRP é vinculado ao sistema financeiro da empresa e inclui planeamento da capacidade, agendamento de fornecedores e planeamento de recursos humanos;
- Classe B: representa uma implementação menor que a A (completa). O sistema MRP está confinado à área de produção;
- Classe C: a implementação do MRP está confinada à gestão de stocks;
- Classe D: representa uma aplicação de processamento de dados do MRP. O sistema é usado para acompanhar os dados e não como ferramenta de tomada de decisão.

São várias as vantagens associadas ao planeamento de recursos materiais, por exemplo, manutenção de valores mínimos de stock, redução do custo associado, a rastreabilidade dos materiais torna-se mais simples e permite a utilização dos mesmos em tempo útil. Ainda assim, podem também apontar-se algumas desvantagens como o facto de ser necessário um banco de dados robusto com todas as informações importantes e que é atualizado pelas entradas e saídas de material, inventários e programas de produção estando, por isso, interligado a vários departamentos. O sistema de planeamento de recursos materiais requer um investimento substancial de capital, mas também de tempo, estando o sucesso condicionado pelo treino e experiência dos operadores.

A implementação e sucesso de um MRP está dependente da aceitabilidade por parte da administração, do treino e cooperação de todos os trabalhadores e da precisão e exatidão dos dados de entrada de modo a obter resultados exatos e confiáveis. A implementação de um sistema deste género será benéfica não só para o departamento de produção, mas para todos os departamentos da empresa em geral.

O termo MRP II é utilizado para distinguir o “plano de recursos de fabrico/produção” do “plano de requisitos de materiais” (MRP). O MRP II oferece a coordenação entre o departamento de produção e o departamento de marketing (Mufutau, 2013; Arnold, Chapman, & Clive, 2008).

2.4.2 JIT

Historicamente, a filosofia JIT (*Just-In-Time*) é proveniente do Japão, mais concretamente da Toyota, onde Taiichi Ohno, depois da Segunda Guerra Mundial, para que a empresa se afirmasse no mercado, desenvolveu um sistema de produção baseado na eliminação de resíduos. Neste sistema, o desperdício era eliminado por (Roy, 2005):

- Just-In-Time: Os itens só passam pelo sistema de produção quando são necessários;
- Automatização: automatizar o sistema de produção, de modo a que a inspeção/intervenção humana apenas seja necessária quando algum defeito é encontrado automaticamente.

Eliminando todo o desperdício e procurando a melhoria contínua, esta filosofia visa criar um sistema de produção que responda às necessidades do mercado. Os produtos são montados imediatamente antes de serem vendidos, os subconjuntos são feitos pouco antes de serem montados e componentes são fabricados imediatamente antes das submontagens serem feitas, conseguindo um menor WIP (Work-In-Process) e menor *lead time*.

Assim, os bens são produzidos e expedidos no momento (Just-In-Time) de serem vendidos, tal como os subconjuntos são produzidos e expedidos na hora (Just-In-Time) de serem montados, as peças são produzidas e expedidas no instante (Just-In-Time) de serem construídos e os subconjuntos e materiais são comprados e expedidos no momento (Just-In-Time) de se iniciar este ciclo de produção (Alan Harrison, 2005; Kumar & Suresh, Operations Management, 2009).

Quer Ohno, quer a autoridade japonesa Shiego Shingo, identificaram várias fontes de resíduos que serão alvos de melhoria contínua no processo de produção (Roy, 2005; Kumar & Suresh, Operations Management, 2009):

1. Superprodução: produzir mais que o necessário; o ideal será “fazer apenas o que é necessário agora”;
2. Tempo de espera: por exemplo, em situações em que um trabalhador tem que esperar itens vindos de outros trabalhadores;
3. Transporte/movimento: resíduos como os associados ao transporte de itens em torno da produção; primeiro melhorar os movimentos, depois mecanizar ou automatizar, de outra forma existe o perigo de automatizar o lixo;

4. Tempo de processamento: resíduos associados ao tempo gasto a mais que o necessário em qualquer processamento de um item;
5. Inventário: resíduos associados à manutenção de stock;
6. Defeitos: desperdício associado a itens com defeito.

A filosofia JIT é tida como uma “metodologia de produção que visa melhorar produtividade global através da eliminação de resíduos e que leva à melhoria da qualidade” (Voss, 2007). Este método promove a produção eficiente numa organização e a entrega de apenas as peças necessárias na quantidade certa, no momento e local certos, usando as instalações mínimas (Kumar & Suresh, Operations Management, 2009).

A implementação da metodologia JIT traz como benefício mais significativo melhorar a capacidade de resposta da empresa às mudanças no mercado, tornando-se assim mais competitiva. Outros benefícios incluem a redução do custo do produto (por exemplo, devido à redução do tempo de ciclo de produção, redução de resíduos e stocks e eliminação de operação sem valor agregado), aumento da qualidade (devido a programas de melhoria contínua), implementação de novos projetos com rapidez e eficácia devido à flexibilidade e simplicidade do sistema de produção e melhoria da produtividade (Kumar & Suresh, Operations Management, 2009).



Figura 4: Perdas nas Operações [adaptado de (Kumar & Suresh, Operations Management, 2009)]

A produção sob a filosofia JIT torna possível diminuir os inventários, aproximando-os a zero, minimizando o investimento e diminuindo os *lead times*. A produção JIT expõe os problemas, que de outra forma estariam dissimulados pelo excesso de inventário, criando assim oportunidades de melhoria em todo o processo de produção (Chase, Jacobs, & Aquilano, 2006).

2.4.3 VMI

A Sociedade Americana de Produção e Controlo de Stocks define VMI (*Vendor Managed Inventory*) como um meio de otimizar o desempenho da cadeia de fornecimento, na qual o fornecedor tem acesso aos dados do inventário do cliente e é responsável por manter o nível de stock definido pelo cliente. É realizado por um processo no qual o reabastecimento é feito pelo fornecedor através de revisões de inventário no local.

O principal objetivo desta estratégia é promover um relacionamento benéfico entre fornecedor e cliente em que ambos possam controlar de forma mais simples e efetiva a disponibilidade e o fluxo de mercadorias. Neste processo, o fabricante/distribuidor assume a função de planear e controlar o stock do cliente (SME, 2018).

O conceito de VMI é referido de formas diferentes com base no setor de aplicação, propriedade, questões e âmbito de implementação. Lee et al (2000) denominaram-no de Quick Response (*QR*). Cachon & Fisher (1997) referem-no como Resposta do Consumidor Sincronizado (*SCR*), Reabastecimento Contínuo (*CR*) ou Resposta Eficiente do Consumidor (*ECR*). Holmstrom et al (2000) denomina-o como Reabastecimento Rápido (*RR*) e Planejamento Colaborativo, Previsão e reabastecimento (*CPFR*).

O método VMI evoluiu principalmente devido ao aumento dos custos provenientes da cadeia de fornecimento. Inventários acima ou abaixo do exigido traduzir-se-ão em custos e serão perigosos para a empresa a longo prazo (Frederik Zachariassen, 2014).

A aplicação do VMI tem vantagens:

- Para o cliente: como os dados do inventário estão permanentemente à vista do fornecedor, o fornecedor poderá controlar a distribuição, impedindo que ocorram ruturas ou falhas de stock, o que se traduz na produção contínua, sem interrupções;
- Para o fornecedor: o facto de ser o fornecedor a controlar e repor o stock, será uma forma de fidelização do cliente.

A dificuldade mais flagrante no desenvolvimento e manutenção de um programa VMI é a falha de comunicação entre as partes (fornecedor e cliente), tornando-se também a principal causa de erro (SME, 2018).

2.5 Stock de segurança

O stock de segurança define-se como o stock que tem como objetivo proteger a empresa de roturas, que podem ter origem em consumos acima daqueles que eram esperados ou porque os prazos de entrega das encomendas excederam os que tinham sido previamente acordados com os fornecedores (Reis, 2008).

O objetivo do stock de segurança é evitar interrupções no fabrico e nas entregas, portanto, o stock de segurança é utilizado para cobrir flutuações imprevisíveis na oferta, na procura ou no tempo de entrega (*lead time*). De modo a salvaguardar-se contra esta incerteza, existem duas opções: criar stocks de segurança ou realizar encomendas antecipadas de modo a introduzir uma margem no *lead time*.

Existem 4 fatores que influenciam o stock de segurança (Arnold, Chapman, & Clive, 2008):

- Variabilidade da procura durante o lead time;
- Frequência de encomendas;
- Nível de serviço desejado;
- Duração do lead time (quanto maior o lead time, maior deve ser o stock de segurança de modo a se obter um melhor nível de serviço).

O stock de segurança pode diminuir o risco de rotura e pelo contrário aumentar os custos de manutenção. A existência de uma rotura pode resultar numa encomenda pendente ou mesmo numa venda perdida. No caso de uma encomenda pendente, pode resultar em custos de expedição, custos de manutenção, e transporte/envio extra e custos de embalagem. No caso de uma venda perdida, o cliente irá procurar alternativa nas empresas concorrentes.

O dimensionamento e cálculo do stock de segurança vai depender do modelo de gestão de stocks implementado.

Neste contexto é também importante definir o conceito de nível de serviço. O nível de serviço define-se como a capacidade de resposta para atender a procura dos clientes. Geralmente, é especificado em percentagem do tempo de resposta “a tempo” a clientes. Se os clientes recebem sempre as encomendas quando procuram, o nível de serviço é de 100%. O nível de serviço e o nível de rutura perfazem 100%. Algum valor inferior a 100% significa algum desvio, falha ou rutura. O stock de segurança a constituir dependerá também do nível de serviço que a empresa pretende prestar aos seus clientes. Quanto maior o nível de serviço, maior será o stock de segurança (Tersine, 1994).

2.6 Compras

O departamento de compras ocupa uma posição vital e única na organização de uma empresa, porque as compras são a chave para o sucesso de uma organização. Este departamento faz a interface entre a organização da empresa e os fornecedores externos. As suas funções incluem elaborar registos de materiais e possíveis substitutos, manter os preços dos materiais atualizados, rever as especificações dos materiais, compilá-las e padronizá-las, ter registos e contactos de fornecedores confiáveis, solicitar e analisar cotações, manter registos de todas as compras, manter um fornecimento ininterrupto de compras, de modo a não afetar o departamento de produção, efetuar inventários, elaborar orçamentos de compras, recorrer a subcontratos se a atividade comercial é muito elevada e garantir que os pagamentos são feitos nos prazos estipulados de modo a manter boas relações com os fornecedores.

O objetivo principal do departamento de compras é assegurar a continuidade do fornecimento de matérias-primas ao mínimo preço possível, reduzindo deste modo o preço do produto final (Kumar & Suresh, Production and Operation Management, 2006; Roy, 2005).

Os objetivos podem sintetizar-se da seguinte forma (Kumar & Suresh, Production and Operation Management, 2006):

- Disponibilizar materiais, serviços e equipamentos ao menor preço possível;
- Garantir o fluxo contínuo da produção, através do fornecimento ininterrupto de matérias-primas e disponibilizando serviços de manutenção e reparação, se necessário;
- Ter fornecedores alternativos;
- Estabelecer e manter boas relações com os fornecedores;
- Promover a máxima integração com os restantes departamentos da empresa – as compras estão diretamente relacionadas com o departamento de produção, devido às especificações e fluxo de materiais, ao departamento de engenharia, pelos equipamentos, máquinas e ferramentas, ao departamento de marketing, pelas previsões de vendas e seu impacto na necessidade de materiais, ao departamento financeiro, pela gestão de níveis de stock e necessidade de capital para investimento, e ao departamento de recursos humanos pela necessidade de treinar e desenvolver competências e também pela necessidade de manter boas relações, especialmente com fornecedores.
- Treinar e desenvolver recursos humanos;
- Manter registos e relatórios de gestão.

O sucesso de qualquer atividade de produção está amplamente dependente da qualidade das matérias-primas, nas quantidades corretas, no tempo certo e ao melhor preço possível. Estes parâmetros definem os princípios básicos da aquisição/compras. Existem outros como os contratos nos termos corretos, materiais corretos, local correto, método de transporte correto e atitude correta. O conjunto destas premissas vulgarmente designadas por “os 10 R’s” (Figura 5) vai condicionar o sucesso na concretização do objetivo final (Kumar & Suresh, Production and Operation Management, 2006).



Figura 5: Parâmetros de compra

A compra de materiais pode ser feita por um dos seguintes métodos:

- **Cotações Spot:** para o mesmo material, são recolhidas pelo menos três cotações de fornecedores diferentes e a seleção é feita com base no preço e condições de aquisição.
- **Inquérito Limitado:** após contacto com o fornecedor, é elaborada uma declaração comparativa com base no preço do material, especificações de material e qualidade, local e tempo de entrega, taxas, condições de pagamento, validade do concurso e período de garantia, que permitirá selecionar o melhor fornecedor para determinado material.
- **Concurso:** são pedidas cotações ou propostas com base em condições específicas e definidas.

Os passos num ciclo de compra completo resumem-se da seguinte forma (Figura 6) (Roy, 2005):

1. Reconhecimento da necessidade, recebimento e análise do pedido de compra;
2. Seleção de potenciais fornecedores;
3. Solicitação de cotações;
4. Seleção do melhor fornecedor para o material requisitado;
5. Emissão do pedido de compra;
6. Acompanhamento e diligências necessárias do pedido;
7. Analisar o recebimento de eventuais relatórios e possíveis discrepâncias;
8. Conferir e aprovar as faturas do fornecedor para pagamento;
9. Fechar pedidos concluídos;
10. Manter registos e arquivos atualizados.

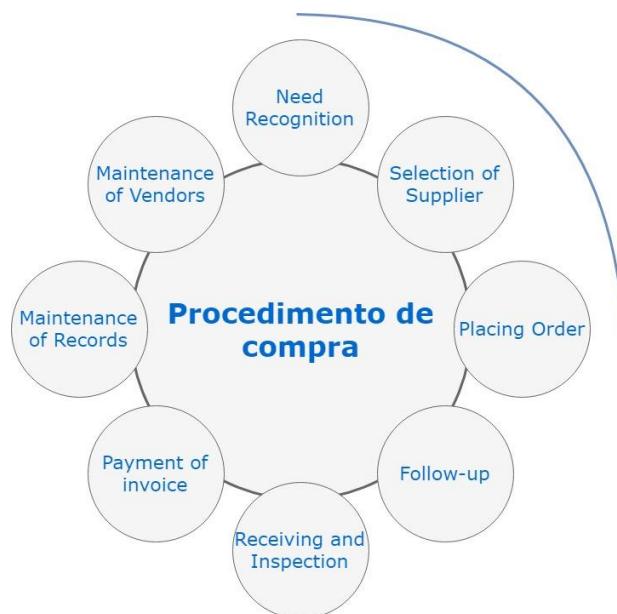


Figura 6: Procedimento de compra [adaptado de (Roy, 2005)]

2.6.1 EOQ

Existem diversas variáveis que interferem com os modelos de inventário como a maquinaria, o erro humano, os materiais e os custos envolvidos. Esses modelos procuram ajudar a decidir essencialmente duas coisas: quanto pedir (comprar ou produzir) e quando pedir, tendo como objetivo principal minimizar o custo total (Kumar & Suresh, Operations Management, 2009).

Existem dois tipos de inventário de sistemas multiperiódicos: modelos de quantidade fixa (também designado de quantidade de ordem económica (EOQ - *Economic Order Quantity*) ou modelo-Q) e modelos de tempo fixo (também designado como sistema periódico, sistema de revisão periódica, sistema de intervalo de ordem fixa ou modelo-P).

Estes sistemas de inventário multiperiódicos são projetados de modo a garantir que cada item estará disponível para ser utilizado a qualquer momento durante um ano. Habitualmente, cada item será pedido várias vezes ao longo de um ano, pelo que a lógica do sistema terá por base a quantidade real pedida e o momento do pedido.

A principal diferença é que os modelos de quantidade fixa são “desencadeados por eventos” enquanto os modelos de tempo fixo são “acionados pelo tempo”. Assim, no modelo de quantidade fixa inicia-se uma ordem quando é atingido um nível de reabastecimento especificado. Este evento pode acontecer em qualquer momento, dependendo do stock dos itens considerados. Ao contrário deste modelo, o modelo de tempo fixo, está limitado a novas ordens apenas nos períodos de tempo predefinidos, ou seja, apenas o passar do tempo aciona o modelo.

Para usar o modelo de ordem fixa (no qual um pedido é acionado quando o stock cai para um valor mínimo previamente estabelecido) o inventário é permanentemente monitorizado. Assim, este modelo de ordem fixa é um sistema permanente, que requer que de cada vez que é retirado ou reposto um item, os registos sejam atualizados de modo a refletirem corretamente a necessidade ou não de reabastecimento (Chase, Jacobs, & Aquilano, 2006).

Relativamente à equação: “*Quanto pedir?*” Existem dois custos a ter em conta que são a manutenção de grandes stocks ou a aquisição de pequenas quantidades. À medida que a quantidade encomendada aumenta, aumenta também o custo de manutenção do stock e diminui o custo de aquisição do artigo. Neste contexto surge o conceito de Quantidade de Ordem Económica (EOQ) que tenta equilibrar estes dois custos. A EOQ pode ser definida como o tamanho da encomenda a realizar de modo a minimizar os custos totais de transporte e de encomenda (Kumar & Suresh, Operations Management, 2009).

O EOQ assenta nos seguintes princípios:

1. Os pedidos são relativamente constantes e conhecidos;
2. Os artigos são produzidos ou comprados em lotes e não continuamente;
3. Os custos de preparação de pedidos e custos de manutenção de stocks são constantes e conhecidos;
4. A reposição ocorre de uma só vez.

Estas premissas são, geralmente, válidas para produtos acabados cuja reposição é independente e bastante uniforme. No entanto, existem muitas situações em que os pressupostos acima mencionados não são válidos e, neste caso, não é possível aplicar o conceito EOQ. Exemplo disso, são situações em que o cliente especifica a quantidade da ordem ou os produtos de vida curta. Nestas situações torna-se fundamental usar outros modelos (Arnold, Chapman, & Clive, 2008).

Os modelos de quantidade fixa de encomenda pretendem determinar qual a quantidade mínima em stock que origina uma encomenda e a dimensão dessa encomenda (Figura 7).

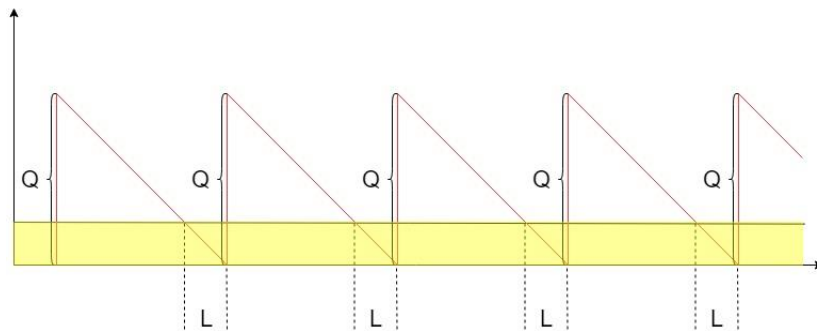


Figura 7: Modelo de quantidade fixa de encomenda

A quantidade ótima de encomenda corresponde à quantidade de produtos que origina um custo mínimo, desta forma, é necessário analisar os custos de encomenda para se determinar a quantidade ótima de encomenda (Figura 8).

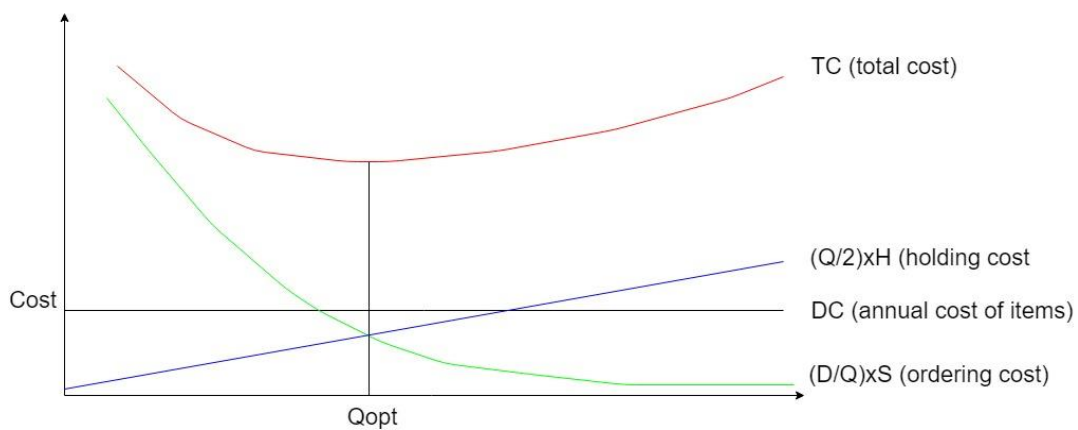


Figura 8: Quantidade ótima de encomenda

Os custos de encomenda são dados pela expressão:

$$TC = DC + \frac{D}{Q} \times S + \frac{Q}{2} \times H$$

Onde:

- TC é o custo total anual;
- D é a procura anual;
- C é o custo por unidade;
- Q é a quantidade a encomendar;
- S é o custo de colocar uma encomenda;
- H é o custo anual de pose e de armazenamento.

Para um custo mínimo, a quantidade ótima de encomenda é dada por:

$$Q_{opt} = \sqrt{\frac{2 \times D \times S}{H}}$$

2.6.2 Outros métodos

Conforme já explicado, o EOQ tenta minimizar o custo total de pedido e transporte e baseia-se no pressuposto de que as necessidades são constantes e uniformes. Existem, no entanto, muitas situações em que este conceito não se aplica. Nestes casos, pode aplicar-se o Modelo de Tempo Fixo (Period-Order Quantity – POQ).

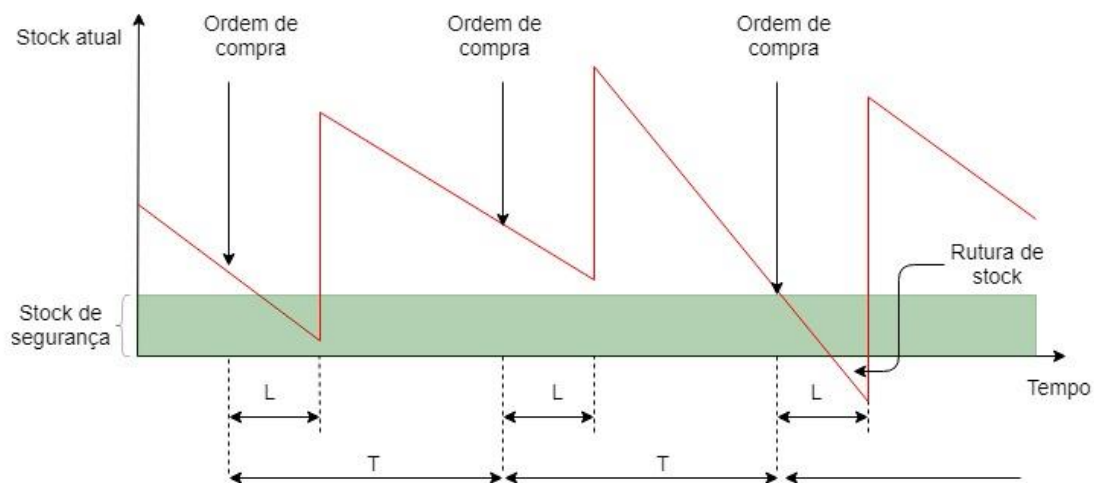


Figura 9: Modelo de período fixo com nível de serviço

Nos modelos de período fixo, o stock é contado e as encomendas são colocadas em determinados momentos. Estes modelos geram quantidades de encomenda que variam de período para período e que dependem dos índices de utilização. Além disso, nestes casos os stocks são contados apenas no momento de revisão. Se houver alterações na procura durante o período de revisão e reaprovisionamento, ocorrerá rutura de stock (Figura 9). Este método de cálculo tem em conta os *lead times*, mas não sendo possível prever alterações na procura, poderá ocorrer rutura de stock. O stock de segurança neste modelo deve ser suficiente para que não haja situações de ruturas durante os

períodos de revisão, bem como nos períodos do lead time, o que se poderá traduzir em custos mais elevados.

Para este modelo o cálculo da quantidade a encomendar é feito através da seguinte fórmula:

$$q = d \times (T + L) + z \times \sigma_{T+L} - I$$

Onde:

q é a quantidade a encomendar;

d é a média da procura diária;

T é o número de dias entre as revisões;

L é *Lead Time* em dias;

z é o fator de segurança;

σ_{T+L} é o desvio padrão da procura após revisão e o *lead time*;

I é o stock em armazém mais a quantidade encomendada ainda por entregar.

Este modelo utiliza a fórmula EOQ para calcular um tempo económico entre ordens. Isto é calculado dividindo o EOQ pela taxa de pedidos. Esta equação produz um intervalo de tempo para o qual as ordens são colocadas. Em vez de encomendar a mesma quantidade (EOQ), as encomendas são feitas para satisfazer os requisitos para o intervalo de tempo calculado. O número de pedidos feitos num ano é o mesmo que para uma ordem económica de quantidade fixa, mas a quantidade pedida de cada vez varia. Assim, o custo de encomenda é o mesmo, mas, como as quantidades do pedido são determinadas pelos pedidos reais, o custo é reduzido (Arnold, Chapman, & Clive, 2008).

2.6.3 Comparação entre métodos

Algumas diferenças entre os modelos poderão influenciar a melhor escolha (Chase, Jacobs, & Aquilano, 2006):

- No modelo de tempo fixo, os stocks médios são maiores, de modo a colmatar eventuais falhas no período de revisão; o modelo de quantidade fixa não tem período de revisão;
- O modelo de quantidade fixa favorece itens mais dispendiosos porque os stocks médios são mais baixos;
- O modelo de quantidade fixa é mais apropriado para itens importantes, porque a monitorização é mais apertada e, como tal, a resposta a qualquer falha de stock será mais rápida;
- O modelo de quantidade fixa requer mais tempo e mais cuidado para se garantir que qualquer saída ou entrada no stock é registada e que o inventário é assim atualizado permanentemente, uma vez que o pedido de encomenda apenas é despoletado quando se atinge uma quantidade mínima previamente estabelecida.

A Tabela 3 e a Figura 11 resumem as principais diferenças entre os dois modelos.

Tabela 3: Comparação entre métodos [adaptado de (Chase, Jacobs, & Aquilano, 2006)]

Caraterísticas	Modelo-Q Quantidade fixa	Modelo-P Tempo fixo
Quantidade de encomenda	Quantidade constante	Quantidade variável
Quanto colocar a encomenda?	Quando o inventário chega a um determinado nível	Quando passa um determinado período de tempo
Manutenção de registos	Quando é levantado ou adicionado material ao inventário	Quando é feita uma encomenda
Tamanho do stock	Menor	Maior
Tempo de manutenção	Maior (devido à manutenção de registos)	
Tipo de itens	Itens importantes, mais caros ou críticos	

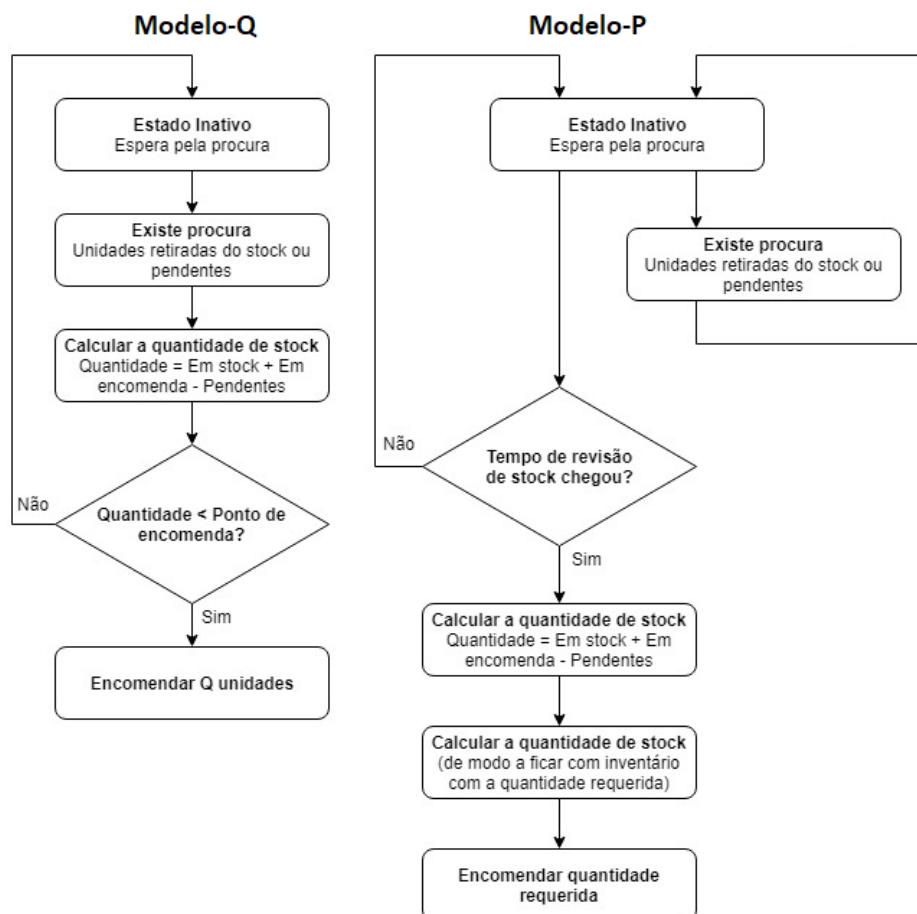


Figura 10: Comparação entre métodos [adaptado de (Chase, Jacobs, & Aquilano, 2006)]

2.7 Armazenamento de materiais

Os armazéns constituem uma parte fundamental em qualquer cadeia de fornecimento. Entre as principais funções destacam-se: controlar o fluxo de materiais ao longo da cadeia, acautelando fatores como a sazonalidade, a quantidade de produção e transporte; consolidação de materiais provenientes de fornecedores diferentes, com foco no produto solicitado pelo cliente; e processamento do valor agregado, como kits, preços, rotulagem e personalização do produto (Gu, Goetschalckx, & McGinnis, 2007). O armazém tem como objetivo minimizar custos e maximizar o atendimento ao cliente, organizando e localizando de forma eficiente todos os materiais, de modo a encontrar os artigos rápido e corretamente, minimizar o esforço físico total e criar pontos de ligação com os clientes (Arnold, Chapman, & Clive, 2008).

Esta gestão permite gerir o espaço do armazém, monitorizar fornecedores, diminuir o tempo de resposta às necessidades e poupar tempo, recursos e equipamentos. A concorrência no mercado exige uma melhoria contínua na conceção e funcionamento das redes de produção-distribuição, o que por sua vez exige um maior desempenho do próprio armazém. A adoção de novas filosofias de gestão, algumas anteriormente abordadas (por exemplo, JIT), trouxe novos desafios também para os sistemas de armazenamento, incluindo apertados controlos de inventário, menor tempo de resposta e maior variedade de produtos. Por outro lado, a aplicação generalizada de novas tecnologias de informação (IT), como códigos de barras, comunicações por radiofrequência (RF) e sistemas de gestão de armazém (WMS), oferecem novas oportunidades para melhorar as operações do armazém. Estas oportunidades permitem, por exemplo, o controlo das operações do armazém em tempo real, a fácil comunicação com outras partes da cadeia de fornecimento e elevados níveis de automação.

Existem alguns modelos de suporte de decisão de operações de armazém propostos na literatura, no entanto, permanecem várias dificuldades na execução e implementação desses modelos (Gu, Goetschalckx, & McGinnis, 2007).

2.7.1 Custos inerentes a um armazém

A maioria das operações num armazém implica a utilização intensiva de trabalho operacional e de capital, e o desempenho dessas operações não só afeta os custos de produtividade e de funcionamento de um armazém, mas também toda a cadeia de abastecimento. As operações de armazém correspondem, em média, entre 30 e 50% dos custos inerentes à cadeia de abastecimento da maioria das empresas (Linderman, Schroeder, Zaheer, & Choo, 2003).

Ao analisar os custos inerentes a um armazém, verifica-se que a mão-de-obra na separação de pedidos é a operação mais cara do armazém. No armazenamento os custos estão separados da seguinte forma: custos de manuseamento, custos fixos e custos de armazenamento. Segundo Pan et al. (Pan, Shih, & Wu, 2011) 50%-75% dos custos totais do funcionamento de um armazém são atribuídos à separação de materiais. Os custos de manuseamento estão diretamente relacionados com o fluxo de

artigos. Os custos fixos (também designados de custos de capital) correspondem às instalações e estão relacionados com a dimensão do armazém. O espaço necessário depende das quantidades de pico, os métodos de armazenamento, e a necessidade de espaço auxiliar para corredores, docas, escritórios etc. Por último, os custos de armazenamento contribuem para os custos de posse de stock (Pan, Shih, & Wu, 2011). O principal custo operacional é o trabalho, e a medida da produtividade do trabalho é a número de unidades que um operador pode mover num dia (Arnold, Chapman, & Clive, 2008).

2.7.2 Layouts

A função dos armazéns é guardar e gerir os fluxos de entrada e saída dos diversos produtos armazenados e a definição do layout é um ponto essencial no bom funcionamento de um armazém. Um layout bem definido é importante para manter todos os artigos bem armazenados garantindo a sua preservação, a rapidez na sua procura e localização e a segurança das pessoas que têm acesso ao armazém. O layout ideal é aquele que procura minimizar a distância total percorrida com uma movimentação eficiente dos materiais, com maior flexibilidade possível e com custos de armazenagem reduzidos (Tompkins, White, Bozer, & Tanchoco, 2010).

Dentro desta gestão existem diversas operações e componentes essenciais para as mesmas que provêm do layout do armazém. Usualmente, todos os modelos de otimização de layout, têm como principal função a organização dos materiais, o posicionamento das *Racks*, o acondicionamento dos materiais e a movimentação dos operadores.

Nos armazéns, os layouts mais frequentemente utilizados são os que permitem um fluxo direcionado e os layouts com fluxo quebrado. Neste caso o primeiro fluxo respeita o tempo de movimentação, é adaptado para a utilização do *cross-docking* e para ser utilizado em linhas de produção. O fluxo quebrado permite diminuir as distâncias a percorrer e permite obter vantagens em relação ao espaço necessário para as áreas de receção e expedição (Carvalho, 2002).

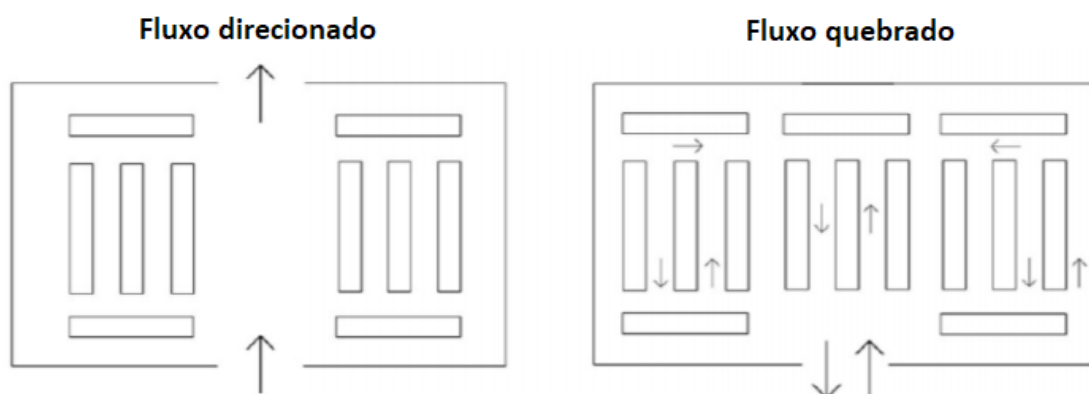


Figura 11: Fluxo direcionado e Fluxo quebrado [adaptado de (Carvalho, 2002)]

Contudo, é necessário ter em atenção que o armazenamento não é um problema isolado e que independentemente do modo como o material foi embalado ou como a carga foi movimentada a etapa seguinte é armazenar e a melhor forma de o fazer é

aquela que maximiza o espaço disponível nas três dimensões (comprimento, largura e altura) das instalações (Pan, Shih, & Wu, 2011).

Contudo, na criação de um novo layout de um armazém já existente será sempre importante ter em conta opiniões e sugestões das pessoas que diariamente utilizam o armazém em todos os seus aspetos, porque isso permitirá ir de encontro às necessidades e expectativas dos utilizadores. O planeamento do layout de um armazém tem como principais objetivos:

- Utilizar o espaço existente com a maior eficiência possível;
- Providenciar uma movimentação eficiente dos materiais;
- Minimizar os custos de armazenagem;
- Promover a flexibilidade;
- Facilitar a arrumação e limpeza.

De modo a satisfazer estes objetivos deve existir uma coordenação entre operadores, equipamentos e espaço (Tompkins, White, Bozer, & Tanchoco, 2010).

Relativamente aos vários stocks de artigos, o armazém deve mantê-los:

- Devidamente arrumados e referenciados;
- Limpos e em bom estado de conservação;
- Sem repetições;
- Com o inventário atualizado.

Segundo Tompkins et al. (1996): *“Popularidade: num armazém os materiais podem ser guardados em áreas de armazenamento em profundidade e posicionados de forma a minimizar a distância total percorrida. Se os materiais mais populares forem guardados em áreas de armazenamento em profundidade a distância total percorrida será menor.”*

É possível organizar os materiais no armazém de diferentes maneiras. Tendo em conta a popularidade, isto é, materiais com rácio de receção/expedição elevado deverão estar localizados junto ao ponto de entrada, ao longo do caminho mais curto entre a entrada e a saída. Materiais que são recebidos e expedidos em simultâneo devem ser armazenados juntos. Também o tamanho dos materiais deve ser tido em conta para que não haja desperdício de espaço, isto é, espaços pensados para materiais de grande volume não devem ser usados para materiais pequenos. Se se tiverem em conta as características dos materiais a armazenar pode optar-se por um método diferente de armazenamento.

O layout do armazém deve maximizar o espaço utilizado, bem como o nível de serviço fornecido e deve ter em conta fatores como a conservação e as limitações do espaço e a acessibilidade. (Tompkins, White, Bozer, & Tanchoco, 2010)

As etapas para desenvolver um layout de armazém são:

- Traçar a área global a escalar;
- Abranger todos os obstáculos fixos (colunas, elevadores, escadas, instalações de serviço);
- Localizar as áreas de receção e envio;
- Localizar os vários tipos de armazenagem;
- Atribuir a cada material a sua localização de armazenagem.

A definição do layout pode ser apoiada em métodos quantitativos ou em métodos intuitivos, ou seja, através dos métodos quantitativos é possível encontrar uma melhor organização do armazém fazendo cálculos em que parâmetros como distâncias percorridas e custos são usados, contudo métodos intuitivos disponibilizam certas orientações úteis para a definição do layout sem ser necessário recorrer a métodos matemáticos (Tompkins, White, Bozer, & Tanchoco, 2010).

Existem alguns fatores lógicos que devem ser tidos em conta quando se distribuem os materiais num armazém (Krippendorff, 1972):

- Armazenamento por agrupamento: este tipo de armazenamento facilita a arrumação e a procura de materiais, podendo prejudicar o aprovisionamento do espaço.
- Armazenamento por tamanho, peso e características do material: neste critério o talão de saída deve conter a informação relativa ao sector do armazém onde o material se encontra. Este critério permite um melhor aprovisionamento do espaço, mas exige um controlo rigoroso de todas as movimentações.
- Armazenamento por frequência: o controlo através da ficha técnica permite determinar o local onde o material deverá ser colocado, consoante a frequência com que este é movimentado. Através da ficha técnica também é possível verificar o tamanho das estantes, de modo a racionalizar o aproveitamento do espaço.
- Armazenamento com separação entre lote de reserva e lote diário: este armazenamento é constituído por um segundo armazém de pequenos lotes o qual se destina a cobrir as necessidades do dia-a-dia. Este armazém de movimento possui uma variada gama de materiais.
- Armazenamento por sectores de montagem: neste tipo de armazenamento as peças de série são reunidas num só grupo, por forma a constituir uma base de uma produção por família de peças. Este critério conduz à organização das peças por prioridades dentro de cada grupo.

Outro ponto a ter em conta quando se projeta um armazém é o tipo de fluxo utilizado. Não existe uma norma para este ponto, no entanto, existem dois tipos de fluxo bastante utilizados, o Fluxo em "U" e o Fluxo Contínuo. No Fluxo em "U" a entrada e saída de materiais pode ser feita pelo mesmo ponto de acesso enquanto no Fluxo Contínuo existe um ponto de acesso para a entrada de materiais e outro para a saída, normalmente em lados opostos do armazém.

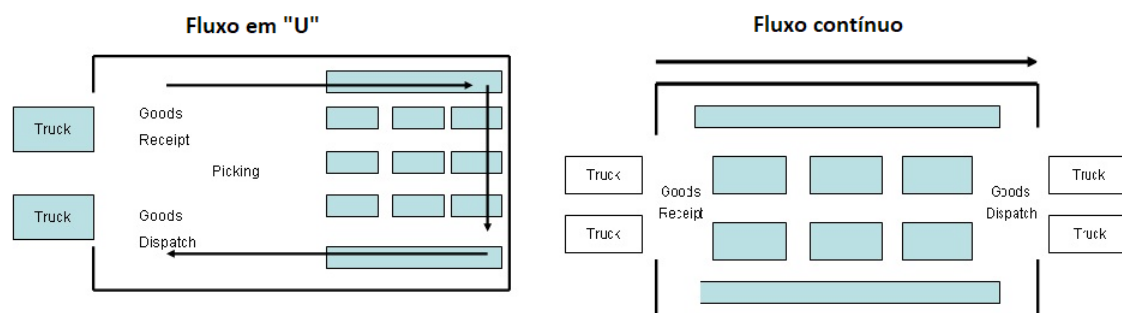


Figura 12: Fluxo em "U" e Fluxo contínuo [adaptado de (Tompkins, White, Bozer, & Tanchoco, 2010)]

Em resumo, não existe um formato standard ou habitual, segundo o qual todos os armazéns devam ser planeados, pois cada caso é um caso, quer seja pelas características do espaço onde se insere, pelo tipo de armazenamento pretendido ou por contingências inerentes a cada organização (Tompkins, White, Bozer, & Tanchoco, 2010; Krippendorff, 1972).

2.7.3 Warehouse Management System (WMS)

O Sistema de Gestão de Armazém (*Warehouse Management System* – WMS) é uma parte importante da cadeia de fornecimento que inclui as seguintes funcionalidades (Donath, 2002):

- Agendamento de receção de itens/materiais: é definida a hora e o local onde a operação será executada, é feito o cálculo de recursos e tempo necessários para esta operação;
- Receção de itens/materiais: verificação do material recebido, caso seja necessário, regista-se não conformidades no sistema;
- Endereçamento: é calculado e indicado pelo sistema onde é que os itens serão armazenados;
- Armazenamento: o sistema indica quais os equipamentos necessários para o armazenamento dos itens e faz a orientação dentro do armazém;
- Separação: o sistema indica onde está o item solicitado, mencionando os equipamentos necessários para a operação e orientando a localização de onde o produto deverá ser retirado;
- Expedição: os itens separados são uma vez mais conferidos e preparados para expedição;
- Abastecimento de linhas de produção: a finalidade é evitar que a linha de produção deixe de trabalhar por falta de stock. O abastecimento automático de linhas de produção evita que haja interrupções não programadas, reduzindo custos e aumentando a produtividade.

A correta implementação de um WMS confere várias vantagens, nomeadamente a Eliminação de reclamações por parte dos clientes, a otimização do espaço para armazenamento, a melhoria da produtividade, o controlo de saídas e entradas de itens, o controlo da produção individual e coletiva, obtendo-se vantagem competitiva (Tompkins, White, Bozer, & Tanchoco, 2010).

2.8 Custeio

Seja qual for o tipo de centro de responsabilidade que se analise, a determinação dos custos incorridos é essencial para uma correta gestão, quer numa ótica de simples custeio, quer de controlo de gestão.

O custeio, isto é, o lançamento, em contas, dos custos incorridos é feito por norma na contabilidade de gestão, enquanto na contabilidade analítica o custeio é feito por funções.

A Contabilidade de Gestão (CG) é a parte do sistema de informação contabilística das empresas e organizações que visa a produção de informação de apoio à gestão. É objetivo da Contabilidade de Gestão providenciar informação aos gestores que suporte as suas tomadas de decisão, o planeamento e o controlo.

Por outro lado, a Contabilidade Financeira é a outra parte do sistema de informação contabilística que tem como objetivo a produção periódica das demonstrações financeiras típicas para reporte externo (Baganha, 1995).

São inúmeros os itens de custos a considerar num centro de responsabilidades. Como exemplo indicam-se os principais na determinação do custo de um produto num processo industrial:

- Matérias-primas diretas, incluindo desperdícios e perdas;
- Matérias subsidiárias, não incluídas no produto ou usadas em quantidades não significativas;
- Mão-de-obra direta;
- Mão-de-obra indireta (manutenção, limpeza da oficina, etc.);
- Custos de engenharia diretos;
- Custos de engenharia indiretos;
- *Overheads* (amortizações, despesas de distribuição, promoção e vendas atribuíveis e não atribuíveis diretamente ao produto).

Apresentam-se, de seguida, os quatro principais e mais comuns níveis de custeio:

- Custo primário: ‘custo primário = MP + MOD’, i.e., no custo do produto incluem-se apenas os gastos com as matérias consumidas (MP) e com a mão-de-obra direta (MOD);
- Custo industrial ou de produção: ‘custo industrial = custo primário + GGF’, i.e., ao custo primário adicionam-se todos os outros custos de produção, a que geralmente nos referimos como gastos gerais de fabrico (GGF);
- Custo comercial ou complexo: ‘custo comercial = custo industrial + outros gastos contabilizados’, i.e., ao custo industrial adicionam-se todos os outros custos reconhecidos contabilisticamente, como os de comercialização, de distribuição, de administração, de financiamento, etc.;
- Custo económico-técnico: ‘custo económico-técnico = custo comercial + gastos não contabilizados’, i.e., todos os outros gastos relevantes para o cálculo económico são incluídos no custo do produto. Tais gastos são aqueles que a empresa sabe que suporta, mas sobre os quais tem dificuldades de avaliação e, portanto, não os contabiliza.

Cada empresa poderá escolher qualquer nível de custeio, no entanto em Portugal, o nível de custeio mais usualmente adotado é o custo industrial ou de produção.

No cálculo de custos e escolhido o nível de custeio industrial, uma outra decisão importante é a que diz respeito à técnica de custeio a adotar, ou seja qual o tipo de gastos, quanto à sua relação com as quantidades produzidas ou nível de atividade, a incluir no somatório de que resulta o custo que se pretende apurar.

Existem três alternativas de técnicas de custeio:

- Variável ou *direct costing*: o custo do produto inclui apenas todos os gastos de produção variáveis, sendo que todos os custos de produção fixos são imediatamente levados aos resultados do período;
- Total ou *absorption costing*: o custo do produto inclui todos os gastos de produção, tanto fixos como variáveis, pelo que nenhuma parte dos custos de produção é levada imediatamente aos resultados do período;
- Racional: o custo do produto inclui todos os gastos de produção variáveis e inclui também os ‘custos de produção fixos normais ou racionais’ (i.e., aqueles que correspondem à utilização normal da capacidade instalada), pelo que, sempre que a utilização da capacidade esteja abaixo do normal, uma parcela dos custos fixos de produção é levada diretamente aos resultados do período.

O desvio é a diferença entre um valor real e um valor orçamentado. A análise dos desvios ocorridos a nível das várias contas e dos vários centros de responsabilidade é feita no fim de cada período, permitindo analisar o modo como a empresa operou, corrigir atuações e imputar responsabilidades (Caiado, 2015).

2.9 Conclusão à Introdução Teórica

A produção consiste na capacidade de acrescentar riqueza a uma matéria-prima, transformando-a em produtos necessários aos consumidores. Este processo de conversão cria uma sociedade mais rica e com melhores recursos de vida. No entanto, para que se obtenha o máximo de produção a partir de uma matéria-prima, a produção deve ser projetada e todos os processos devidamente planeados. Gerir as operações significa planear e controlar todos os recursos envolvidos no processo, sejam eles recursos humanos ou materiais, trabalho e capital envolvido. Todas as etapas são importantes, mas a principal forma de planear e controlar o desenvolvimento é através do fluxo de materiais. O fluxo de materiais controla o desempenho do processo. Se os materiais certos, nas quantidades certas não forem disponibilizados no momento certo, o processo não pode produzir o esperado. Haverá desperdício de trabalho, de recursos humanos e de equipamentos. A rentabilidade e, conseqüentemente, a existência da empresa ficará ameaçada (Arnold, Chapman, & Clive, 2008).

Neste capítulo foi feita uma abordagem ao Estado da Arte, desenvolvendo-se os conceitos de gestão de materiais, classificação de stocks, planeamento de material e controlo, stock de segurança, compras e armazenamento de materiais. A recolha bibliográfica aqui apresentada sustenta o projeto a implementar e foi nela que se baseou a análise aos problemas detetados e às soluções propostas.

DESENVOLVIMENTO

3.1 Introdução ao capítulo

3.2 **Oportunidade de melhoria 1:** Excesso de stock

3.3 **Oportunidade de melhoria 2:** Inexistência de uniformização na realização de orçamentos

3 DESENVOLVIMENTO

O presente capítulo encontra-se organizado da seguinte forma:

- Introdução ao capítulo: apresentação dos problemas que se propõe corrigir;
- Oportunidade de melhoria 1: Excesso de stock – descrição do problema, aplicação da análise ABC, aplicação de métodos de previsão de consumos, cálculo de stock de segurança e ponto de encomenda. Apresentação de resultados;
- Oportunidade de melhoria 2: Inexistência de uniformização na realização de orçamentos.

3.1 Introdução ao capítulo

O método de produção da Metalocaima, tal como já mencionado no subcapítulo 1.1, é por projeto, o que significa que praticamente toda a produção é feita à medida do cliente.



Figura 13: Exemplo de equipamento produzido pela Metalocaima

Apesar deste tipo de produção ter várias vantagens, nomeadamente o facto de servir as diversas necessidades dos clientes, tem também importantes desvantagens. A principal desvantagem é a diversidade de componentes, existentes em stock, muitas delas para a mesma função, mas com especificações e normas diferentes.

Por outro lado, existem algumas características relacionadas com a metodologia de trabalho instituída na empresa, que acabam por originar certos problemas ou condicionar o melhor funcionamento em alguns departamentos.

A empresa define os seus stocks com base na experiência que tem de mercado, mas não por modelos matemáticos.

Considera-se assim que existe aqui uma boa oportunidade de melhorar um conjunto de pontos, que trarão grandes vantagens à empresa.

Na

Figura 14 encontra-se o diagrama de Ishikawa onde estão separados por grupos, todos estes problemas e, também, mais alguns que apesar de existirem não são tão significativos.

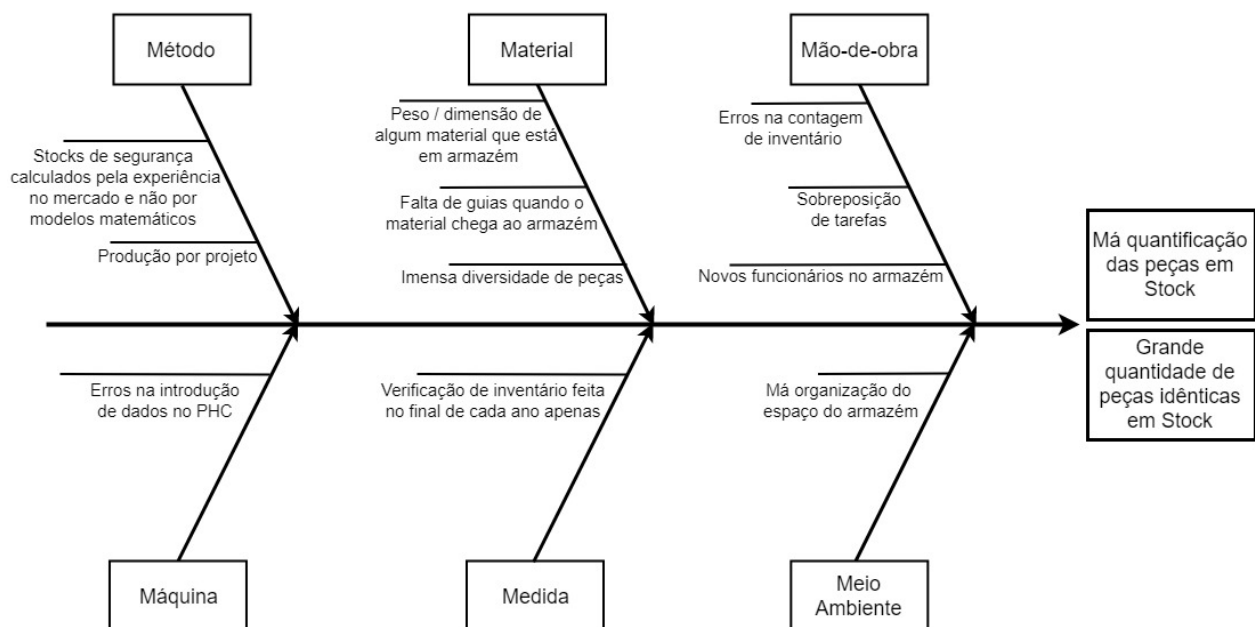


Figura 14: Diagrama de Ishikawa

Ao longo do tempo de projeto foram-se detetando vários problemas/oportunidades de melhoria. As oportunidades selecionadas têm forte impacto na organização da empresa e nos custos, sendo, em algumas situações, facilitadores de erro:

- Oportunidade de melhoria 1: Excesso de stock;
- Oportunidade de melhoria 2: Inexistência de uniformização na realização de orçamentos.

3.2 Oportunidade de melhoria 1: Excesso de stock

Como já foi anteriormente mencionado, a produção por projeto implica existências de centenas de componentes diferentes, o que requer uma gestão de stocks adequada a essa variedade. Para além da quantidade de materiais por unidade, existem variados modelos com especificações próprias e ainda, como resultado da flexibilidade permitida aos clientes, especificações e características distintas, resultando assim numa multiplicidade de referências diferentes.

Como consequência, a Metalocaima apresenta um valor de stock contabilístico elevado, sendo constituído por milhares de referências diferentes, conforme se pode ver na Tabela 4.

Tabela 4: Inventário à data de fevereiro de 2019

Nº de referências	Valor em stock
2946	812 434,52 €

A classificação ABC é uma ferramenta importante para determinar a importância dos materiais para a Empresa. Esta análise é feita com base nos dados de referências e respetivas quantidades saídas num determinado período de tempo. A identificação dos componentes com pouca rotação ou mesmo materiais considerados obsoletos é uma ação fundamental quando se pretende analisar o stock e melhorar a gestão do mesmo. Esta análise permite também identificar quais os itens que merecem maior atenção, pelo facto de serem responsáveis pelos maiores custos, nomeadamente custos de armazenagem e custos de existência de stock (que são classificados como A).

Para este trabalho utilizou-se o critério Quantidade movimentada (unidades/ período) e o critério de Valor movimentado (unidades/período x €/unidades). O critério de valor e quantidade movimentada tem como base os dados extraídos do PHC, referentes a 3580 referências num período de dois anos (2017 e 2018). A Tabela 5 apresenta o cálculo da análise ABC.

Tabela 5: Análise ABC

Nº Artigos	% do nº de artigos acumulado	Referência	Designação do artigo	Valores financeiros	Valores financeiros acumulados	% dos valores financeiros acumulado
1	0,03%	0103020903000001	CHAPA BOBINE AISI316L LF ESP. 5 L.1500	15 489,80 €	15 489,80 €	3,29%
2	0,06%	0103020803000001	CHAPA BOBINE AISI316L LF ESP. 4 L.1500	11 530,00 €	27 019,80 €	5,74%
-	-	-	-	-	-	-
175	4,89%	0201100113000001	CHAPA LISA AISI316L LQ ESP. 5 C.3000*L.1500	397,20 €	376 971,31 €	80,05%
176	4,92%	0304010799000024	TUBO REDONDO C/COSTURA AISI316L Ø48.3*2	396,34 €	377 367,65 €	80,13%
177	4,94%	0201010229000001	CHAPA LISA AISI304 LF ESP. 6.26 C.2439*L.1220	392,29 €	377 759,94 €	80,21%
-	-	-	-	-	-	-
676	18,88%	3803990104000104	PARAFUSO C. SEXTAVADA INOX DIN933 M20*40	47,00 €	447 378,06 €	95,00%
677	18,91%	3803990203000067	PARAFUSO C. SEXTAVADA ZINCADO DIN931 M20*150	47,00 €	447 425,06 €	95,01%
678	18,94%	0401019999000012	BARRA AISI304 LQ L.25*ESP.6	46,75 €	447 471,81 €	95,02%
-	-	-	-	-	-	-
3580	100,00%	0304020199000002	TUBO REDONDO S/COSTURA AISI304 Ø114.3*4	0,01 €	470 944,24 €	100,00%

Pela observação da Tabela 5, verifica-se:

- A classe A é constituída por 175 artigos que significam apenas 4,89% da totalidade dos artigos existentes em stock. Esse número de artigos corresponde a 80,05% do valor financeiro existente no stock global em análise;
- À classe B correspondem 500 artigos, ou seja, 13,96% dos artigos em stock, cujo valor financeiro é 14,87% do valor financeiro global;
- A classe C é a que possui maior número de artigos, 2903 artigos, o que equivale a 81,09% do total de artigos e tem menor valor financeiro, ou seja, 4,99% do valor financeiro global.

De modo a verificar que os resultados obtidos da análise ABC são os mesmos quer se usem as unidades parametrizadas (isto é, kg, m² ou valor unitário), quer se convertam todas as referências à mesma unidade, elaboraram-se as Tabela 6 e Tabela 7.

Tabela 6: Cálculo utilizando diferentes unidades de medida

Referência	Designação do artigo	€ / Unid.	Peso | qtd.	Unid.	Saída	%	Acumulado
0103020903000001	CHAPA BOBINE AISI316L LF ESP. 5 L.1500	3,256917	4756	kg	15 489,80 €	3,29%	3,29%
0103020803000001	CHAPA BOBINE AISI316L LF ESP. 4 L.1500	3,359639	3432	kg	11 530,00 €	2,45%	5,74%
0110020403000001	CHAPA BOBINE AISI304L LF ESP. 2 L.1500	2,281944	4942	kg	11 277,86 €	2,39%	8,13%
0110020404000001	CHAPA BOBINE AISI304L LF ESP. 2 L.2000	2,461228	4582	kg	11 276,60 €	2,39%	10,53%
0110020803000001	CHAPA BOBINE AISI304L LF ESP. 4 L.1500	2,215789	5082	kg	11 261,40 €	2,39%	12,92%
9207000000000007	VARETA ER 316L Ø1.2	0,057627	191438	un	11 032,00 €	2,34%	15,26%
9105099999000002	FILME ESTIRAVEL (PROTETIVO) AUTOCOLANTE L.1500	0,349609	28681,76	m ²	10 027,40 €	2,13%	17,39%
92070000000000016	VARETA ER 316LSI Ø1.6	0,096781	102954	un	9 964,00 €	2,12%	19,51%
0110020603000001	CHAPA BOBINE AISI304L LF ESP. 3 L.1500	2,059722	4819	kg	9 925,20 €	2,11%	21,61%

Tabela 7: Cálculo utilizando a mesma unidade de medida

Referência	Designação do artigo	€ / Unid.	Peso | qtd.	Unid.	Qtd.	Unid.	Saída	%	Acumulado
0103020903000001	CHAPA BOBINE AISI316L LF ESP. 5 L.1500	3,256917	4756	kg	0,951	un	15 489,80 €	3,29%	3,29%
0103020803000001	CHAPA BOBINE AISI316L LF ESP. 4 L.1500	3,359639	3432	kg	0,686	un	11 530,00 €	2,45%	5,74%
0110020403000001	CHAPA BOBINE AISI304L LF ESP. 2 L.1500	2,281944	4942	kg	0,988	un	11 277,86 €	2,39%	8,13%
0110020404000001	CHAPA BOBINE AISI304L LF ESP. 2 L.2000	2,461228	4582	kg	0,916	un	11 276,60 €	2,39%	10,53%
0110020803000001	CHAPA BOBINE AISI304L LF ESP. 4 L.1500	2,215789	5082	kg	1,016	un	11 261,40 €	2,39%	12,92%
9207000000000007	VARETA ER 316L Ø1.2	0,057627	191438	un	191438,041	un	11 032,00 €	2,34%	15,26%
9105099999000002	FILME ESTIRAVEL (PROTETIVO) AUTOCOLANTE L.1500	0,349609	28681,76	m ²	191,212	un	10 027,40 €	2,13%	17,39%
92070000000000016	VARETA ER 316LSI Ø1.6	0,096781	102954	un	102954,092	un	9 964,00 €	2,12%	19,51%
0110020603000001	CHAPA BOBINE AISI304L LF ESP. 3 L.1500	2,059722	4819	kg	0,964	un	9 925,20 €	2,11%	21,61%

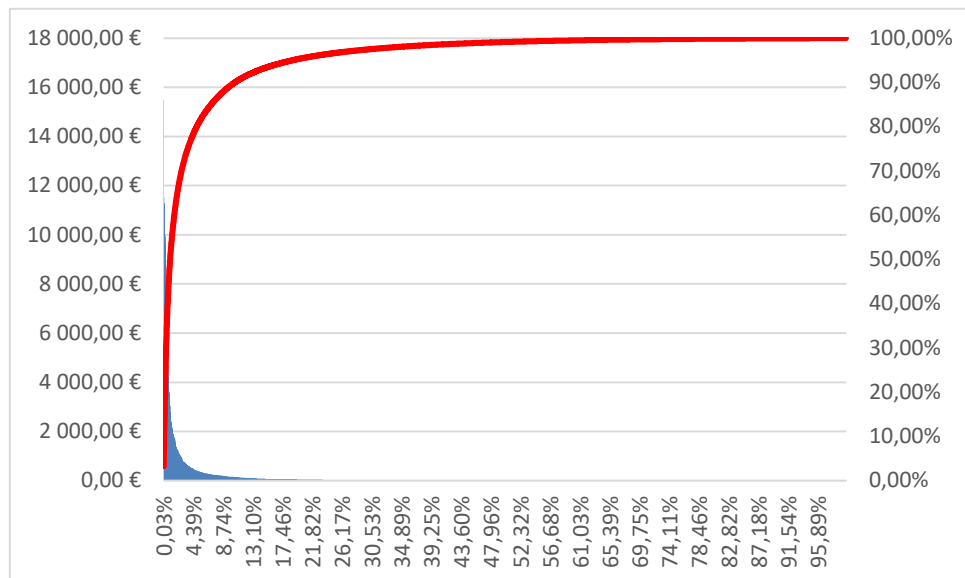


Figura 15: Análise ABC

A Figura 15 representa a curva da análise ABC. Neste caso não corresponde exatamente às regras definidas pela análise ABC. Assim, a classe A é reduzida a 4,89% dos artigos quando deveria ser pelo menos 10%. A classe B tem também um número reduzido de artigos, 13,96%, quando deveria ter cerca de 25%. À classe correspondem 81,09% dos artigos, o que está ligeiramente acima das regras definidas.

Assim, a classe A, contendo a maior soma de investimento (aproximadamente 80%), embora o menor número de artigos, deve merecer a maior atenção e vigilância. É necessário controlar com rigor a movimentação de artigos deste grupo. A classe B é um grupo intermédio exigindo uma menor vigilância. Contudo, os artigos próximos da fronteira com a classe A devem ser vigiados dadas as variações que podem ocorrer no seu valor financeiro. A classe C não merece uma gestão tão minuciosa dado o seu insignificante valor financeiro, apesar dos muitos artigos que a constituem.

3.2.1 Métodos de previsão

Tendo em conta a análise apresentada, irão ser aplicados métodos de previsão de consumos com o objetivo de ajustar níveis de stock. A previsão acompanha a gestão empresarial, nomeadamente a gestão dos stocks. Uma previsão eficaz exige o conhecimento e uma análise crítica de fatores muito diversos, como o conhecimento do ambiente e da sua evolução a curto, médio e longo prazo, o conhecimento dos produtos e o conhecimento da empresa.

O escolhido para determinar a previsão futura foi o método das médias aritméticas, que embora pouco complexo mostra-se adequado para realizar previsões de séries que não apresentam tendências nem sazonalidades.

Este método baseia-se na expressão:

$$x - x_1 = \frac{x_2 - x_1}{t_2 - t_1} (t - t_1)$$

Onde:

x é o valor do consumo (ou vendas) a determinar;

x_1 é a média mensal dos valores dos consumos (ou vendas) verificados no período de tempo 1;

x_2 é a média mensal dos valores dos consumos (ou vendas) verificados no período de tempo 2;

t é o mês que corresponde ao valor do consumo (ou vendas) a determinar;

t_1 é a data que corresponde a metade do período de tempo 1;

t_2 é a data que corresponde a metade do período de tempo 2, mais o período de tempo 1.

A análise será feita aos 5 primeiros artigos da classe A da análise ABC, porque representam os itens com maior impacto financeiro para a empresa.

Na Tabela 8 estão registados os consumos mensais no período de dois anos. Posteriormente, procedeu-se à soma dos consumos do ano 2017 e 2018 e calcularam-se as respectivas médias mensais que correspondem na expressão aos valores x_1 e x_2 .

Tabela 8: Método das médias aritméticas

Meses	Consumos									
	Artigo 1		Artigo 2		Artigo 3		Artigo 4		Artigo 5	
	2017	2018	2017	2018	2017	2018	2017	2018	2017	2018
1	0	0	0	144	0	517	0	0	1370	87,5
2	0	749	0	1196	0	36	0	0	355,9	140,5
3	0	4809	0	1533	0	0	163,2	0	0	0
4	0	0	0	2496,5	0	1415	768	0	0	154
5	0	418	0	829,5	0	77,5	979,8	475	0	4453
6	0	0	0	0	0	1450,7	0	87	124	297
7	0	4922	0	3933	108	771	0	0	0	0
8	0	0	0	0	0	1404	60	0	0	0
9	0	2650,73	0	0	0	224	5552	206	0	0
10	0	0	0	0	374,3	4138,16	0	1310	265,3	3744
11	0	2280	0	1360	0	645	1210	0	192,6	0
12	0	0	0	38	117,2	0	659,2	0	92,8	0
Somatório	0	15828,73	0	11530	599,5	10678,36	9392,2	2078	2400,6	8876
Média	0	1319,06	0	960,83	49,96	889,86	782,68	173,17	200,05	739,67

Os valores t_1 e t_2 correspondem neste caso a 6 e 18, respetivamente. Para fazer a previsão do consumo, por exemplo, para Janeiro de 2019, t assume o valor de 25. Utilizando a fórmula da reta da tendência, é possível conhecer a previsão para cada um dos artigos, que se encontra demonstrado na Tabela 9.

Tabela 9: Previsão de consumos pelo método das médias aritméticas

Artigo	Designação	Função	Previsão (t = 25)
1	CHAPA BOBINE AISI316L LF ESP. 5 L.1500	$x = 106,922 t - 659,532$	2013,52 €
2	CHAPA BOBINE AISI316L LF ESP. 4 L.1500	$x = 80,069 t - 480,414$	1521,31 €
3	CHAPA BOBINE AISI304L LF ESP. 2 L.1500	$x = 69,99 t - 419,95$	1329,80 €
4	CHAPA BOBINE AISI304L LF ESP. 4 L.1500	$x = -50,79 t + 304,765$	0,00 €
5	CHAPA BOBINE AISI304L LF ESP. 2 L.2000	$x = 44,97 t - 269,81$	854,44 €

A componente sazonalidade representa a oscilação da procura acima e abaixo do valor médio da procura e que se repete ao longo do tempo. O primeiro passo é calcular o fator de sazonalidade para o mês que se pretende, dividindo o valor do consumo observado nesse mês, no primeiro ano, pelo calculado para esse mesmo mês pela reta da tendência; de seguida faz-se idêntico para o segundo ano. A média dos dois resultados é o fator sazonal para esse mês.

O cálculo para os fatores sazonais para os meses 1 e 13 do histórico são:

Tabela 10: Fator sazonal

Artigo	Fator sazonal		Média
	Mês 1	Mês 13	
1	0	0	0
2	0	0,257	0,129
3	0	1,055	0,528
4	0	0	0
5	-6,093	0,278	-2,908

A tendência é a variação em média ao longo do tempo consistindo em movimentos que se manifestam suave e consistentemente durante períodos longos. A sazonalidade consiste em variações ao longo da tendência que ocorrem com periodicidade curta, isto é, são variações que se repetem consecutivamente no mesmo período de tempo. O efeito cíclico são variações com carácter periódico, mas de período diferente do sazonal.

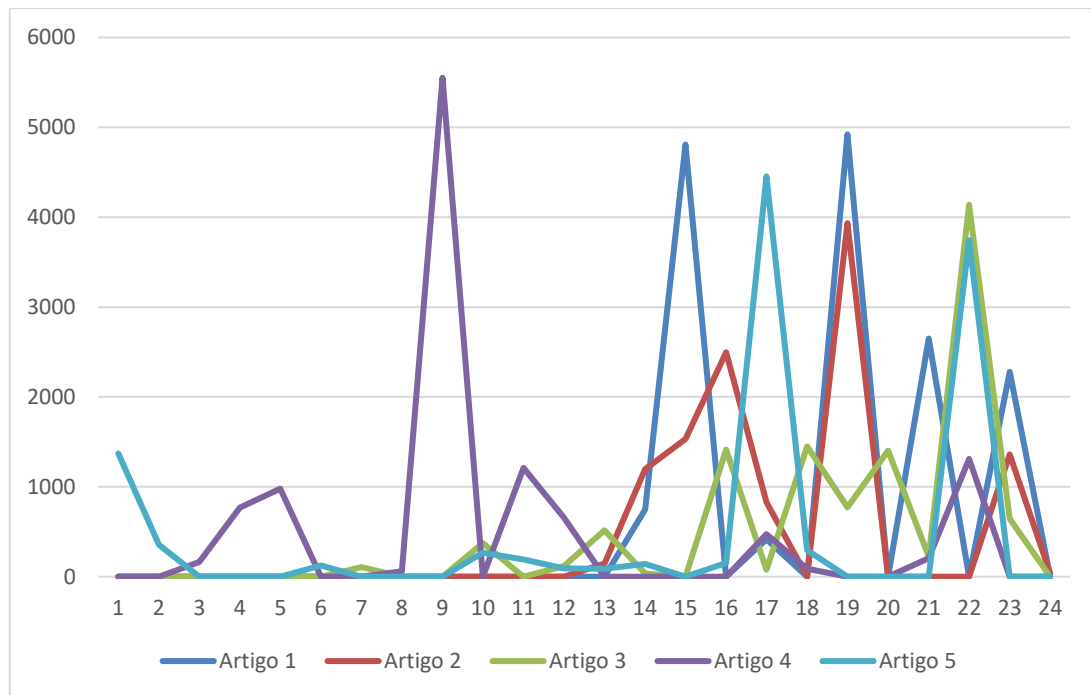


Figura 16: Consumo dos diversos artigos

A análise dos dados que constam da Tabela 10 e da Figura 16, permitem verificar que não existe qualquer sazonalidade ou efeito cíclico nos artigos analisados. Esta conclusão vai de encontro ao tipo de negócio da empresa, em que não é de esperar que fatores como estações do ano, influenciem a procura.

Assim, a previsão de consumo para os artigos em stock poderá ser calculada por qualquer um dos métodos de previsão de consumo, como o método das médias aritméticas utilizado, não tendo qualquer valor a sazonalidade.

Stock de segurança define-se como uma existência adicional ao stock normal, que tem por objetivo proteger a empresa de ruturas, que podem ter origem em consumos ou vendas acima daqueles que eram esperados ou porque os prazos de entrega das encomendas excederam os que previamente tinham sido acordados com o fornecedor. É importante estabelecer um equilíbrio entre o custo de armazenagem e o custo da rutura de stock, tendo em conta que o custo do stock de segurança será proporcional à segurança que se pretende.

O cálculo do stock de segurança resulta numa quantidade que garante x% de possibilidades de ocorrer rutura de stock. De acordo com a distribuição de *Gauss*, existem vários aspetos que interferem com o cálculo do stock de segurança, nomeadamente, o prazo de entrega e o consumo.

Considerando o prazo de entrega fixo, o cálculo do stock de segurança é dado por:

$$s = Z \times G_x \times \sqrt{d}$$

Onde:

Z é a variável associada ao risco de rutura escolhido;

$G_x \times \sqrt{d}$ é o consumo ao longo de um período (d) que segue uma lei normal de desvio padrão.

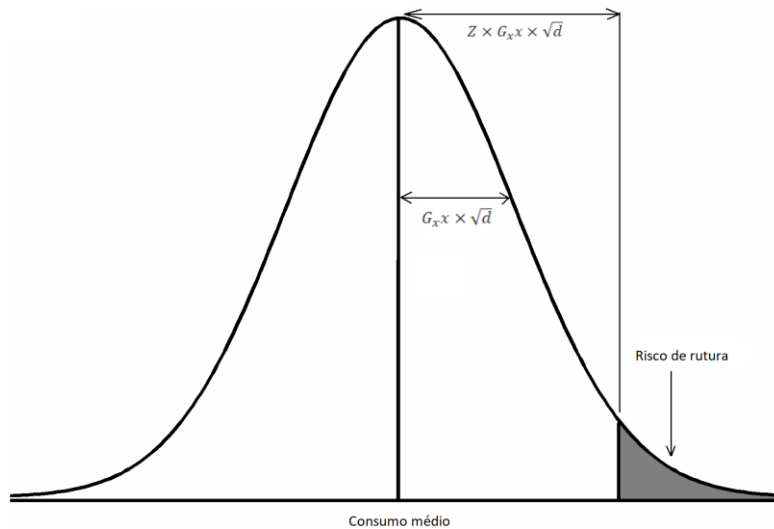


Figura 17: Avaliação do risco de rutura

Como os consumos são variáveis ao longo do ano, não é possível utilizar o método do tempo fixo. Por isso, adotou-se o método do ponto de encomenda que consiste em que uma nova encomenda é despoletada sempre que o stock atingir um determinado nível, denominado ponto de encomenda, que foi previamente determinado. A quantidade a encomendar de cada vez é fixa e igual ou maior ao lote económico, caso haja necessidade. O ponto de encomenda é determinado pela expressão:

$$Pe = K \times d + s$$

Onde:

K é o consumo mensal previsto por unidade de tempo;
 d é o prazo de entrega;
 s é o stock de segurança.

Para determinar a quantidade a encomendar recorre-se à expressão do lote económico:

$$Le = \sqrt{\frac{2 \times E \times N}{t \times p}}$$

Onde:

E é o consumo anual;
 N é o custo de efetivação de uma encomenda
 t é a taxa de posse dos stocks;
 p é o custo unitário.

Não foi possível aceder ao valor de custo de efetivação de uma encomenda, porque habitualmente surge diluído no custo por quilo (no caso das bobines) e também não foi possível obter a taxa de posse de stocks, o que impossibilita o cálculo do lote económico.

Tabela 11: Stock de segurança e ponto de encomenda

Artigo	Stock de segurança	Ponto de encomenda
1	729 kg	931 kg
2	475 kg	618 kg
3	649 kg	855 kg
4	758 kg	952 kg
5	842 kg	1054 kg

A Tabela 11 apresenta os resultados de ponto de encomenda e stock de segurança para os 5 artigos em análise.

Tabela 12: Stock, consumos e encomendas entre 2017 e 2018

Artigo	Stock 01/2017	Consumo 2017/2018	Encomendas 2017/2018	Stock 12/2018
1	0 kg	15490 kg	21450 kg	5960 kg
2	0 kg	11530 kg	14230 kg	2700 kg
3	0 kg	11278 kg	15955 kg	4677 kg
4	12662 kg	11470 kg	4060 kg	5252 kg
5	1590 kg	11277 kg	17802 kg	8115 kg

Na Tabela 12 está descrito para os 5 primeiros artigos o stock existente em janeiro de 2017, os consumos no período em análise (2017/2018), as encomendas no mesmo período e o stock no final desse período. A análise da tabela permite concluir que existe excesso de stock, ou seja, foram encomendadas quantidades excessivas. Daqui se deduz que, a introdução de dados como ponto de encomenda, lote económico e stock de segurança poderão trazer vantagens, na medida em que ajudarão a controlar os stocks e reduzir os custos.

Todos os métodos apresentam vantagens e desvantagens. A grande vantagem deste método é o seu automatismo. Estando definido o ponto de encomenda e o lote económico o processo é automático, uma vez que o stock atinge esse ponto de encomenda e procede-se automaticamente à encomenda do lote que foi definido, ou eventualmente, de um lote superior.

Este método apresenta algumas desvantagens, nomeadamente a difícil utilização quando surgem importantes ou frequentes variações de consumo, pois neste caso terá de se alterar continuamente o ponto de encomenda, perdendo-se o referido automatismo de gestão. No exemplo apresentado, poder-se-á estar perante esta situação, havendo necessidade de atenção e atualização permanente para que não se entre em rutura de stock. No entanto e conforme demonstrado, ainda assim, a utilização do ponto de encomenda tem vantagem. Outra desvantagem deste método é não permitir um fácil agrupamento de artigos numa encomenda ao mesmo fornecedor, porque só por acaso artigos passíveis de serem encomendados a um mesmo fornecedor atingem o ponto de encomenda na mesma data.

3.3 Oportunidade de melhoria 2: Inexistência de uniformização na realização de orçamentos

A Metalocaima está organizada da seguinte forma:

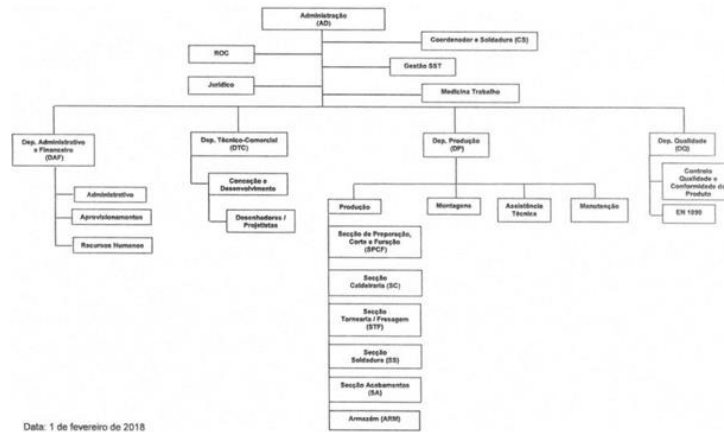


Figura 18: Organograma da Metalocaima [ver Anexo 1]

É através do Departamento comercial que chegam os pedidos dos clientes ou possíveis clientes; este departamento é, também, responsável pelo envio de propostas, receção de ordens de compra, envio de informação referentes às ordens de compra para os outros departamentos e acompanhamento de obras.

O Departamento de desenho é responsável pela realização dos desenhos de acordo com o indicado pelo departamento comercial.

É o Departamento de compras quem efetua consultas de preços a fornecedores, realização de encomendas, acompanhamento de prazos de entrega e mantém ficheiros de artigos e de fornecedores atualizados.

A realização de orçamentos e envio de propostas é uma etapa fulcral na angariação e manutenção de clientes, sendo desta etapa que depende a viabilidade financeira da empresa.

Durante o tempo de realização desta tese, verificou-se não existir uniformização na realização de orçamentos, o que se traduzia em pequenos desvios, relacionados com cada comercial. Isto significava que para um mesmo trabalho, em função do comercial envolvido na realização do orçamento, poderiam ocorrer desvios de cotação.

Neste contexto, e no âmbito de realização deste projeto, foi elaborada uma folha de cálculo, de modo a tornar uniforme a elaboração de orçamentos.

O orçamento deve incluir os valores de matérias-primas, os valores de mão de obra, o tempo de produção e margem de lucro.

Relativamente às matérias-primas, é necessário garantir que qualquer comercial tenha acesso ao preço correto e atualizado a incluir. No que toca à mão de obra, foram definidos valores para trabalhos internos e externos. Foi estabelecido o tempo necessário para a produção de todo o tipo de equipamentos, valor esse que entra em cálculo. As margens de lucro são inseridas e definidas pela administração. A Tabela 13

exemplifica a tabela de preços incluída na folha de cálculo (nota: por questões confidenciais os preços foram removidos desta tabela).

Tabela 13: Exemplo da tabela de preços para as matérias-primas

FLANGES PLANAS DIN							
PN 10						304	316
DN	Dint	Altura	Qtd. Furos	Tamanho Parafuso	Peso	Preço	Preço
	mm	mm			kg/un	€/un	€/un
15	18	14	4	M12	0,684		
	20				0,675		
	21,3				0,669		
20	23	16	4	M12	0,965		
	25,4				0,947		
	26,9				0,936		
...		
		
		
600	610	40	20	M27	51,87		

A Figura 19 corresponde à folha onde é feita a introdução de dados de modo a obter o orçamento desejado. De seguida, irá ser feita a explicação detalhada de cada item numerado de 1 a 8:

- **Ponto 1:** definição da quantidade de reservatórios a produzir, do material a utilizar e do diâmetro do reservatório e indicação do acabamento pretendido. Relativamente ao material a utilizar, podem-se escolher duas referências, AISI 304L ou 316L. Consoante a escolha e a espessura do material, o preço do material é selecionado através de uma folha anexa à folha de cálculo. Relativamente à indicação do acabamento pretendido, essa escolha implicará mais ou menos horas de fabrico;
- **Ponto 2:** Seleção do tipo de topo e fundo do reservatório. Em função do tipo escolhido (copado, cónico ou plano), surge para preenchimento os dados necessários, como ângulo, espessura, tipo de copado, etc.;
- **Ponto 3:** Botão de *Reset*, elimina os dados inseridos e repõe a formatação original;
- **Ponto 4:** Quantificação e especificação de virolas. Definição da altura e espessura de cada virola;
- **Ponto 5:** Definição do tipo de suporte (pernas, saia ou apoios laterais). Em função do tipo de suporte escolhido, surgem automaticamente, os campos necessários a serem preenchidos para a obtenção do cálculo;
- **Ponto 6:** Escolha do tipo de aquecimento (*Dimple Plate*, Meia cana, Banho Maria ou Traçagem Elétrica) / arrefecimento (*Dimple Plate*, Meia cana ou Banho Maria), se aplicável. Em função do tipo de aquecimento / arrefecimento

escolhido, surgem automaticamente, os campos necessários a serem preenchidos para a obtenção do cálculo;

- **Ponto 7:** Inclusão de isolamento e revestimento, se aplicável. Seleção dos materiais disponíveis, lã de rocha ou poliuretano. Relativamente ao revestimento, pode ser em inox ou alumínio. Dependendo do tipo de aplicação, o trabalho poderá ser realizado na empresa ou externamente.
- **Ponto 8:** Seleção de acessórios, nomeadamente, olhais de elevação, portas de visita, agitadores, etc.. Existem acessórios que não estão pré-definidos na folha, mas que podem ser incluídos à medida do projeto.

The image shows an Excel spreadsheet with the following sections and data entry points indicated by red numbers:

- 1:** Points to the 'Qtde. Reservatórios' input field in the 'Dados Iniciais' section.
- 2:** Points to the 'METALOCAIMA' logo and the 'TIPO TOPO' dropdown menu.
- 3:** Points to the 'TIPO FUNDO' dropdown menu and the 'Reset' button.
- 4:** Points to the 'Quantidade' input field in the 'Planificação Virola' section.
- 5:** Points to the 'Suportes' section, specifically the 'Pernas' input field.
- 6:** Points to the 'Aquecimento | Arrefecimento' section, specifically the 'Dimple Plate' input field.
- 7:** Points to the 'Isolamento + Revestimento' section, specifically the 'Lã Rocha' input field.
- 8:** Points to the 'Acessórios' section.

Figura 19: Folha base para inserção de dados

A Figura 20 corresponde à folha de cálculo desenvolvida. A folha foi desenvolvida de modo a que quando é feita a introdução de dados, os valores são automaticamente preenchidos. Por outro lado, as linhas cujo valor é zero são automaticamente ocultas. Deste modo, obtém-se um documento com toda a informação compilada, nomeadamente matérias-primas, valor de mão de obra, tempo de produção e margem, facilmente consultável e normalizado. Apesar desta folha de cálculo ser uma mais-valia, apresenta também algumas limitações, nomeadamente, apenas é possível utilizá-la para a realização de orçamentos para reservatórios e os mesmos têm de ser todos iguais, visto que, a folha não permite incluir reservatórios com características diferentes.

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	
1	N	Descrição	Qtd	Dimensões | Características					Peso		Kg | m | Unid. | m ²	Preço s/ desconto		Desconto	Total s/ desconto				
2								Peso Unitário	Peso Global	I		I	I		I				
3				TOPO															
4	0	Ch p/ Topo Copado	1	0	mm	0	mm	0	mm	0,00	kg/unid	0,00	kg	0,00	€/kg	0,00		0,00	0,00
5	0	Ch p/ Topo Copado	1	0	mm	0	mm	0	mm	0,00	kg/unid	0,00	kg	0,00	€/kg	0,00		0,00	0,00
6	0	Ch p/ Topo Cónico	1	0	mm	0	mm	0	mm	0,00	kg/unid	0,00	kg	0,00	€/kg	0,00		0,00	0,00
7	0	Ch p/ Topo Cónico	1	0	mm	0	mm	0	mm	0,00	kg/unid	0,00	kg	0,00	€/kg	0,00		0,00	0,00
8	0	Ch p/ Topo Cónico	1	0	mm	0	mm	0	mm	0,00	kg/unid	0,00	kg	0,00	€/kg	0,00		0,00	0,00
9	0	Ch p/ Topo Plano	1	0	mm	0	mm	0	mm	0,00	kg/unid	0,00	kg	0,00	€/kg	0,00		0,00	0,00
10	0	Ch p/ Topo Plano	1	0	mm	0	mm	0	mm	0,00	kg/unid	0,00	kg	0,00	€/kg	0,00		0,00	0,00
11	0	Ch p/ Topo Plano	1	0	mm	0	mm	0	mm	0,00	kg/unid	0,00	kg	0,00	€/kg	0,00		0,00	0,00
12				VIROLA															
13	0	Ch p/ 1ª Virola	1	0	mm	0	mm	0	mm	0,00	kg/unid	0,00	kg	0,00	€/kg	0,00		0,00	0,00
14	0	Ch p/ 2ª Virola	1	0	mm	0	mm	0	mm	0,00	kg/unid	0,00	kg	0,00	€/kg	0,00		0,00	0,00
15	0	Ch p/ 3ª Virola	1	0	mm	0	mm	0	mm	0,00	kg/unid	0,00	kg	0,00	€/kg	0,00		0,00	0,00
16	0	Ch p/ 4ª Virola	1	0	mm	0	mm	0	mm	0,00	kg/unid	0,00	kg	0,00	€/kg	0,00		0,00	0,00
17	0	Ch p/ 5ª Virola	1	0	mm	0	mm	0	mm	0,00	kg/unid	0,00	kg	0,00	€/kg	0,00		0,00	0,00
18	0	Ch p/ 6ª Virola	1	0	mm	0	mm	0	mm	0,00	kg/unid	0,00	kg	0,00	€/kg	0,00		0,00	0,00
19	0	Ch p/ 7ª Virola	1	0	mm	0	mm	0	mm	0,00	kg/unid	0,00	kg	0,00	€/kg	0,00		0,00	0,00
20	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
85	...	PUR	0	0,000	m ³	-	-	0	mm	45,00	kg/m ³	0,00	kg	10,00	€/kg	0,00		0,00	0,00
86				ACESSÓRIOS															
87	...	Placa da firma	0	-	-	-	-	-	-	-	kg	0,00	kg	10,00	€/unid.	10,00		0,00	0,00
88	...	Ligação à terra	0	-	-	-	-	-	-	-	kg	0,00	kg	5,00	€/unid.	5,00		0,00	0,00
89	...	Ch p/ Olhais de Elevação	0	200	mm	200	mm	12	mm	3,84	kg	0,00	kg	2,90	€/kg	11,14		0,00	0,00
90	...	Ch p/ Reforço Olhais de Elevação	0	250	mm	100	mm	0	mm	0,00	kg	0,00	kg	2,90	€/kg	0,00		0,00	0,00
91	...	Porta de Visita	0	Fornecedor:	0	Ref:	0			-	kg	0,00	kg	0,00	€/unid.	0,00		0,00	0,00
92	...	Agitador	0	Fornecedor:	0	-	-	-		-	kg	0,00	kg	0,00	€/unid.	0,00		0,00	0,00
93	...																		
94	...																		
95	...																		
96	...																		
97	...																		
98																			
99										Peso Total	0	kg			Soma MP		0,00	0,00	
100														%	Margem sobre MP		0,00	0,00	
101															MP + MARGEM		0,00	0,00	
102														€/h	MO		0,00	0,00	
103														%	Margem sobre MO		0,00	0,00	
104															MO + MARGEM		0,00	0,00	
105															TOTAL		0,00	0,00	
106														%	Margem de Lucro		0,00	0,00	
107															Valor Unitário		0,00 €	0,00 €	
108															Valor Global		0,00 €	0,00 €	

Figura 20: Folha de cálculo para orçamentação

A elaboração desta folha de cálculo trouxe mais-valias ao departamento comercial. A sua utilização garante, por exemplo, que os dados utilizados são os mais atuais, eliminando-se, assim, um possível erro quando anteriormente se recorria a fontes não completamente atualizadas para a obtenção destes dados. Outra vantagem é que ficam salvaguardados eventuais esquecimentos, visto que, o resultado final só é obtido quando todos os campos estiverem preenchidos. Acresce ainda a possibilidade de dar respostas mais rápidas aos clientes, o que aumentará a sua satisfação e a produtividade do departamento.

No ANEXO 2 é possível encontrar um exemplo de preenchimento desta folha de cálculo.

CONCLUSÕES

4.1 CONCLUSÕES

4.2 PROPOSTA DE TRABALHOS FUTUROS

4 CONCLUSÕES E PROPOSTAS DE TRABALHOS FUTUROS

Neste capítulo são apresentadas as conclusões relativas às melhorias propostas e/ou implementadas na empresa e desenvolvidas no âmbito desta tese de mestrado, bem como, projeções futuras.

4.1 Conclusões

O principal objetivo deste projeto foi, com base nos conceitos de gestão estudados, criar oportunidades de melhoria para a empresa, que se traduzissem em redução de custos e aumento de eficiência.

O projeto iniciou-se pelo estudo do estado da arte, com principal foco na gestão de materiais e conceitos relacionados com a avaliação e manutenção de stocks. Dominada a teoria, foi feito o levantamento de algumas melhorias passíveis de implementar na instituição onde se desenvolveu o projeto – Metalocaima.

A primeira Oportunidade de Melhoria que se considerou debruçou-se sobre a problemática do excesso de stock. O elevado valor de inventário, assim como o elevado número de referências, muitas delas com a mesma função final, fizeram com que valesse a pena investir tempo e conhecimentos na abordagem deste assunto. A primeira etapa consistiu na aplicação da análise ABC às matérias-primas consumidas num período de dois anos. Verificou-se que quer a classe A, quer a classe B eram constituídas por um reduzido número de artigos, no entanto, um elevado valor financeiro. Considerou-se que serão os artigos contidos nestas duas classes que deverão ser alvo de controlo mais apertado. Considerou-se que para os artigos que constituem estas duas classes seria útil calcular previsões de consumos, de modo a ajustar níveis de stock, diminuindo assim custos, quer de investimento, quer de armazenamento. Para os artigos em análise, será vantajoso determinar o ponto de encomenda, o lote económico e o stock de segurança, porque, desse modo, conseguir-se-á ter redução de custos e controlo mais efetivo de artigos em stock.

O controlo de stocks tem impacto direto na produção, mas tem também impacto, mesmo que indireto, nos departamentos Comercial e de Compras. Havendo uma gestão eficaz e real de stocks, é possível, por exemplo, estimar datas de entrega com maior precisão.

A segunda Oportunidade de Melhoria em análise recaiu sobre o processo de elaboração de orçamentos pelo Departamento Comercial. Considerou-se que existiam falhas na uniformização de procedimentos, pelo que foi desenvolvida uma folha de cálculo, com o intuito de colmatar essas falhas. De realçar que o referido documento está em permanente atualização, para se garantir que todos os dados utilizados, desde valores

de matérias-primas, custo de mão de obra e tempos de produção, estão em conformidade. Assim que a folha esteja completamente concluída, a sua implementação proporcionará a eliminação de algumas falhas, nomeadamente a utilização de dados desatualizados, esquecimentos ou erros de cálculo. Será possível dar respostas mais rápidas aos clientes, aumentando-se, por um lado a sua satisfação (com aumento da possibilidade de angariação de clientes), mas também a produtividade do próprio departamento.

Com este projeto verificou-se que a implementação de estratégias simples de gestão têm influência direta na resposta e satisfação do cliente.

4.2 Proposta de trabalhos futuros

Cada colaborador, no seu dia-a-dia e na realização das suas tarefas quotidianas encontrará facilmente novas oportunidades de melhoria. Assim, a primeira sugestão de projeto futuro passa, exatamente, por descobrir, com a ajuda dos colaboradores, novas oportunidades de intervenção, com vista ao aumento da qualidade dos serviços prestados e ao mesmo tempo, funcionando como motivação para os intervenientes.

O tempo a que concerne a realização desta dissertação/projeto não foi suficiente para implementar o que se descreveu em cima. Assim, os projetos futuros a implementar a curto prazo passarão pela conclusão das oportunidades de melhoria mencionadas.

No que respeita à Oportunidade de Melhoria 1, fica pendente de implementação a determinação de valores de ponto de encomenda, lotes económicos e stocks de segurança para os artigos considerados de maior relevância. Depois de calculados, estes dados terão de ser carregados em PHC para que se garanta o automatismo do processo.

Dando seguimento à Oportunidade de Melhoria 2, e sabendo que a mesma permite o cálculo otimizado de matéria prima necessária para a produção de um reservatório, será possível, também, automatizá-la de modo a calcular o tempo de fabrico necessário para a produção do mesmo. Outra possível proposta de trabalho futuro será que se desenvolvam folhas de cálculo para outros produtos acabados que não reservatórios. Assim, será possível uniformizar a realização de orçamentos para todos os pedidos que cheguem à empresa.

**BIBLIOGRAFIA E OUTRAS FONTES
DE INFORMAÇÃO**

5 BIBLIOGRAFIA E OUTRAS FONTES DE INFORMAÇÃO

- Alan Harrison, R. V. (2005). *Logistics Management and Strategy*. Pearson Education.
- Anand, T., Ingle, G. K., Kishore, J., & Kumar, R. (2013). ABC-VED Analysis of a Drug Store in the Department of Community Medicine of a Medical College in Delhi. *Indian Journal of Pharmaceutical Sciences*, 113-117.
- Arnold, J. R., Chapman, S. N., & Clive, L. M. (2008). *Introduction to Materials Management*. New Jersey: Pearson Education.
- Baganha, M. D. (1995). Contabilidade de custos - Excertos de lições de contabilidade - Custos: Conceitos fundamentais. *Contabilidade e Comércio*, 33-44.
- Caiado, A. (2015). *Contabilidade Analítica e de Gestão*. Lisboa: Áreas Editora.
- Carvalho, J. C. (2002). *Logística*. Sílabo.
- Chase, R. B., Jacobs, F. R., & Aquilano, N. J. (2006). *Operations Management for Competitive Advantage*. Irwin: McGraw-Hill.
- Courtois, A., Pillet, M., & Martin, C. (1997). *Gestão da Produção*. Lidel.
- Donath, B. (2002). *The IOMA Handbook of Logistics and Inventory Management*. Wiley.
- Eugene L. Magad, J. M. (1989). *Total Materials Management: The Frontier for Maximizing Profit in the 1990s*. Springer US.
- Frederik Zachariassen, H. d. (2014). Vendor Managed Inventory: Why you need to talk to your supplier. *Journal of Industrial Engineering and Management*, 831-856 .
- Gu, J., Goetschalckx, M., & McGinnis, L. F. (2007). European Journal of Operational Research. *Research on warehouse operation: A comprehensive review*, pp. 1–21.
- Krippendorff, H. (1972). *Manual de Armazenagem Moderna*. Lisboa: Editorial Pórtico,D.L.
- Kumar, S. A., & Suresh, N. (2006). *Production and Operation Management*. New Delhi: New Age International Publishers.
- Kumar, S. A., & Suresh, N. (2009). *Operations Management*. New Delhi: New Age International Publishers.
- Linderman, K., Schroeder, R. G., Zaheer, S., & Choo, A. S. (2003). Six sigma: a goal-theoretic perspective. *Journal of Operations Management*, 193-203.
- M. Devnani, A. G. (2010). ABC and VED Analysis of the Pharmacy Store of a Tertiary Care Teaching, Research and Referral Healthcare Institute of India. *Jornal of Young Pharmacists*, 201–205.
- Monczka, R. M., Handfield, R. B., Giunipero, L. C., & Patterson, J. L. (2008). *Purchasing and Supply Chain Management*. United Kingdom: Cengage Learning.
- Mufutau, G. O. (2013). Significance of Material Planning, Production Control in Actualization of Organization Aims and Objectives. *Control Theory and Informatics*.
- Orlicky, J. (1975). *Material Requirements Planning*. McGraw-Hill.

- Pan, J. C.-H., Shih, P.-H., & Wu, M.-H. (2011). *Computers & Industrial Engineering. Storage assignment problem with travel distance and blocking considerations*, pp. 527–535.
- Pillet, M., Martin-Bonnefous, C., & Courtois, A. (2007). *Gestão da Produção, Para uma gestão industrial ágil, criativa e cooperante*. Lidel.
- Reddy, K., Sai, M., & Prabhu, D. (2017). A Study on the Selective Controls of Inventory Management And Application of ABC XYZ Control Matrix in the Cardiology Department of A Tertiary Care Hospital. *IOSR Journal of Dental and Medical Sciences*, 06-09.
- Reis, L. D. (2008). *Manual da Gestão de Stocks - Teoria e Prática*. Lisboa: Editorial Presença.
- Roy, D. R. (2005). *A Modern Approach to Operations Management*. New Delhi: New Age International Publishers.
- Sadiwala, C., & Sadiwala, R. C. (2007). *Materials and Financial Management*. New Age Publishers.
- SCRC. (18 de 12 de 2018). *NC State University*. Obtido de <https://scm.ncsu.edu/scm-articles/article/vendor-managed-inventory-vmi-three-steps-in-making-it-work>
- Shibamay Mitra, S. K. (2013). Inventory control using ABC and HML analysis – A case study on a manufacturing industry. *International Journal of Mechanical and Industrial Engineering*, 76-81.
- Shingo, S. (2006). *Non-Stock Production: The Shingo System of Continuous Improvement*. Routledge.
- Taylor, F. W. (2008). *Principles Of Scientific Management*. Digireads.com Publishing.
- Tersine, R. J. (1994). *Principles of inventory and materials management*. Englewood Cliffs: Prentice-Hall International.
- Tompkins, J. A., White, J. A., Bozer, Y. A., & Tanchoco, J. M. (2010). *Facilities Planning*. United Stations: Wiley.
- Vaz, F., Ferreira, A., Kulkarni, M., Motghare, D., & Pereira-Antao, I. (2008). A Study of Drug Expenditure at a Tertiary Care Hospital: An ABC-VED Analysis. *J Health Manag*, 119-127.
- Vollmann, T. E., Berry, W. L., & Whybark, D. C. (1997). *Manufacturing Planning and Control Systems*. McGraw-Hill.
- Voss, C. (2007). *Just-in-time manufacture*. IFS.
- Zermati, P. (2000). *A Gestão de Stocks*. Editorial Presença.

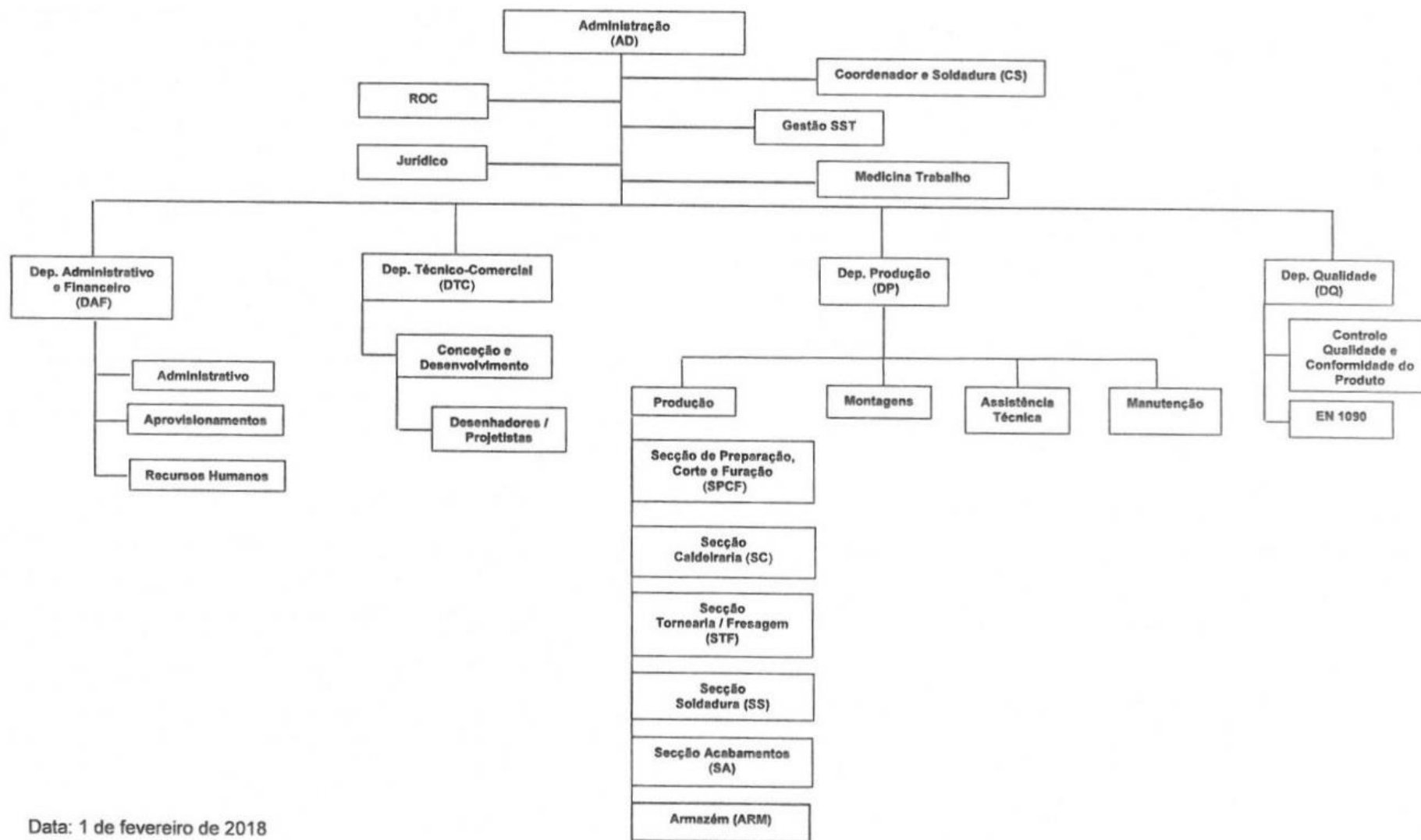
ANEXOS

6.1 ANEXO 1: ORGANOGRAMA DA METALOCAIMA

6.2 ANEXO 2: EXEMPLO DE PREENCHIMENTO DA FOLHA DE CÁLCULO

6 ANEXOS


6.1 ANEXO 1: ORGANOGRAMA DA METALOCAIMA



Data: 1 de fevereiro de 2018

6.2 ANEXO 2: EXEMPLO DE PREENCHIMENTO DA FOLHA DE CÁLCULO

As seguintes imagens mostram como tem de ser preenchida a folha de cálculo para a obtenção do preço de 2 reservatórios em AISI 316 com diâmetro de 1500 mm. Topo e fundo cónico com 15° e 5 mm de espessura. O corpo terá 2 virolas, uma com 1250 mm de altura e outra com 2000 mm. Ambas com 4 mm de espessura. Os suportes serão os apoios laterais pré-definidos. Terá isolamento feito externamente com um custo de 5000€. Os olhais de elevação considerados não serão os pré-definidos e terá uma porta de visita da Zorzini (modelo: TV/450).

Dados Iniciais									
Qtd. Reservatórios	2		 <i>we can do it!</i>		TIPO TOPO	Copado	Cónico	Plano	
Material	316				TIPO FUNDO	Copado	Cónico	Plano	
Dext	1500	mm	Reset						
Planificação Tempo									
TAMPO CÓNICO									
Ângulo	15	°	Soldadura para fabrico do Tampo	0,72	m	Soldadura do Tampo à virola	5,26	m	
Espessura	5	mm							
Altura	201	mm	Tolerância		mm				
Ddisco	1673	mm	Volume	113,9	L				
Planificação Virola									
Quantidade	2	[15 MAX]	Tabela Virolas		Soldadura p/ Fecho de virola	3,25	m		
Comprimento	4763	mm	Volume	5743	L	Soldadura Entre virolas	4,76	m	
Altura 1ª Virola	1250	mm	Espessura 1ª Virola	4	mm				
Altura 2ª Virola	2000	mm	Espessura 2ª Virola	4	mm				
Planificação Fundo									
FUNDO CÓNICO									
Ângulo	15	°	Soldadura para fabrico do Fundo	0,00	m	Soldadura do Fundo à virola	5,26	m	
Espessura	5	mm							
Altura	201	mm	Tolerância		mm	Igual a Tampo			
Ddisco	1673	mm	Volume	113,9	L				

Suportes										
Pernas			Apoios Laterais				Saia			
APOIOS LATERAIS										
Quantidade			Material			Quantidade	4	Material	304	
Dimensões						Dimensões predefinidas				
Base		mm		mm		mm	300	250	12	mm
Apoio Lateral		mm		mm		mm	200	200	10	mm
Reforço		mm		mm	4	mm	350	250	4	mm
Aquecimento | Arrefecimento										
Dimple Plate		Meia Cana		Banho Maria		Traçagem Elétrica		Sem Aquecimento / Arrefecimento		
Isolamento + Revestimento										
Lã Rocha	Feito pela Metalocaima		Orçamento pedido fora				APRESENTAR COMO OPCIONAL		Não	
PUR	Feito pela Metalocaima		Orçamento pedido fora				Sem Isolamento			
LÃ DE ROCHA - ORÇAMENTO PEDIDO FORA										
Orçamento	5000	€								
Acessórios										
OLHAIS DE ELEVAÇÃO										
Quantidade	3									
Material	304									
Dimensões										
Olhal	250	mm	250	mm	10	mm				
Reforço	250	mm	150	mm	4	mm				
Quantidade Predefinida	2									
Dimensões predefinidas										
Olhal	200	mm	200	mm	12	mm				
Reforço	250	mm	100	mm	5	mm				
PORTA DE VISITA										
Marca - Pressão	Zorzini - ATM		Zorzini - LOW		Zorzini - PRESSURE		Outra			
Atmosféricas										
Modelo	TV/450									
										Atualizar

As seguintes imagens mostram o *output* após utilização do botão “Atualizar” presente na figura acima.

Neste *output* não se encontram preenchidas as margens, valor da mão de obra e tempo necessário para fabrico.

N	Descrição	Qtd	Dimensões | Características						Peso		#kg | #m | #unid. | #m ²	Preço sí desconto	Desconto	Total sí desconto	Total sí desconto			
									Peso Unitário	Peso Global								
TOPO																		
1	Ch p/ Topo Cónico	1	2000	mm	2000	mm	5	mm	160,00	kg/unid	160,00	kg	3,00	€/kg	480,00		480,00	480,00
VIROLAS																		
2	Ch p/ 1ª Virola	1	4763	mm	1250	mm	4	mm	190,52	kg/unid	190,52	kg	3,00	€/kg	571,56		571,56	571,56
3	Ch p/ 2ª Virola	1	4763	mm	2000	mm	4	mm	304,83	kg/unid	304,83	kg	3,00	€/kg	914,50		914,50	914,50
FUNDO																		
4	Ch p/ Fundo Cónico	1	2000	mm	2000	mm	5	mm	160,00	kg/unid	160,00	kg	3,00	€/kg	480,00		480,00	480,00
SUPORTES																		
5	Barra p/ Base	4	300	mm	250	mm	12	mm	7,20	kg/unid	28,80	kg	2,00	€/kg	14,40		57,60	57,60
6	Barra p/ Apoio Lateral	4	200	mm	200	mm	10	mm	3,20	kg/unid	12,80	kg	2,00	€/kg	6,40		25,60	25,60
7	Ch p/ Reforço	4	350	mm	250	mm	4	mm	2,80	kg/unid	11,20	kg	1,00	€/kg	2,80		11,20	11,20
ISOLAMENTO - REVESTIMENTO - LÃ DE ROCHA (ORÇAMENTO EXTERNO)																		
8	Lã de Rocha	1	-	-	-	-	-	-	-	kg	0,00	kg	5000,00	€/unid.	5000,00		5000,00	5000,00
ACESSÓRIOS																		
9	Placa da firma	1	-	-	-	-	-	-	-	kg	0,00	kg	10,00	€/unid.	10,00		10,00	10,00
10	Ligação à terra	1	-	-	-	-	-	-	-	kg	0,00	kg	5,00	€/unid.	5,00		5,00	5,00
11	Ch p/ Olhais de Elevação	3	250	mm	250	mm	10	mm	5,00	kg	15,00	kg	1,00	€/kg	5,00		15,00	15,00
12	Ch p/ Reforço Olhais de Elevação	3	250	mm	150	mm	4	mm	1,20	kg	3,60	kg	1,00	€/kg	1,20		3,60	3,60
13	Porta de Visita	1	Fornecedor:	Zorzini	Ref:	TV/450			-	kg	0,00	kg	200,00	€/unid.	200,00		200,00	200,00
										Peso Total	886,752	kg	Soma MP		7 774,06 €	7 774,06 €		
													%	Margem sobre MP	0,00 €	0,00 €		
													MP + MARGEM		7 774,06 €	7 774,06 €		
												€/h	MO:	0,00 €	0,00 €			
												%	Margem sobre MO	0,00 €	0,00 €			
												MO + MARGEM		0,00 €	0,00 €			
												TOTAL		7 774,06 €	7 774,06 €			
												%	Margem de Lucro	0,00 €	0,00 €			
												Valor Unitário		7 774,06 €	7 774,06 €			
												Valor Global		15 548,11 €	15 548,11 €			