

Colecção:
Gestão da Produtividade e da Qualidade



Vitor Gabriel

Gestão de Materiais

Ficha Técnica

Título Gestão de Materiais
Colecção Gestão da Produtividade e Qualidade
Volume 17
Autor Vítor Gabriel
Ano 2005
Edição Escola Superior de Tecnologia e Gestão da Guarda
Av^a Dr Francisco Sá Carneiro, 50
6300-559 Guarda
Telf. 271 220 120 Fax: 271 220 150
www.estg.ipg.pt

Equipa Técnica Constantino Mendes Rei (Coordenador)
Ester Amorim
Vítor Gabriel
Dina Teixeira
Isabel Morais

Entidades Promotoras e Apoios Escola Superior de Tecnologia e Gestão da Guarda e Programa Operacional Emprego, Formação e Desenvolvimento Social (POEFDS), co-financiado pelo Estado Português e pela União Europeia, através do Fundo Social Europeu. Ministério da Segurança Social e do Trabalho.

Revisão, Projecto Gráfico, Design e Paginação Gabinete de Promoção e Divulgação da ESTG

Índice

Capítulo 1	
Gestão de materiais	1
1.1.	Introdução à gestão de materiais 1
1.2.	Produtividade de materiais 3
1.3.	Classificação de materiais 6
1.3.1	Vantagem da classificação de materiais 7
1.3.2	Identificação 7
1.3.3	Codificação 9
1.3.4	Registo de materiais 12
1.3.5	Catálogo de materiais 12
1.4.	Áreas de actuação da gestão de materiais 13
	<i>Questões para discussão</i> 15
Capítulo 2	
Melhorar a gestão de inventários	16
2.1.	Gestão de inventários 16
2.1.1	Análise ABC 20
2.1.2	Processo produtivo 24
2.1.3	Tipos de inventário 26
2.2.	Gestão de inventário – Procura independente 26
2.2.1	Quantidade económica a encomendar 28
2.2.2	Sistema de análise contínua (Sistema Q) 31
2.2.3	Sistema de análise periódica (Sistema P) 32
2.3.	Gestão de inventário – Procura dependente 35
2.3.1	Sistema de planeamento das necessidades de materiais 36
2.4.	Gestão de materiais – Sistema Just-in-Time 42
2.4.1	Introdução ao JIT 43
2.4.2	Reconhecer o desperdício 44
2.4.3	Produzir a mais é desperdício 45
2.4.4	Inventário é desperdício 47
2.4.5	Benefícios do JIT para as empresas 49
2.4.6	Conceitos básicos de JIT 50
2.4.6.1	Nivelamento da produção 50
2.4.6.2	Sistema Kanban 50
2.5.	Comparação dos sistemas 54
	<i>Questões para discussão</i> 56
Capítulo 3	
Armazenagem e movimentação de materiais	58
3.1.	Introdução 58
3.2.	Identificação e disposição de stocks obsoletos e excessivos 59
3.3.	Localização de armazéns 60
3.4.	Métodos de armazenamento apropriados 60

3.5.	Boas práticas internas	62
3.6.	Manuseamento de materiais	63
3.7.	Gestão do transporte	64
	<i>Questões para discussão</i>	65
Capítulo 4		
	Reduzir desperdícios	66
4.1.	Introdução	66
4.2.	Fontes de desperdício	67
4.3.	Reduzir desperdícios	69
4.4.	Estratégia de combate ao desperdício	69
4.5.	Técnicas de redução de desperdício	82
	<i>Questões para discussão</i>	89
	Bibliografia	90

Índice de Figuras

Figura 1: Recursos disponíveis às organizações	2
Figura 2: Sistemas de codificação	9
Figura 3: Áreas de actuação da gestão de materiais	13
Figura 4: Tipos de inventários	17
Figura 5: Custos associados a <i>stocks</i>	19
Figura 6: Análise ABC	23
Figura 7: Árvore de materiais	25
Figura 8: Diagrama processual estado-tarefa	26
Figura 9: Cálculo da QEE	30
Figura 10: Sistema de análise contínua	32
Figura 11: Sistema de análise periódica	33
Figura 12: Esquema de um sistema MRP	37
Figura 13: Classificação do sistema MRP	38
Figura 14: Árvore de materiais	40
Figura 15: Classificação das operações de mudança de ferramentas	46
Figura 16: Etapas da técnica SMED	47
Figura 17: Inventário encobre deficiências	48
Figura 18: Tipos de cartões do sistema Kanban	51
Figura 19: Fontes de desperdício	67

Índice de Quadros

Quadro 1: Descrição processual	25
Quadro 2: Sistema P versus sistema Q	34
Quadro 3: MRP - Necessidades globais	41
Quadro 4: MRP - Necessidades reais	41

Capítulo 1

A Gestão de Materiais



Depois de ler este capítulo, vai estar apto a:

- ✓ *Compreender a importância da Gestão de Materiais.*
- ✓ *Conhecer as áreas chave de incremento da produtividade de materiais.*
- ✓ *Conhecer os principais índices de produtividade de materiais.*
- ✓ *Conhecer os principais métodos de classificação de materiais.*

1.1 Introdução à gestão de materiais

São vários os tipos de recursos de que as organizações dispõem para poderem cumprir os múltiplos objectivos que justificam a sua existência. Na Figura 1 podemos observar alguns dos recursos gerais de que as empresas dispõem.

Para Alt e Martins (2001), a Gestão de recursos materiais engloba a sequência de operações, que tem o seu início na identificação do fornecedor, na compra do bem, na recepção, no transporte interno e acondicionamento, no transporte durante o processo produtivo, na sua armazenagem, como produto acabado, e, finalmente, na distribuição ao consumidor final.

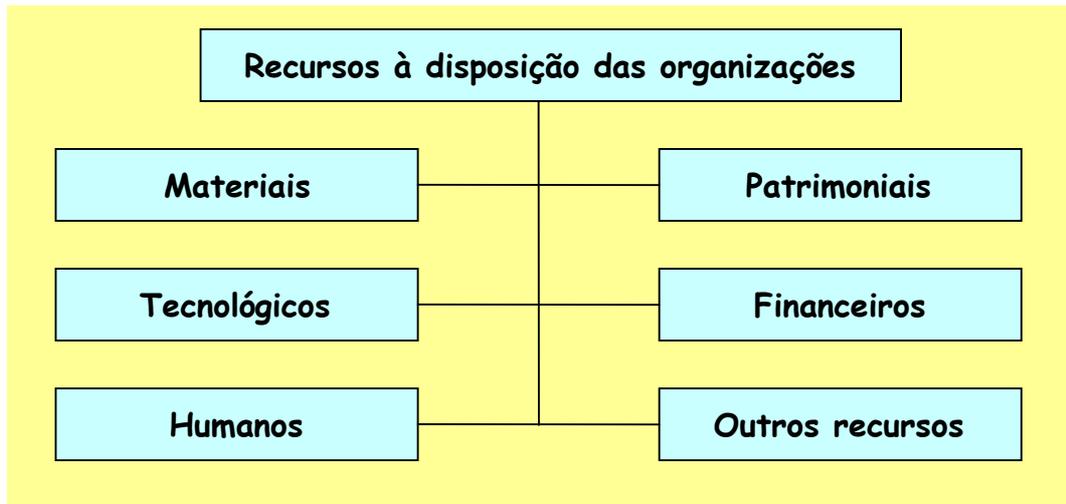


Figura 1: Recursos Disponíveis às Organizações
Fonte: Adaptado de Alt e Martins (2001)

A gestão de materiais está presente em qualquer tipo de organização e é definida como o grupo de funções de gestão, que dão apoio ao ciclo completo do fluxo de materiais - compras, planeamento e controlo da produção, processamento, armazenamento e distribuição do produto.

A gestão de materiais pretende gerir adequadamente, de forma eficiente e efectiva, o fluxo de materiais característico de uma empresa. Esta gestão é frequentemente caracterizada pela necessidade de tomadas de decisão rápidas, que se reflectem com maior ou menor impacto nos diferentes sectores da empresa, e que conseqüentemente devem ser profundamente analisadas. Dois factores importantes regem a tomada de decisão a nível dos materiais:

- (1) a importância dos materiais e,
- (2) o seu inventário.

Em primeiro lugar, a importância dos materiais deve-se essencialmente ao facto de qualquer tipo de organização, quer industrial, quer de serviços, fazer uso destes como entradas ou saídas do processo produtivo ou apenas como meios auxiliares do mesmo processo. Note-se, que a noção de materiais não se restringe apenas às matérias-primas, mas também aos materiais em processamento e aos produtos

finais, reflectindo um investimento bastante elevado por parte da empresa (compra de matéria-prima, manutenção de inventários, etc.). Tomando como exemplo as matérias-primas, tem-se que a proporção de custos associados à sua compra varia de empresa para empresa, podendo em média envolver 45 a 65 % do lucro líquido da empresa. No caso de empresas de manufaturação, estes custos podem ser de 80% do lucro líquido da empresa (por exemplo, empresas petrolíferas), ou apenas 25 % desse mesmo lucro líquido (por exemplo, empresas farmacêuticas).

Em segundo lugar, o inventário dos materiais representa uma preocupação marcante a nível de gestão de materiais. Inventários acarretam frequentemente elevados custos resultantes de investimentos parados, os quais não podem ser canalizados para outras funções importantes da empresa, como sejam desenvolvimento de novos produtos, melhorias tecnológicas, aumento de capacidade, entre outras. Esta temática será analisada com maior detalhe mais adiante.

1.2 A Produtividade de materiais

A constante evolução das tecnologias criou a necessidade de uma correcta gestão de materiais. A produtividade de materiais, entendida como a relação estabelecida entre os *outputs* e os recursos consumidos, que vão desde materiais (directos e indirectos) até outros custos incorridos, no ciclo de produção de uma unidade de produção, pode significativamente afectar a produtividade total e os resultados de uma qualquer organização.

Baixas produtividades de materiais acontecem sempre que:

- materiais esperam para serem processados;
- custos e orçamentos aumentam;
- materiais são, frequentemente, rejeitados e comprados numa base circunstancial de emergência;

- materiais são movimentados por distâncias/ciclos longos;
- materiais não são ordenados de acordo com as quantidades apropriadas.

Para que os objectivos globais da organização sejam alcançados, a melhoria da produtividade deverá basear-se em:

- redução dos preços pagos pelos materiais;
- redução de custos de capital e outros;
- melhorar as possibilidades de utilização de materiais apropriados;
- reduzir o consumo de materiais e minimizar desperdícios.

Estes objectivos requerem o desenvolvimento de uma estratégia multi-funcional de aquisição, armazenagem, movimentação e processamento de materiais. Uma avaliação crítica, de todos os sistemas e processos que envolvam materiais, ajudará a identificação de áreas de melhoria da produtividade.

As actividades do sub-sistema de materiais de uma organização interagem com cada uma das actividades dos restantes sub-sistemas. Assim, devido a essa interacção, melhorar a produtividade de materiais pode provocar reduções de performance noutras áreas; por exemplo, a redução de inventários para realizar capital, pode conduzir a atrasos na produção e ao não cumprimento de prazos de entrega.

Uma organização é um sistema aberto, influenciado pela envolvente tecnológica, económica, política e física. Isto significa que a produtividade de materiais é influenciada por políticas económicas, relacionadas com a importação de materiais e tecnologias, por infra-estruturas de transporte e possibilidades de utilização de materiais.

Para que a produtividade de materiais possa ser melhorada, as áreas chave de resultados deverão ser identificadas. Esse trabalho passará por:

- integração do *design* de produto, produção e marketing;
- melhorar a confiança nos fornecedores;
- planeamento estratégico, incluindo necessidades de materiais e pesquisa de mercado;
- controlo do consumo de materiais e de desperdícios;
- redução dos custos de armazenagem e de movimentação de materiais;
- redução de inventários.

Deverão ser desenvolvidas medidas de produtividade, para monitorizar os diferentes factores que influenciam a produtividade de materiais. Estes índices tornam possível a análise da evolução da performance da organização, mas também a comparação com organizações similares, identificando áreas susceptíveis de melhoria. O *output* deve ser definido de modo entendível, para encorajar as equipas de trabalho e a coordenação entre diferentes departamentos, de modo a que sejam alcançadas as metas corporativas.

Alguns exemplos dos mais importantes índices de produtividade são mostrados a seguir:

- i. $(\text{Materiais consumidos})/(\text{Custo de produtos ou valor das vendas})$
- ii. $(\text{Consumo anual de materiais})/(\text{média de stocks mantidos})$
- iii. $(\text{Produção perdida devido a não disponibilidade de materiais})/(\text{Produção total})$
- iv. $(\text{Custos de transporte})/(\text{Custo total de materiais})$
- v. $(\text{Desperdício total gerado})/(\text{Consumo total de materiais})$

1.3 Classificação de materiais

À medida que as empresas se expandiram, em função do desenvolvimento industrial, surgiram dificuldades para o controlo e a programação de materiais utilizados nas organizações, bem como na aquisição dos mesmos na quantidade necessária, na qualidade requerida e no momento oportuno.

Com o aumento progressivo da diversidade de materiais, consequência do desenvolvimento da tecnologia de produção e das necessidades determinadas pelos mercados, surgiu a obrigatoriedade de se fazer controlos de material e programações de necessidades mais sofisticados, de modo a que as actividades das organizações não sofressem descontinuidades pela falta de material.

No entanto, para que o controlo de materiais fosse introduzido ou melhorado, e a programação atingisse os objectivos propostos, era necessário que os materiais se tornassem conhecidos e identificados de forma adequada na organização.

Classificar um material é agrupá-lo segundo a forma, a dimensão, o peso, a utilidade, etc.

A classificação não deve gerar confusão, ou seja, um produto não poderá ser classificado de modo a que seja confundido com outro, mesmo sendo este semelhante. A classificação deve ser feita de maneira a que cada tipo de material ocupe o respectivo local. Classificar materiais, por outras palavras, significa ordená-los segundo critérios pré-definidos, agrupando-os de acordo com a semelhança, sem, contudo, causar confusão ou dispersão no espaço e alteração na qualidade.

Interessa pois, e com base no que foi exposto, garantir uma boa gestão, que proporcione um fluxo de materiais associado a uma integração eficiente dos recursos da empresa, de forma a melhorar a produtividade.

1.3.1 Vantagens da classificação de materiais

A classificação de materiais apresenta importantes vantagens, entre as quais:

- Identificar correctamente os materiais
- Facilitar a localização dos materiais no processo de armazenamento
- Permitir a padronização dos materiais (garantindo uniformidade)
- Facilitar os processos de inspecção na recepção de materiais
- Facilitar o Controlo Estatístico de Processo
- Uniformizar controlos e relatórios

Cada organização, devido às suas especificidades, terá as suas próprias razões para o trabalho de classificar os seus materiais. No entanto, as vantagens daí resultantes são comuns a todas as organizações.

1.3.2 Identificação

A identificação é o primeiro e o mais importante passo para a classificação de materiais. Consiste na análise e no registo dos principais dados que individualizam, caracterizam e particularizam um determinado item, em relação ao universo de outros materiais existentes na organização.

Portanto, o que se pretende é estabelecer a identidade do material, através da especificação das suas principais características.

Os elementos básicos necessários à especificação e à subsequente individualização do material compreendem, basicamente, as seguintes informações:

- a) medidas;
- b) tipo de acabamento;

- c) material utilizado na fabricação;
- d) normas técnicas;
- e) referências comerciais, compreendendo o número de peça, o número ou o nome do modelo;
- f) especificação da embalagem;
- g) forma de acondicionamento;
- h) número e/ou nome do catálogo ou lista de peças (*part list*);
- i) cor;
- j) nome do fabricante;
- k) aplicação do material (identificação do equipamento ou unidade em que é utilizado).

Esses dados podem ser obtidos através de catálogos ou de listas de peças de fabricantes, pesquisas na Internet ou, ainda, pela pura e simples visualização do material.

Importa referir que nem todos os materiais apresentarão todas as informações relacionadas acima, em virtude da sua natureza ou da forma usada na descrição do material.

Com o objectivo de orientar o tipo de descrição necessária a uma correcta identificação dos materiais, algumas empresas fazem a subdivisão em material técnico e material administrativo, outras em material de produção e material administrativo ou, ainda, em peças e em material simplesmente. Os materiais técnicos, peças ou material de produção, conforme a distinção feita, necessitam de especificação, o mais completa possível, onde se encontra a maioria dos dados identificativos.

1.3.3 Codificação

Uma vez realizada a identificação do material, o próximo passo consiste na atribuição de um código representativo dos elementos identificadores do item e que simboliza a identidade do material.

A atribuição do código visa simplificar e facilitar as operações na empresa, uma vez que todo um conjunto de dados descritivos e individualizadores do material é substituído por um único símbolo representativo. O código torna-se tanto mais necessário quanto maior for o universo e a diversificação dos itens existentes e transaccionados na empresa.

Existem três tipos principais de codificação, utilizados na classificação de materiais, conforme se verá a seguir.

Sistemas de Codificação

Os três sistemas de identificação de materiais mais utilizados são: o Sistema Alfabético, o Sistema Alfanumérico e o Numérico ou Decimal, como mostra a Figura 2.

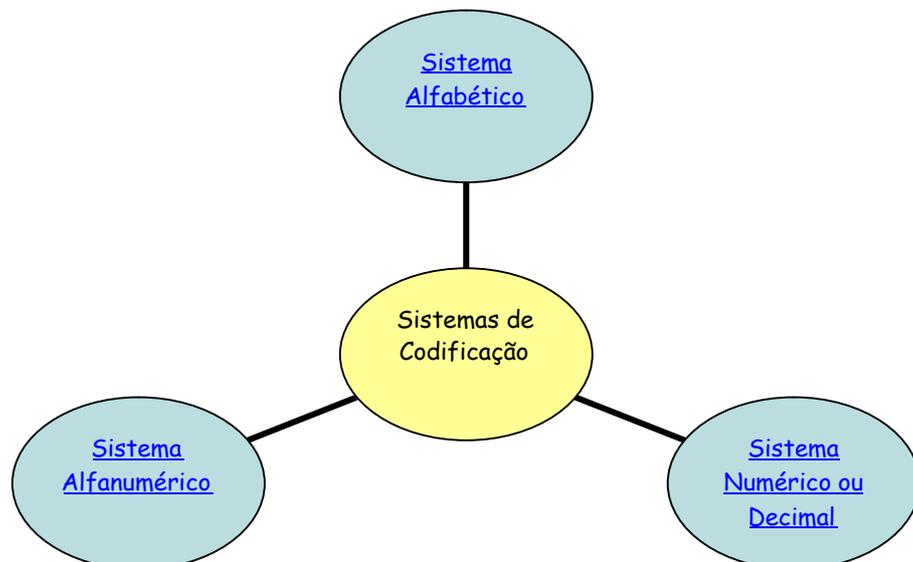


Figura 2: Sistemas de codificação
Fonte: Elaboração Própria

a) Sistema Alfabético

No sistema alfabético o material é codificado segundo uma letra, sendo utilizado um conjunto de letras suficiente para preencher toda a identificação do material; pela sua limitação em termos de quantidade de itens e pela dificuldade que constitui em termos de memorização, este sistema está em desuso. Exemplo:

P – Pregos

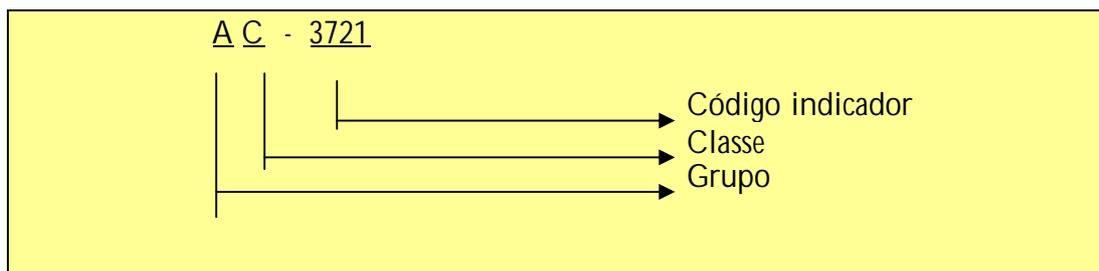
P/AA – Pregos 14 x 18 – 1 ½" x 14

P/AB – pregos 16 x 24 – 2 ¼" x 12

P/AC – Pregos 30 x 38 – 3 ¼" x 8

b) Sistema Alfanumérico

O sistema alfanumérico é uma combinação de letras e números e permite um número de itens em *stock* superior ao sistema alfabético. Normalmente é dividido em grupos e classes, assim:



c) Sistema Numérico ou Decimal

O sistema numérico ou decimal é o mais utilizado pelas empresas, pela sua simplicidade e pelas possibilidades que permite de itens em *stock* e de informações incomensuráveis.

Suponhamos que uma empresa utilize a classificação abaixo para especificar os diversos tipos de matérias em *stock*:

- 01 - matéria-prima
- 02 - produtos em vias de fabrico
- 03 - produtos acabados
- 04 - materiais de embalagem
- 05 - materiais de manutenção
- 06 - materiais de escritório
- 07 - materiais de limpeza

É possível verificar que todos os materiais estão classificados sob títulos gerais, de acordo com as suas características. Cada um dos títulos de classificação geral é submetido a uma nova divisão que individualizará os materiais. Por exemplo

- 06 - Materiais de Escritório
 - 01 - lápis
 - 02 - esferográficas
 - 03 - papel A4
 - 04 - envelopes

Como facilmente se percebe, esta classificação ainda não é suficiente, uma vez que falta diferenciar os diversos tipos de materiais. Por exemplo:

- 06.02 - Materiais de Escritório - Canetas Esferográficas
 - 01 - marca Alfa, escrita fina, cor azul.
 - 02 - marca Alfa, escrita fina, cor vermelha.
 - 03 - marca Beta, escrita média, cor azul.

Através deste exemplo percebe-se que as possibilidades de classificação pelo sistema decimal são tão grandes quanto sejam as necessidades de organização dos armazéns por parte das empresas.

1.3.4 Registo de materiais

Após os materiais terem sido identificados e devidamente codificados, devem ser registados.

O registo, em computador, dos dados identificadores do material e do código, pelo qual será conhecido o item na empresa, além, evidentemente, de outras informações referentes ao material, como a unidade de fornecimento do material, por exemplo, permitirá à empresa facilmente gerir todo o tipo de material existente.

1.3.5 Catalogação de materiais

A catalogação é a última fase do processo de classificação de materiais e consiste em ordenar, de forma racional e lógica, todo um conjunto de dados, relativos aos itens identificados, codificados e registados, de forma a facilitar a sua consulta pelas diversas áreas funcionais da empresa.

Principalmente nas organizações industriais, os catálogos são complementados com desenhos, esquemas ou fotografias dos itens, de forma a garantir que os mesmos serão adequadamente identificados nos processos de compras.

Basicamente, nos processos de compras organizacionais, um catálogo deve atingir alguns objectivos essenciais, que visam racionalizar os processos e reduzir custos, entre os quais:

- ✓ fazer com que o utilizador saiba, exactamente, o item que deseja requisitar, evitando que não lhe seja fornecido um material diferente, por não ter sido suficientemente claro no que especificou;

- ✓ facilitar aos responsáveis de compras a obtenção correcta do material;
- ✓ evitar que itens já registados sejam, novamente, incluídos no catálogo com outros códigos; e,
- ✓ possibilitar a conferência dos dados de identificação dos materiais, colocados nos documentos e nos formulários do sistema de material.

1.4 Áreas de actuação da gestão de materiais

As tarefas da área da gestão de materiais distribuem-se na prática por diferentes departamentos: compras, produção, marketing e distribuição. Recentemente, tem-se notado uma tendência para agrupar estas funções num único departamento, conhecido como departamento de logística, o qual está directamente ligado aos departamentos de compras, controlo da produção e distribuição, podendo mesmo englobá-los. A Figura 3 destaca as grandes áreas de actuação da gestão de materiais.

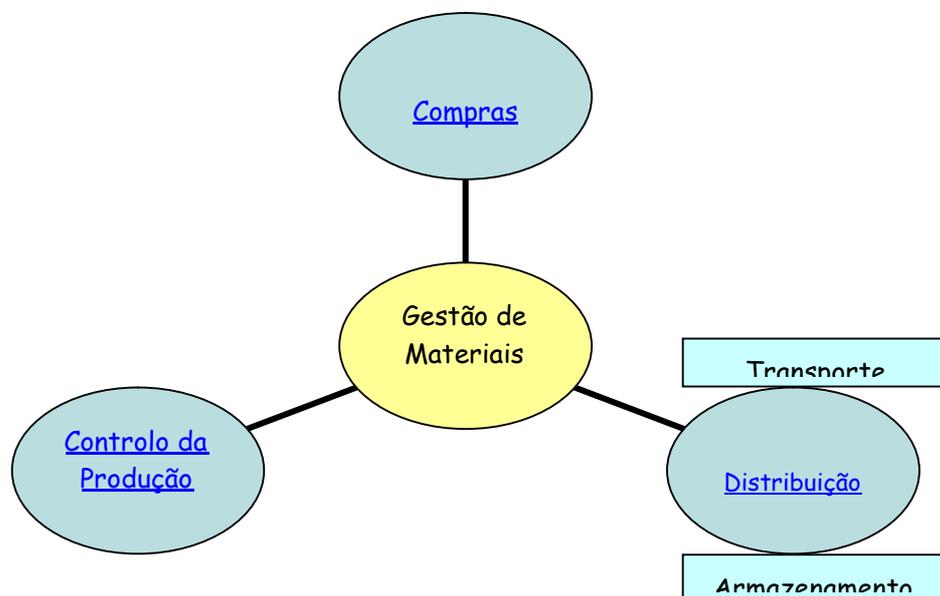


Figura 3: Áreas de actuação da gestão de materiais
Fonte: Elaboração Própria

Compras, compreende a gestão do processo de aquisição, caracterizada por tomadas de decisão relativas a:

- ✓ recepção dos pedidos (descrição do material, quantidade, qualidade e data de entrega);
- ✓ escolha do fornecedor (pode não ser necessária, caso exista um contrato de fornecimento relativamente ao material em análise);
- ✓ lançamento de encomendas;
- ✓ acompanhamento do processo de fornecimento (evitar entregas fora de prazo e em quantidades reduzidas);
- ✓ recepção dos materiais (verificação de todas as especificações).

Controlo da produção, esta área interactiva e controla fortemente as compras e a distribuição dos materiais, uma vez que gere o fluxo de materiais, associado ao processo de transformação, onde aspectos como o controlo do inventário e a produção são considerados. Estes aspectos apresentam uma grande complexidade e requerem um controlo bastante apertado.

Distribuição, gere o fluxo de materiais da empresa para os clientes, envolvendo aspectos como sejam o armazenamento e o transporte dos produtos:

- ✓ *Armazenamento*, um dos problemas que se coloca neste caso prende-se com a localização. Qual a opção mais indicada a tomar; (1) armazenar em centros de distribuição ou retalhistas localizados perto dos clientes; (2) manter um inventário na empresa, ou (3) se possível distribuir imediatamente após produção. Por outro lado, põe-se ainda o problema da quantidade a armazenar.
- ✓ *Transporte*, neste caso há que escolher o meio de transporte mais adequado, face aos requisitos do cliente, produto e custos envolvidos. Há ainda que ter em conta o escalonamento das entregas e as redes de distribuição envolvidas.



Questões para discussão

1. *Qual a finalidade de um sistema de codificação de materiais? Indique os principais sistemas.*
2. *Qual seria o procedimento mais indicado para fazer a identificação de um cartucho de tinta de cor para impressora a laser?*
3. *O que entende por produtividade de materiais? Indique alguns factores que contribuem para uma produtividade baixa.*
4. *Quais são as principais áreas de gestão de materiais? Explique cada uma delas.*

Capítulo 2

Melhorar a Gestão de Inventários



Depois de ler este capítulo, vai estar apto a:

- ✓ *Compreender os factores que influenciam os níveis de inventários.*
- ✓ *Conhecer os principais sistemas de análise de inventários.*
- ✓ *Escolher sistemas de inventários para diferentes itens.*

2.1 Gestão de inventários

O controlo do inventário é um dos factores mais importante dentro da gestão de materiais, onde o principal objectivo é o de minimizar o seu custo, sem deixar de garantir a satisfação dos clientes - resposta da empresa.

Inventários são gerados quando as saídas são menores do que as entradas de materiais (matéria-prima, produtos intermédios e ou produtos finais) e são normalmente usados como segurança face a situações não planeadas (manter a capacidade de resposta face a uma maior necessidade de um certo material).

Na Figura 4 podem ser visualizados os principais tipos de inventários.

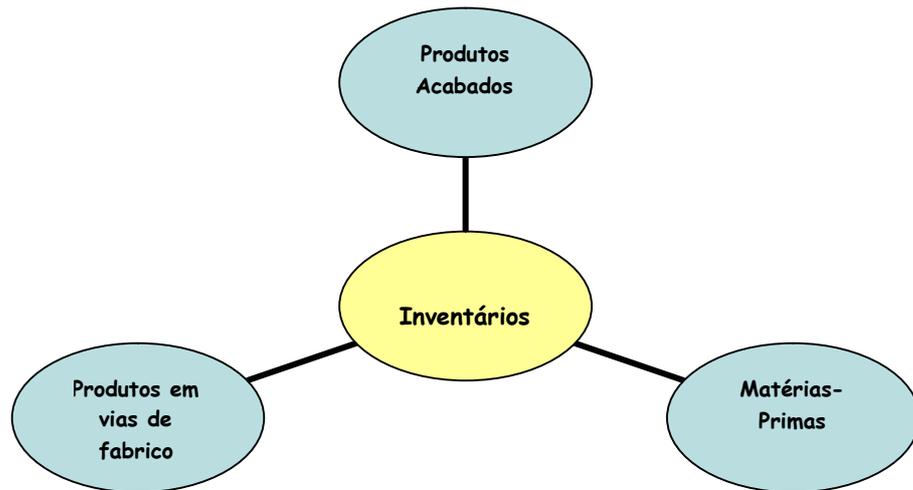


Figura 4: Tipos de inventários
Fonte: Elaboração própria

- Produtos acabados: satisfação imediata da procura (qualidade do serviço prestado ao cliente), compensação da irregularidade (sazonalidade) da procura, optimização da produção (lotes maiores).
- Produtos em vias de fabrico (Work In Process): inevitáveis em *job shops* (produção orientada para o processo), permitindo a separação das fases de produção, nos diversos departamentos, e aumentando a flexibilidade do processo produtivo; mas aumentam os custos de produção e manuseamento dos materiais.
- Matérias-primas: evitar rupturas na produção, aproveitar descontos de quantidade nas encomendas, reduzir custos de transporte.

Devemos, no entanto, recordar que, com o objectivo de melhorar a produtividade, os níveis de inventário devem ser questionados e se possível reduzidos, pois uma empresa não é um armazém, não é essa a sua vocação.

Vejamos agora as principais vantagens da manutenção de inventários:

- ✓ fazer face a situações de crise;

- ✓ finalidade especulativa;
- ✓ permite assegurar o consumo regular de um produto;
- ✓ aproveitar os descontos de quantidade;
- ✓ facilitar o transporte de produtos difíceis de o fazer em pequenas quantidades;
- ✓ fazer face a eventualidades de consumo;
- ✓ salvaguardar eventualidades da entrega;
- ✓ fazer face a consequências desagradáveis de possíveis acidentes;
- ✓ evitar o incómodo de compras ou entregas frequentes.

No entanto, a manutenção de inventários também apresenta alguns inconvenientes:

- ✓ fragilidade de certos produtos;
- ✓ presença de material não vendido, que imobilizou capital sem qualquer lucro;
- ✓ possibilidade de ruptura;
- ✓ custos de manutenção.

Na Figura 5 podem ser observados os principais custos associados a *stocks*.

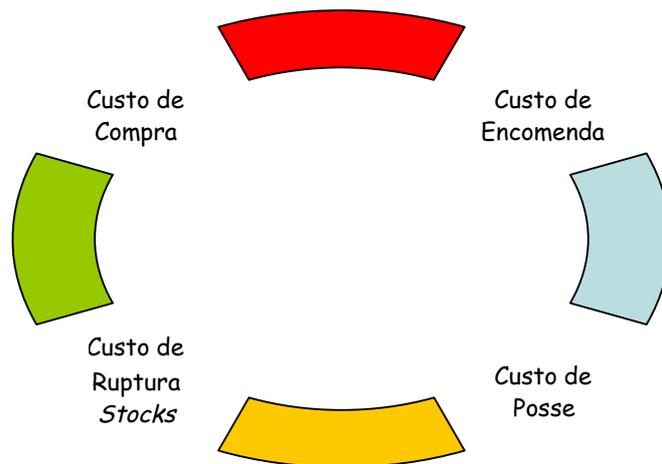


Figura 5: Custos associados a stocks
Fonte: Elaboração Própria

- Custo de compra: o preço pago ao fornecedor pelos artigos fornecidos durante o período.
- Custo de efectivação da encomenda: custos que não dependem do tamanho da encomenda, mas sim do número de ordens de compra realizadas.
- Custo de posse: custos das instalações, de armazenamento, manuseamento, seguros, pessoal, deterioração e custos de oportunidade do capital¹.
- Custo de ruptura de stocks: prejuízo para a empresa, por não conseguir satisfazer a procura, podendo resultar na perda do cliente e na perda de venda.

A gestão eficiente do inventário de qualquer empresa requer o conhecimento do seu processo produtivo, bem como dos tipos de materiais envolvidos.

¹ É um conceito usado para definir o benefício perdido, ou vantagem perdida, que resulta da escolha de uma alternativa de decisão em detrimento da aplicação da melhor alternativa de decisão conhecida.

É de notar que os inventários são essencialmente característicos das empresas industriais e, conseqüentemente, a nossa atenção, ao longo deste trabalho, centra-se essencialmente neste tipo de organizações.

2.1.1 Análise ABC

A gestão de inventário não se efectua igualmente sobre todos os materiais participantes do processo, podendo haver ordens de prioridade a serem observadas. Um dos métodos usados, na identificação destas prioridades, faz uso da lei de Pareto e denomina-se sistema ABC.

Este sistema atribui factores de importância aos materiais (classe A, B ou C), com base no seu peso económico, o qual é por sua vez função do valor associado ao material e da quantidade em análise do mesmo. Assim, materiais da classe A requerem mais atenção do que materiais de classe B ou C, pois possuem um maior peso económico dentro da organização, devendo portanto ser sujeitos a um estudo mais detalhado.

Desta forma, reduz-se o tempo gasto na análise dos materiais cuja importância é reduzida, concentrando esforços naqueles de maior importância. Conseqüentemente, a gestão de materiais é otimizada com base nas prioridades associadas aos diferentes tipos de materiais em jogo na organização.

Se for considerado o *stock* quanto ao número de artigos diferentes, que o compõe e quanto ao valor do *stock* médio de cada artigo, verifica-se que a maior parte do valor investido se concentra num número muito reduzido de artigos-chave.

Frequentemente, 70 a 80% do montante dos investimentos em *stocks*, diz respeito a 15 a 20% do número total de artigos armazenados, 15% do montante investido respeita a 25% dos artigos, e 5% do montante investido corresponde a 55% dos bens armazenados.

É possível representar graficamente o tipo de repartição do *stock*, colocando em ordenadas o acumulado dos valores investidos e em abcissas o acumulado dos números de tipos de artigos armazenados.

Cada um destes dados é expresso em % do total.

Qualquer que seja o *stock* analisado ou o género de empresa considerada, a relação entre o número de artigos e o valor investido, permanece aproximadamente na mesma ordem de grandeza e o aspecto da curva de repartição não sofre grande variação.

Este método designa-se "Método ABC " uma vez que na repartição do *stock* em três grupos, cada um destes é designado por uma dessas letras.

Esta técnica consiste em tratar diferentemente o controlo de cada grupo de artigos.

- O grupo A deve ser vigiado rigorosa e frequentemente, dado que representa a maior parte das somas investidas. Essa vigilância será, no entanto, pouco dispendiosa, dado que se exerce apenas sobre um número limitado de objectos: 15 a 20% do total.
- O grupo C pode ser vigiado anualmente ou em intervalos mais longos, dado que, uma vigilância mais apertada correria o risco de se tornar, por vezes, mais dispendiosa do que o próprio valor controlado; os custos suplementares com esse controlo seriam superiores aos benefícios colhidos.

Ou seja, o grau de controlo poderá variar com a importância relativa dos artigos, dando maior importância àquele pequeno número que representa a maior parte do capital investido em *stocks*.

O método ABC só é aplicável a materiais de procura (utilização) independente. Para materiais de procura dependente, como, por exemplo, componentes, aplicam-se sistemas como o MRP (*Materials Requirements Planning*) ou JIT (*Just-in-Time*). Estes conceitos serão analisados mais adiante.

Vejamos agora um exemplo de aplicação do Método ABC

O quadro seguinte apresenta uma lista dos vários artigos comprados e que se encontram no armazém da empresa A.

Peças	Valor
A3	1600
A4	280
A5	100
B1	20
B2	600
B4	400
B7	3600
C9	50
C10	350
C20	75
L15	60
L17	90
L18	240
K1	264
K2	68
K3	104

Vamos começar por representar a Curva ABC:

- Ordenam-se os artigos por ordem decrescente de valor.

- Somam-se os valores de todos os artigos.

$$1600+280+100+20+600+400+3600+50+350+75+60+90+240+264+68+104=7901$$

correspondente a 16 artigos

- Calcula-se o peso percentual do valor de cada peça, relativamente ao valor total das 16 peças.

- Constituem-se grupos de artigos.

- Calcula-se o peso relativo (a percentagem) de cada grupo, relativamente ao total, tanto em quantidade, como em valor investido.

Grupo	Artigos	Valor	% Valor	% Ac. N° artigos	% Ac. Do valor investido
A	B7	3600	45.56	12.5	65.8
	A3	1600	20.25		
B	B2	600	7.59	25.0	20.6
	B4	400	5.06		
	C10	350	4.43		
	A4	280	3.54		
C	K1	264	3.34	62.5	13.6
	L18	240	3.04		
	K3	104	1.32		
	A5	100	1.26		
	L17	90	1.14		
	C20	75	0.95		
	K2	68	0.86		
	L15	60	0.76		
	C9	50	0.63		
	B1	20	0.25		

Síntese:

Grupo	N° artigos % do total	Valor investido % do total
A	12.5	65.8
B	25.0	20.6
C	62.5	13.6

Com os valores acumulados constrói-se o gráfico correspondente (Figura 6).

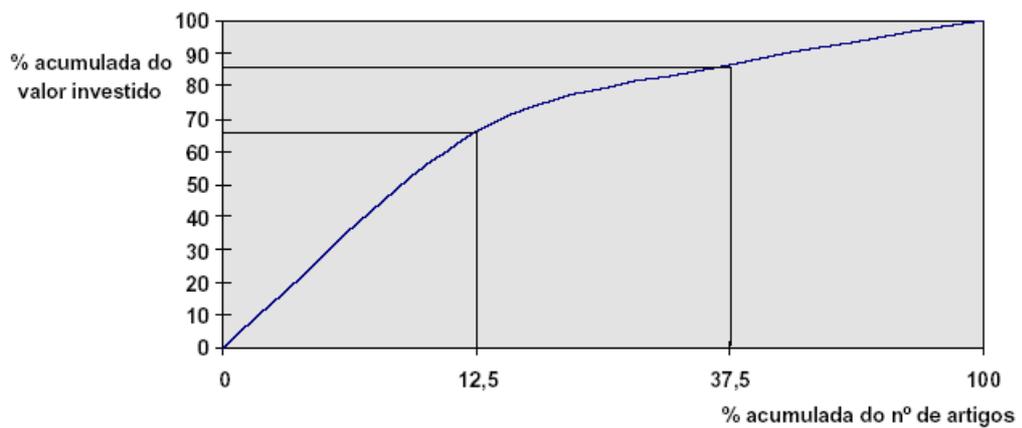


Figura 6: Análise ABC
Fonte: Elaboração Própria

Interpretação:

- A 12,5% das peças em armazém, corresponde 65,8% do valor investido em *stocks*. Por conseguinte, este é o grupo de artigos que requererá uma vigilância de perto, rigorosa e frequente.
- A 25% das peças em armazém, corresponde 20,6% do valor investido em *stocks*. É um grupo de artigos em relação ao qual se podem evitar grandes custos de controlo, não se lhe dedicando tanta atenção como ao anterior.
- A 62,5% das peças em armazém, corresponde apenas 13,6% do valor investido em *stocks*. Este grupo é o que necessita menor controlo, passando este por Vigilâncias mais atenuadas e, por consequência, menos dispendiosas.

2.1.2 Processo produtivo

Como já foi referido, a existência de inventário pode não se restringir às matérias-primas, mas estar associado aos produtos finais, bem como aos diferentes produtos intermédios envolvidos na produção. Há pois a necessidade de estabelecer uma relação entre os diferentes materiais envolvidos no ciclo produtivo da empresa. Isto é feito através da árvore de materiais (*Bill of Materials, BOM*) e da descrição do processo.

A árvore de materiais (BOM) consiste num diagrama, através do qual se define a relação existente entre os diferentes materiais, quer a nível de processo, quer a nível de quantidades envolvidas. Na Figura 7 apresenta-se um exemplo de uma árvore de materiais, onde seis tipos de materiais são considerados, duas matérias-primas, S1 e S2, três produtos intermédios, S3, S4 e S5, e finalmente um produto final, S6. O material S6 é produzido através do consumo dos materiais S5 e S4, respectivamente, nas proporções de um para um, ou seja para produzir um S6 precisamos de um S5 e um S4. Por outro lado, S5 é produzido através de três

unidades de S4 e uma unidade de S3. S3 consome uma unidade de S1 e finalmente S4 é produzido a partir de duas unidades de S2.

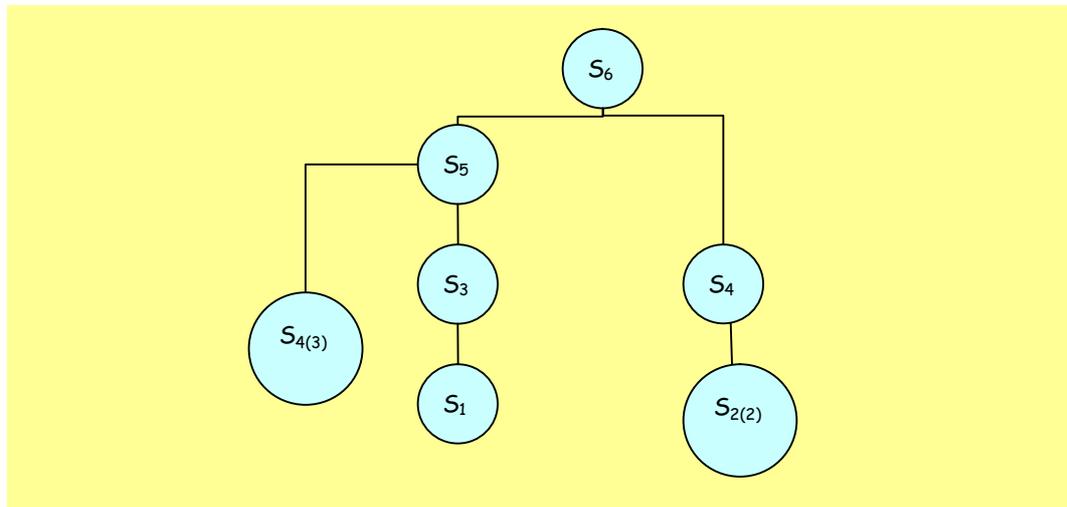


Figura 7: Árvore de materiais

Adicionalmente à árvore de materiais, considera-se ainda a descrição processual, que engloba a sequência de operações constituintes do processo global, os tempos de operação e os materiais a processar em cada operação (Quadro 1).

Sequência	Descrição	Tempo de Operação (hr)		Material a processar
		Processamento	Preparação	
1	Tratamento térmico (T1)	1	0.5	S1
2	Reacção (T2)	2	0.5	S2
3	Mistura (T4)	0.5	-	S3, S4
4	Reacção (T5)	3	0.25	S4, S5

Quadro 1: Descrição processual

Finalmente, existe ainda o caso em que os dados fornecidos pela BOM e pela descrição processual são aglomerados num só diagrama. Como exemplo apresentamos o chamado diagrama Rede Estado-Tarefa (*State-Task Network* (STN)), onde se descrevem as relações existentes entre as diferentes operações

(tarefas) e materiais (estados) do processo produtivo. Tomando como exemplo o caso descrito na Figura 7 e no Quadro 1, o correspondente STN encontra-se representado na Figura 8. Neste caso, e tomando como exemplo a produção de S3, esta é feita através da tarefa T1, a qual consome o material S1, na proporção de uma unidade de S1 para uma unidade de S3. A operação T1 é ainda caracterizada por um tempo de preparação de 0.5 horas e um tempo de processamento de 1 hora. Este diagrama tem a vantagem de, através de uma única ferramenta, descrever sucintamente e sem ambiguidades o processo produtivo da empresa.

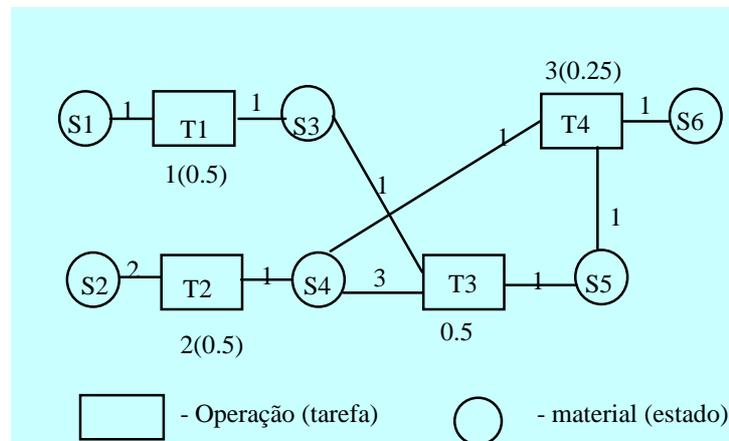


Figura 8 - Diagrama processual Estado-Tarefa
Fonte: Elaboração Própria

2.1.3 Tipos de inventário

O inventário pode ser classificado em dois grupos: o inventário de materiais caracterizados por uma procura independente e o inventário de materiais caracterizados por uma procura dependente. Os métodos de gestão, aplicados em cada um destes casos, são diversos e são função do tipo de material envolvido.

2.2 Gestão de inventário - procura independente

Nesta secção analisam-se as políticas, métodos e procedimentos usados para gerir o inventário, caracterizado por materiais cuja procura é independente. Materiais ditos de procura independente apresentam necessidades que são apenas função da

procura de mercado e não de decisões ligadas ao ciclo produtivo. Quatro grandes categorias podem ser identificadas dentro deste tipo de inventário:

- 1 - materiais associados a indústrias de serviços (como por exemplo, material médico, selos, etc.);
- 2 - produtos finais;
- 3 - materiais que não entrem directamente no ciclo produtivo, como sejam elementos para manutenção, reparação e operação nas indústrias de manufactura;
- 4 - materiais transaccionados por retalhistas e ou empresas de venda directa.

A gestão deste tipo de inventário tem como principal objectivo a maximização da resposta aos clientes, com uma simultânea minimização de custos.

Começando por analisar a maximização da resposta ao cliente, esta é definida através do cumprimento de prazos de entrega, da resposta a previsões de procura do mercado e da disponibilidade de produtos finais, que possam ser sujeitos a análise por parte de novos clientes. A existência de um inventário permite às organizações a flexibilidade necessária, para responder adequadamente a estas exigências.

Por outro lado, um inventário de produtos ditos independentes permite a redução dos custos de produção. Pode-se, desta forma, proceder à compra de materiais em grandes quantidades, o que permite a negociação de um preço por unidade reduzido, diminuindo os custos totais de aquisição. Verifica-se ainda a existência de uma certa segurança face à inflação de preços, não havendo a necessidade de comprar em épocas menos propícias. Adicionalmente, os custos de ineficiências de produção, caso existam, podem também ser controlados, sem haver a necessidade de produzir em excesso para compensar tempos de paragem. Mais uma vez, e neste caso, a disponibilidade de produtos finais em inventário, actua como factor de segurança, garantindo a capacidade de resposta da empresa, sem incorrer em custos adicionais (sub-contratação, perda de clientes, etc.).

O que foi dito atrás, parece sugerir que manter um elevado nível de inventário é o mais adequado. No entanto, tal não é o ideal, pois inventários estão associados a dinheiro parado ou mesmo a degradação de produtos. Há pois que estabelecer a política correcta, que permita a tomada de decisão mais adequada relativamente à quantidade a manter em inventário, ou seja, quando e quanto encomendar aos meios externos.

2.2.1 Quantidade económica a encomendar (QEE)

Um dos métodos frequentemente usado na gestão de inventários de procura independente é o da quantidade económica a encomendar (QEE). Esta corresponde à minimização dos custos anuais de inventário e de encomenda e o seu método de cálculo baseia-se nos seguintes pressupostos:

- 1 - A taxa de procura de um determinado material é constante (por exemplo, 15 unidades/dia).
- 2 - O material é produzido ou comprado em lotes e a ordem de encomenda é feita de uma só vez. Qualquer quantidade é admitida sem restrição.
- 3 - Existem apenas dois tipos de custo importantes; custos de inventário (unidades em inventário x custo por unidade) e custo fixo da encomenda. Descontos de quantidade e aumentos de preço entre outros, não são considerados.
- 4 - Decisões tomadas para um tipo de material podem ser tomadas independentemente dos outros materiais. Por exemplo, não existe nenhuma vantagem em combinar diferentes ordens de encomenda para o mesmo fornecedor.
- 5 - Não existe qualquer incerteza associada à procura, tempo de espera ou fornecimento dos materiais.

Com base nestes pressupostos, o cálculo da QEE é feito através da definição do custo total do inventário, o qual é posteriormente minimizado:

Custo total = custo anual de manter o inventário + custo anual de encomenda

ou seja:

$$C = \frac{Q}{2} H + \frac{D}{Q} S$$

onde

C - custo total anual;

D = necessidade anual, (unidades/ano);

H = custo associado ao inventário de uma unidade de material por ano;

S = custo de encomenda (€/lote);

Q = tamanho do lote (unidades).

Calculando a derivada de C, em relação a Q, e igualando esta a zero, obtém-se a quantidade a encomendar, que corresponde a um custo mínimo:

$$QEE = \sqrt{\frac{2DS}{H}}$$

Graficamente, este cálculo pode representar-se da seguinte forma.

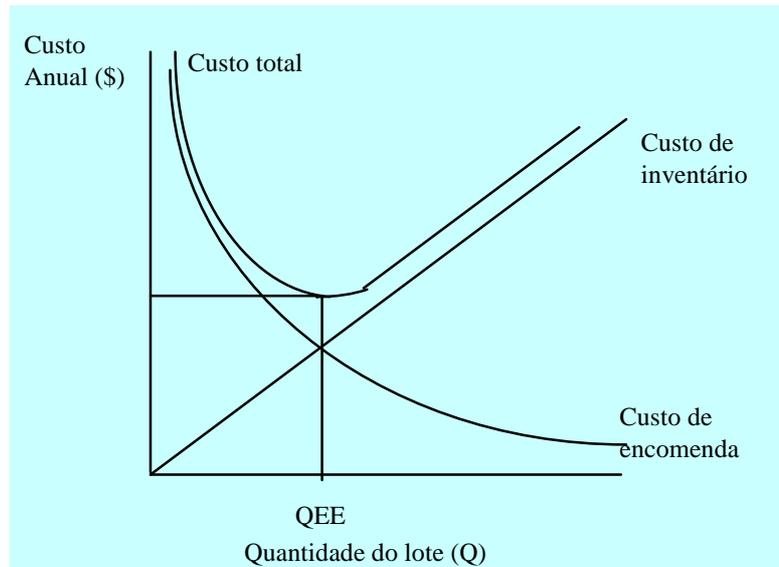


Figura 9: Cálculo da QEE
Fonte: Elaboração Própria

Frequentemente, interessa associar à QEE o tempo que decorre entre duas ordens de encomenda (tempo entre encomendas, TEE), este é por sua vez calculado como uma fracção do ano, ou seja:

$$TEE = \frac{QEE}{D} (12 \text{ meses / ano})$$

Assim, e através dos valores obtidos para a quantidade económica a encomendar é possível saber quando fazer (TEE). Está-se em condições teóricas de minimizar os custos de inventário, sem deixar de garantir a resposta aos clientes. No entanto, é preciso ter em conta que os valores calculados aparecerem ligados a pressupostos muito restritivos. Todavia, mesmo assim, tem-se vindo a constatar que estes valores funcionam como uma boa primeira aproximação a usar na gestão de inventário dos materiais independentes.

De forma a ilustrar o método descrito acima, vamos considerar o seguinte exemplo:

Uma comerciante pretende calcular o valor da quantidade económica a encomendar e o tempo de duração entre o lançamento das encomendas de um dos seus produtos, cujas vendas semanais ascendem a 18 unidades. O fornecedor deste

produto cobra 6000 € por unidade. O custo de cada encomenda é igual a 450 €. O custo anual de inventário é 25 % do custo do produto e a loja encontra-se aberta 52 semanas por ano.

Com base nestes dados tem-se que a necessidade anual do produto é :

$$D = (18 \text{ unidades}) * (52 \text{ semanas/ano}) = 936 \text{ unidades/ano}$$

O custo associado ao inventário de uma unidade é:

$$H = 0.25 (6000 \text{ €/unidade}) = 1500 \text{ €/unidade}$$

Assim:

$$QEE = \sqrt{\frac{2DS}{H}} = \sqrt{\frac{2 \times 936 \times 450}{1500}} = 23.69 = 24 \text{ unidades}$$

Por outro lado, o tempo entre encomendas é dado por:

$$TEE = \frac{QEE}{D} (12 \text{ meses/ano}) = \frac{24}{936} 12 = 0.31 \text{ meses}$$

Tendo em conta as limitações do método descrito, diferentes métodos foram surgindo de forma a ultrapassá-las. Dentro destes, salientam-se os métodos de análise contínua e periódica de inventário, através dos quais se pretende minimizar o facto de se admitir que as necessidades em materiais não estão sujeitas a incertezas.

2.2.2 Sistema de análise contínua (Sistema Q)

Através do uso de um sistema de análise contínua, faz-se um controlo contínuo do estado do inventário associado a um determinado material, (adições, remoções e quantidades acumuladas) determinando-se desta forma o ponto de encomenda (R), para uma quantidade fixa a encomendar (Q).

Resumidamente, o sistema em questão pode descrever-se da seguinte forma:

Encomendar uma quantidade Q , sempre que uma remoção de material origine a obtenção do ponto de encomenda R , dado por:

$$R = \bar{D} + B$$

onde \bar{D} é a média das necessidades associadas a um tempo de entrega (L) e B o inventário de segurança. Este último, calculado com base nos custos de inventário e na resposta a fornecer ao cliente(s). O valor da quantidade Q pode ser calculado com base na QEE ou na capacidade máxima, associada ao transporte do material em questão, entre outros.

A Figura 10 mostra graficamente como o sistema opera. Ao atingir um determinado ponto de encomenda, previamente calculado (R), lança-se a encomenda da quantidade Q , a qual é entregue ao fim do tempo de espera L , aumentando neste momento o inventário do material.

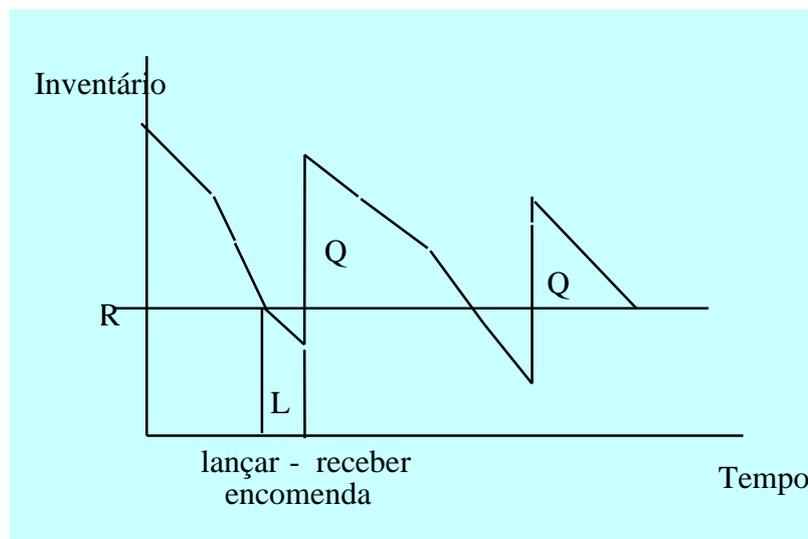


Figura 10: Sistema de análise contínua
Fonte: Elaboração Própria

2.2.3 Sistema de análise periódica (Sistema P)

Outro tipo de sistema, frequentemente, usado no acompanhamento das condições do inventário é o sistema de análise periódica. Como o nome indica, este sistema faz uma avaliação periódica do estado do inventário, sendo as ordens de

encomenda lançadas no final de cada análise. O período (P), definido entre duas análises, é fixo.

Como as necessidades entre duas análises podem ser variáveis, o valor da quantidade a encomendar Q é também variável. Assim o método de análise periódica pode ser descrito da seguinte forma :

- Analisar as condições do inventário de P em P períodos, altura em que se procede ao lançamento da encomenda, correspondente à quantidade Q , definida entre o valor do inventário requerido (T) e o valor existente ($PI1, PI2, \dots$ - ver Figura 11).

O valor do período P pode ser definido com base num sistema de conveniência, por exemplo, todas as sextas-feiras, ou ainda fazendo uso da quantidade económica a encomendar, através da seguinte equação:

$$P = \frac{QEE}{D} \quad (52)$$

onde se admitem 52 semanas de trabalho por ano e D é definido como a necessidade anual.

O valor da quantidade de inventário a atingir (T), é calculado de forma a garantir um *stock* de segurança, não apenas durante o tempo de espera (L) da entrega da encomenda, mas também durante o período P (ver Figura 11). Assim,

$$T = \overline{D}_{P+L} + B$$

onde

\overline{D}_{P+L} - é a necessidade média até à próxima revisão P mais a necessidade média durante o tempo de espera L .

B - *stock* de segurança.

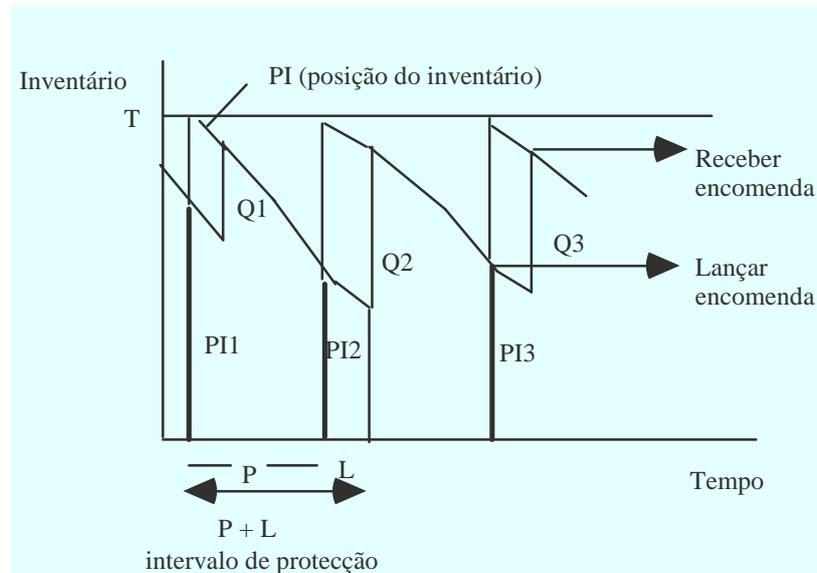


Figura 11: Sistema de Análise Periódica
Fonte: Elaboração Própria

Os sistemas referidos acima são conhecidos como *sistemas de Ponto de Encomenda (Reorder Point Systems, ROP)*. A escolha entre ambos não é clara, sendo todavia função das vantagens oferecidas por cada um face ao caso a estudar (ver Quadro 2).

Vantagens do Sistema P	Vantagens do Sistema Q
intervalos fixos de fornecimento	podem-se individualizar os períodos de fornecimento
combinação de ordens de encomenda diferentes para o mesmo fornecedor	aplicável à existência de reduções de custo função da quantidade ou das limitações de capacidade
sistema de inventário perpétuo mas não obrigatório	stock de segurança menor

Quadro 2: Sistema P versus sistema Q

Frequentemente, a combinação dos mesmos é a opção mais adequada, tirando-se, neste caso, partido das vantagens de ambos face ao tipo de material em inventário.

2.3 Gestão de inventário - procura dependente

Como materiais de procura dependente, tem-se todo o tipo de materiais (matéria-prima e produtos intermédios), consumidos na produção de um certo produto final. Neste caso, e contrariamente aos materiais de procura independente, a procura não é função da procura de mercado, mas sim das decisões ligadas à produção, as quais por sua vez são ditadas pelos materiais independentes associados.

A existência de inventários de materiais, cujas necessidades são dependentes, permite uma maior fluidez do processo produtivo, com a minimização de paragens, causadas por falta de matéria-prima para as tarefas a executar. Por outro lado, permite que estas mesmas tarefas sejam operadas continuamente, sem prejuízo das mesmas, devido a possíveis pontos críticos verificados na parte a montante do processo. Tem-se ainda que o inventário de matérias-primas permite uma maior flexibilidade na negociação de descontos associados à sua aquisição, podendo-se neste caso encomendar em quantidades maiores, com um custo unitário menor. Finalmente, este tipo de gestão tem como objectivo principal reduzir os custos associados ao inventário, sem introduzir paragens na produção. Surge pois a necessidade de estabelecer um balanço entre os custos provocados pela existência de inventário e os custos incorridos quando o mesmo não existir.

A gestão de materiais de procura dependente envolve um elevado grau de complexidade devido às interdependências existentes entre os materiais constituintes do processo produtivo. A produção é função da disponibilidade de todos os materiais dependentes nela envolvidos e, conseqüentemente, a gestão dos mesmos é muito importante.

Durante muitos anos a gestão dos materiais de procura dependente foi feita com base nas técnicas descritas para os materiais de procura independente. Todavia, os resultados não foram os melhores, uma vez que foram assumidos pressupostos como sejam os de que os materiais são independentes uns dos outros, que as suas necessidades são uniformes e constantes e que não são função de planos futuros, não descrevendo deste modo a realidade do tipo de material em análise. Métodos

mais apropriados foram então identificados, dentro dos quais se salienta o método a descrever no ponto seguinte.

2.3.1 Sistema de planeamento das necessidades em materiais (MRP)

O sistema de Planeamento das Necessidades em Materiais (Material Requirement Planning, MRP) consiste num sistema de informação computadorizado, projectado especialmente para a gestão do inventário de materiais de procura dependente, os quais sofrem transformações ao longo do processo produtivo. Dois princípios definem este tipo de sistemas:

- 1 - o cálculo das necessidades dependentes em materiais é feito a partir do escalonamento da produção;
- 2 - a renovação de ordens de fornecimento é feita tendo por base a altura em que os materiais são necessários e não dependendo da altura definida para a análise do estado do inventário (sistemas P e Q).

Os ingredientes chave para um sistema MRP dividem-se em três grandes grupos (ver Figura 12): árvores de materiais (BOMs); registos do inventário e o chamado plano director da produção (*Master Production Scheduling, MPS*). Através desta informação, os sistemas MRP, além de calcularem os fornecimentos adequados dos materiais, face às necessidades da produção, fornecem ainda a informação relativa ao escalonamento da produção e à capacidade necessária para um controlo do inventário. Por exemplo, quando lançar novas encomendas e que ajuste fazer das quantidades a encomendar, face ao inventário existente e às necessidades de material na produção.

Antes de proceder à instalação de um sistema do tipo MRP, um número de pré-requisitos (informação) - tem de estar disponível. Na figura 12 apresenta-se um esquema sintético do tipo de informação (de entrada/saída) existente/requerida num sistema típico MRP.

Analisando as entradas do sistema, tem-se:

Plano Director da Produção (PDP), este constitui o motor do MRP e fornece toda a informação relativa às ordens de entrega que têm de ser verificadas, prioridades de produção, possíveis alterações de produção, entre outras. O PDP encontra-se ainda ligado aos planos estratégicos de marketing e produção, tendo em conta o planeamento futuro da produção, que implica um ajuste dos níveis de inventário. De forma a garantir um escalonamento viável da produção, o MRP é executado repetidamente, efectuando possíveis ajustes no MPS até obter consistência entre ambos os sistemas. Desta forma, o MRP é usado como uma ferramenta de simulação, que permite testar a organização da produção face a um proposto escalonamento, deduzido com base nas ordens de produtos a satisfazer.

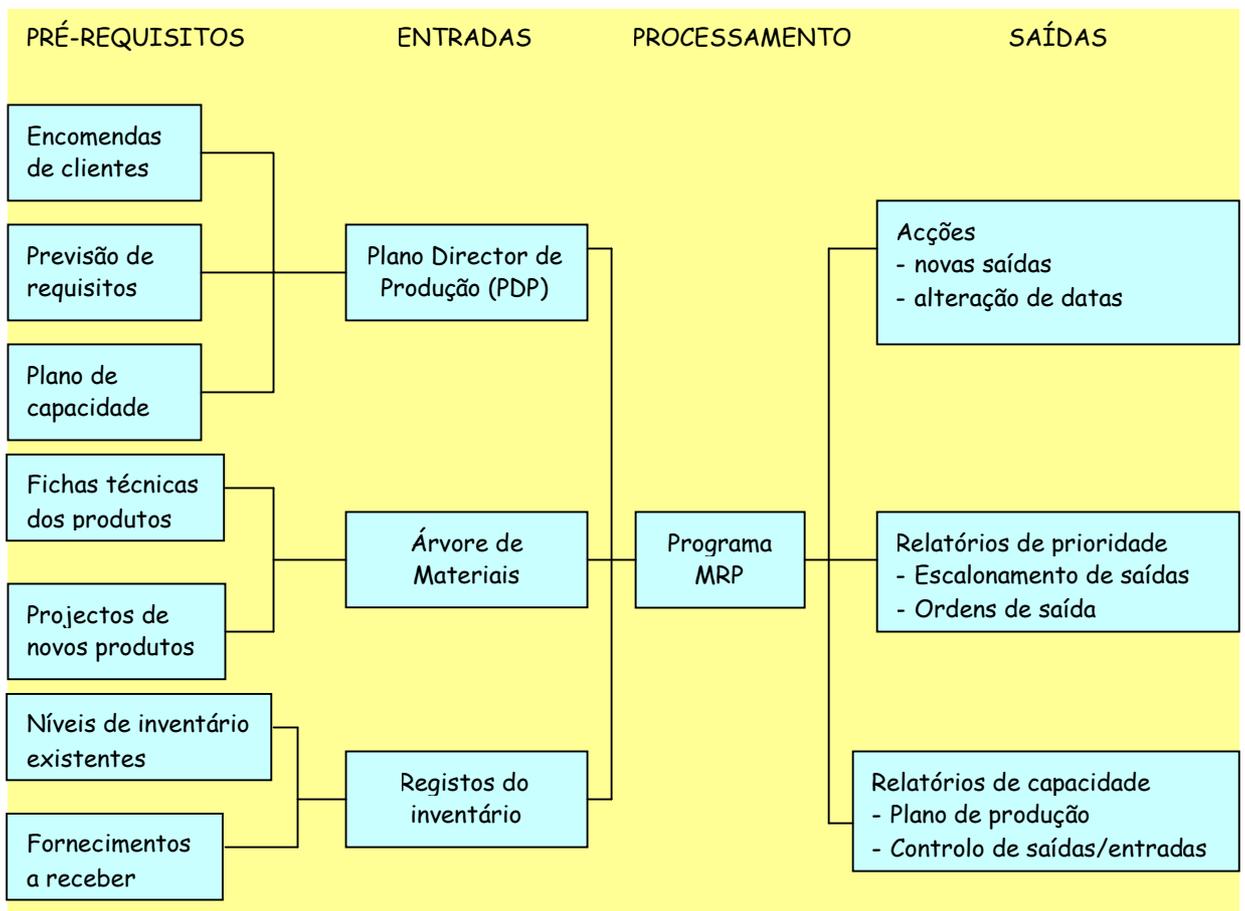


Figura 12: Esquema de um sistema MRP
 Fonte: Elaboração Própria

Árvore de Materiais (BOM), como já foi referido, a informação associada a este tipo de ferramenta permite estabelecer as ligações existentes entre os diferentes

tipos de materiais existentes no ciclo produtivo e, conseqüentemente, relações que têm de ser verificadas entre o inventário de cada material em causa.

Registos do Inventário, estes contêm a informação relativa ao nível de inventário existente, bem como às encomendas a receber durante o período de produção em análise. Fornecem ainda dados relativos à carteira de fornecedores, tempos de entrega e preços de aquisição.

Após definidas as entradas do sistema, procede-se à *execução do programa* de MRP, que pode ser feita de duas formas distintas. O sistema pode apenas ser usado de uma forma descritiva, onde os dados são fornecidos, o programa executado e os resultados obtidos são usados na elaboração do escalonamento para o próximo período de operação. Neste caso, existe apenas um processamento dos dados de forma a produzir a informação necessária para a produção e inventário do período em análise. Alternativamente, o sistema pode ser usado para analisar uma série de cenários de necessidades. Neste caso, alterações do PDP ou dos valores de inventário são simulados e o seu efeito estudado através do MRP, de forma a definir qual a melhor forma de actuação. Também neste caso, os resultados do MRP fornecem os dados relativos aos planos de produção a executar, bem como das transacções de inventário associadas.

Ainda, e relativamente ao programa de MRP, existem dois tipos de sistema específicos, tal com se pode ver na Figura 13.

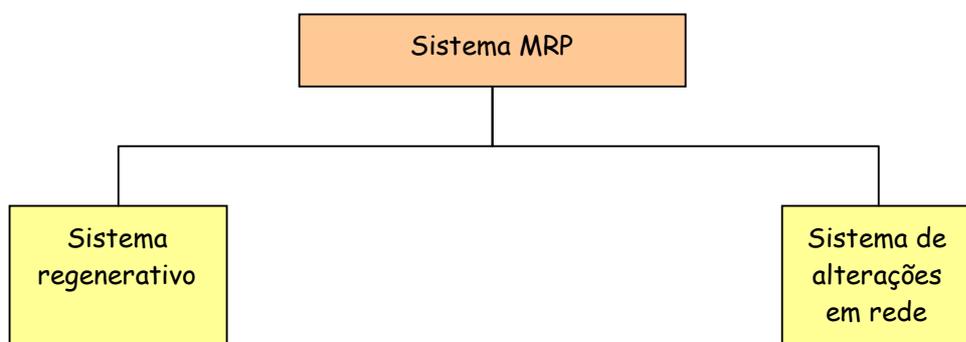


Figura 13: Classificação do sistema MRP
 Fonte: Elaboração Própria

Sistema regenerativo: o programa redefine um novo plano de produção cada vez que é executado, o que se verifica de uma forma periódica.

Sistema de alterações em rede (net-change): o programa opera de um modo contínuo, processando sistematicamente as alterações que vão ocorrendo ao longo da produção.

Como resultado final, e neste último caso, o sistema apenas gera informação relativa aos produtos que sofreram qualquer tipo de alteração.

Finalmente, e relativamente às saídas produzidas através de um sistema de MRP, tal como se pode verificar na Figura 12, estas podem ser englobadas em três grandes grupos:

- i. **Acções:** descrevem toda a informação relativa à saída de encomendas, bem como fornecem os dados necessários para proceder à alteração de datas de entrega previamente definidas.
- ii. **Relatórios de prioridades:** este tipo de relatórios fornece a informação que estabelece a ligação entre as necessidades dos materiais e a execução da produção. Prioridades sobre ordens de fornecimento ou entrega são estabelecidas tendo em conta todas as dependências que descrevem os materiais em estudo.
- iii. **Relatórios de capacidade:** estes permitem o acesso a toda a informação necessária aos gestores, para controlarem a sua capacidade de produção, uma vez que o sistema MRP não tem em conta possíveis limitações existentes a este nível. Por um lado, o plano de produção estabelece as necessidades associadas a pontos críticos do sistema produtivo, por outro lado, os relatórios de entradas/saídas permitem uma análise entre as entradas/saídas actuais e as planeadas, de forma a tomar as acções necessárias.

É de notar que um sistema MRP se encontra associado à definição do PDP, estabelecendo-se portanto um processo interactivo entre a função planeamento e a gestão de materiais, como já tinha sido discutido anteriormente.

De uma forma simples, os resultados de um sistema MRP podem ser associados às necessidades globais e reais dos materiais envolvidos no processo. No cálculo das necessidades globais, não se entra em linha de conta com os valores em inventário, definindo-se apenas as quantidades necessárias e as alturas em que as mesmas devem estar disponíveis e serem encomendadas ou associadas a ordens de produção. Para o cálculo das necessidades reais o nível de detalhe é maior, considerando-se:

- i. necessidades globais;
- ii. valores em inventário;
- iii. as necessidades reais ($i - ii$);
- iv. a disponibilidade do material (datas e quantidades);
- v. o lançamento das encomendas ou ordens de produção.

Por exemplo consideremos os materiais A, B e C, que interactuam entre si, através da seguinte árvore de materiais:

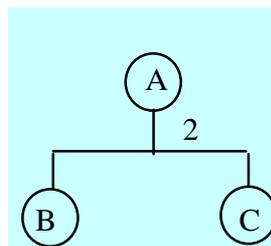


Figura 14: Árvore de materiais

A produção de A leva duas semanas, enquanto que a entrega das encomendas relativamente a B e C leva 1 semana.

Sabendo que a empresa pretende produzir 100 unidades de A, na semana 7 de produção, calcule as tabelas MRP das necessidades globais e reais para os materiais em análise, sabendo que existem em inventário 30 unidades de B.

Material		Semana nº							
		1	2	3	4	5	6	7	8
A	Necessidades Globais. Lançamento da Enc./Prod.					100		100	
B	Necessidades Globais. Lançamento da Enc./Prod.				100	100			
C	Necessidades Globais. Lançamento da Enc./Prod.				100	100			

Quadro 3: MRP - Necessidades globais

Material		Semana nº							
		1	2	3	4	5	6	7	8
A	Necessidades Globais Inventário Necessidades Reais. Entrega/Produção Lançamento Enc./Prod.					100		100 0 100 100	
B	Necessidades Globais Inventário Necessidades Reais. Entrega/Produção Lançamento Enc./Prod.				100	100 0 100 100			
C	Necessidades Globais Inventário Necessidades Reais. Entrega/Produção Lançamento Enc./Prod.				70	100 30 70 70			

Quadro 4: MRP - Necessidades reais

👉 Vantagens e Desvantagens de um sistema MRP

Um sistema MRP tem associado um elevado custo de manutenção e instalação, o que pode resultar numa desvantagem do sistema. Por outro lado, implica ainda um elevado grau de formação do pessoal, que dele vai fazer uso, aumentando o investimento global a suportar. Todavia, e apesar destes aspectos negativos, eles são normalmente ultrapassados pelas vantagens oferecidas pelo sistema:

- fornecimento dos meios para um controlo detalhado e contínuo dos produtos em inventário;
- melhorias no escalonamento da produção, devido a prazos estipulados para a entrega de materiais, bem como actividades de produção;
- redução dos níveis de inventário, devido a um controlo apertado de fornecimento e necessidade de materiais;
- fornecimento de dados para um planeamento da capacidade;
- fornecimento dos meios para o estudo do impacto de diferentes cenários de controlo de inventário na produção e na gestão de operações associada.

Tal como na maior parte dos sistemas de informação, também o sistema MRP, usado para o planeamento de inventário, pode ser expandido de forma a contemplar funções mais alargadas de aplicação. Em particular, o sistema MRP evoluiu para além da área de gestão da produção, abarcando informação relativa a finanças, marketing e contabilidade. Desta forma, surge o sistema MRP II (Manufacturing Resource Planning Systems), conhecido como um sistema de planeamento dos recursos de manufactura. Este permite um melhor planeamento das decisões a tomar, onde diferentes aspectos organizacionais da empresa são tidos em conta.

2.4 Gestão de materiais - Sistema Just-In-Time

Até aqui temos vindo a analisar sistemas caracterizados por uma existência de inventário mesmo que reduzida. Todavia, os sistemas *Just-In-Time* (JIT) são baseados num conceito japonês de inventário nulo e são projectados com o objectivo de produzir/adquirir na altura certa, ou seja, na altura em que o item é necessário, anulando desta forma o seu inventário. A filosofia base deste método recorre à minimização de ineficiências e tempos de espera ligados ao processo produtivo.

2.4.1 Introdução ao JIT

Pode-se dizer, de uma forma simplista, que há duas abordagens para aumentar a produtividade:

- i. investimentos significativos em tecnologia;
- ii. melhoria da estrutura, de forma a eliminar custos escondidos.

Investir em tecnologia, que à priori pareça lucrativa, nem sempre resolve os problemas de uma empresa.

Vejamos um exemplo que ilustra este facto:

Suponhamos uma máquina, cujo custo horário é de 2.000 euros, e que produz 200 peças por hora. O custo por peça é de 10 euros. A empresa possui duas destas máquinas podendo, portanto, produzir 400 peças por hora. A alternativa que coloca é a de usar uma máquina mais sofisticada, que custa 3.000 euros por hora, mas que produz 400 peças por hora. De acordo com a informação referida atrás, será que devem ser substituídas as duas máquinas antigas pela recente?

Nestes cálculos, não foram considerados os custos indirectos resultantes das alterações da estrutura:

- ✓ alongamento do percurso das peças;
- ✓ consequências em caso de avaria;
- ✓ criação de um estrangulamento;
- ✓ formação de pessoal;
- ✓ custo do capital empatado no investimento, etc..

As novas tecnologias parece sempre resolverem todos os problemas, mas é necessário ter em atenção todos os custos, quer directos quer indirectos, especialmente os custos inerentes às alterações da estrutura da empresa. Ganhos

significativos podem ser conseguidos apenas por uma abordagem mais eficiente dos recursos existentes.

A filosofia do JIT, parece simples e lógica, quando transmitida a alguém que não conhece o meio industrial, pensando que as empresas não podem funcionar de forma diferente senão esta. Para quem trabalhe na indústria ou esteja directamente ligado a ela, o conceito de JIT está directamente relacionado com uma técnica de controlo de *stocks*. Este embora sendo um dos princípios do JIT, não traduz todo o significado desta filosofia, sendo um erro encará-lo apenas como uma mera redução dos *stocks*. O JIT é uma filosofia abrangente que inclui um conjunto de características que têm como consequência directa a redução dos *stocks*. A abordagem JIT faculta às empresas a possibilidade de produzirem uma variedade de produtos, em pequenas quantidades, de forma rápida e no respeito pelas especificações dos clientes.

O objectivo do JIT é o de fundamentalmente acabar com toda e qualquer actividade desnecessária no processo de fabrico, que traga custos indirectos, mas sem benefício para a organização. Pode-se dizer que o objectivo simples do JIT é suprimir todo o desperdício: movimentações evitáveis, faltas de qualidade, avarias, esperas desnecessárias, etc.. Esta abordagem é usualmente apelidada de produção magra (*lean manufacturing*²).

2.4.2 Reconhecer o desperdício

A filosofia de JIT passa pela identificação de todas as fontes geradores de custos e que não produzem acréscimo do valor do produto final. Desperdício não custa dinheiro apenas, também faz aumentar o tempo de percurso dos produtos, no

² Engloba um conjunto de técnicas desenvolvidas nos anos 70 por fabricantes japoneses, como a Toyota e a Matsushita, para reduzir os custos de produção e aumentar a competitividade. Foi popularizada através do estudo sobre a indústria automóvel do MIT, designado "The Machine that Change the World", que investigou as causas associadas à superioridade do Japão nos domínios da produtividade, flexibilidade, rapidez e qualidade. O conceito de *lean manufacturing* é baseado em quatro princípios: trabalho em equipa; comunicação; uso eficiente de recursos e eliminação de desperdícios; e melhoria contínua (a que os japoneses chamam *kaizen*).

sistema produtivo, e faz com que a empresa deixe de canalizar esses recursos para fazer coisas mais produtivas. Depois de identificadas as fontes de desperdício, deverão ser equacionadas formas de as minimizar ou mesmo eliminar. A seguir mostra-se uma pequena listagem de desperdícios característicos da actividade das empresas industriais:

- ✓ Olhar para uma máquina a trabalhar
- ✓ Esperar por peças
- ✓ Contar peças
- ✓ Produzir mais do que o necessário
- ✓ Transportar peças
- ✓ Armazenar peças
- ✓ Procurar ferramentas
- ✓ Avaria de máquinas
- ✓ Recuperar peças defeituosas

2.4.3 Produzir a mais é desperdício

Produzir a mais significa a produção de produtos relativamente aos quais não se tem encomendas. Das múltiplas formas de desperdício, esta é talvez a pior de todas, uma vez que cria outro desperdício que é o inventário.

De um modo geral, as empresas produzem a mais quando produzem em grandes lotes, conseguindo assim a minimização dos tempos de preparação das máquinas. Com isso, embora poupem nos tempos de preparação, estão a desperdiçar no custo de posse de inventários. Estas empresas não percebem que isso leva a grandes prazos de entrega, para as quantidades que os clientes querem. A forma de resolver isto passa por diminuir os tempos de preparação das máquinas. A técnica SMED é

utilizada para resolver este problema. A Single Minute Exchange of Die (SMED), que pode traduzir-se por “mudança de ferramenta em menos de 10 minutos”, é uma técnica que tem como objectivo fundamental a redução dos tempos improdutivos, consumidos na preparação da máquina para a mudança de lote. Para satisfazer esse objectivo, aplica uma metodologia de reflexão progressiva, que vai desde a organização do posto de trabalho até à sua automatização. O nível de inventário é função do tamanho dos lotes e estes são função do tempo de preparação. De um modo geral, tempos longos de preparação da máquina implicam raras mudanças de lote, incorrendo assim em grandes lotes e consequentemente grandes níveis de inventário. Se se verificar a desejada redução do tempo de preparação da máquina, as mudanças podem ser mais frequentes e em consequência o nível de inventário diminuirá.

A técnica SMED distingue dois tipos de operações de mudança de ferramentas, tal como se pode ver na Figura 15.



Figura 15: Classificação das operações de mudança de ferramentas
Fonte: Elaboração Própria

- Input Exchange of Die (IED) - aquelas que apenas podem ser levadas a cabo com a máquina parada;
- Output Exchange of Die (OED) - aquelas que podem ser levadas a cabo com a máquina em funcionamento.

Para implementar o método SMED é necessário seguir as seguintes 7 etapas (Figura 16):

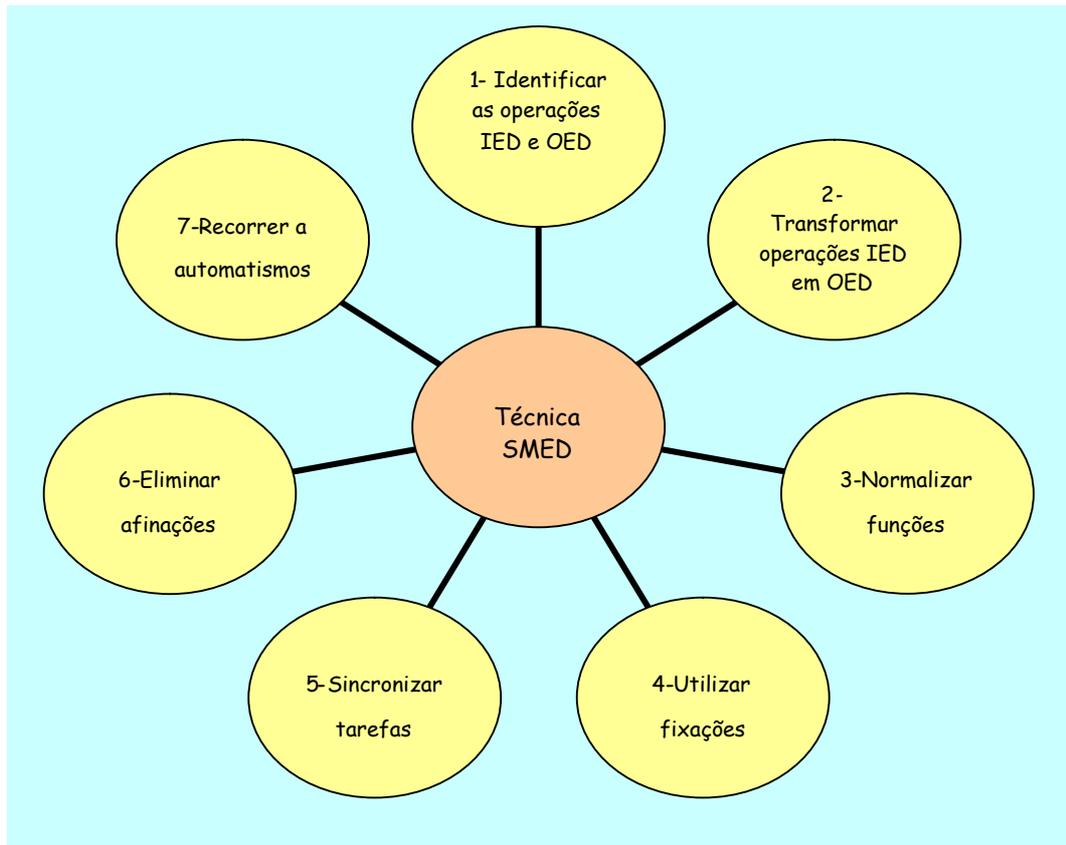


Figura 16: Etapas da técnica SMED
Fonte: Elaboração Própria

Com frequência as empresas, após um trabalho adequado, conseguem passar de várias horas a alguns minutos, nos seus tempos de preparação de máquinas. As mudanças mais radicais ocorreram nas prensas da indústria automóvel, onde se conseguiu passar de 8 horas para menos de um minuto.

2.4.4 Inventário é desperdício

A manutenção de inventário é sempre uma fonte de desperdício, seja ele de matérias-primas, de produtos em curso ou produtos finais. É habitual as empresas constituírem *stocks* de segurança, para obviar problemas como: desequilíbrios na produção, atrasos nas entregas aos clientes, defeitos, tempos de percurso altos, avarias nas máquinas, etc..

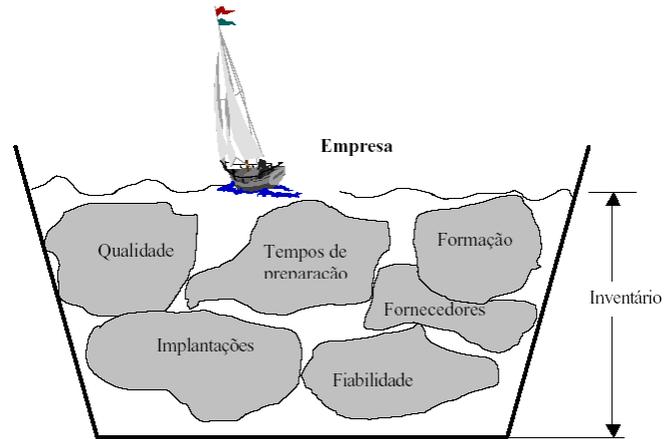


Figura 17: Inventário encobre deficiências
Fonte: Elaboração Própria

A Figura 17 tenta ilustrar, usando a analogia do barco, as deficiências que o inventário encobre. Erradamente, em algumas empresas, acredita-se que quanto maior for o nível de inventário, mais facilmente pode a empresa sobreviver e resolver quaisquer eventualidades. Para desmistificar esta ideia, considere um exemplo de fiabilidade: se surgir uma avaria numa máquina, a empresa continua a operar normalmente, se houver inventário suficiente que permita satisfazer a procura durante o período de paragem. O mesmo acontece relativamente a outros problemas. Se a empresa tiver fornecedores pouco fiáveis, em termos de cumprimento de prazos, basta que a empresa tenha um stock de segurança que colmate o atraso na entrega.

É verdade que a manutenção de um *stock* de segurança pode obviar problemas momentâneos, no entanto, este tipo de abordagem clássica tem um inconveniente significativo - o custo de manutenção.

Quanto mais eficientes forem as diversas áreas funcionais de uma empresa, menor pode ser o nível de *stocks*. A filosofia JIT tem como principal objectivo diminuir, tanto quanto possível, o tamanho dos "pedros", diminuindo o nível das existências, sem dificultar o normal funcionamento da empresa.

Na maioria dos casos, a existência de inventário esconde os problemas reais da empresa. Se se tentar baixar o nível de inventário, certamente, a empresa ficará a

conhecer melhor algumas das suas verdadeiras fraquezas. Uma vez que a manutenção de inventário conduz a desperdícios suplementares, tais como: transporte/movimentação de inventário, espaço, recursos humanos, deterioração, tempos de percurso mais longos, entre outros.

Para além disso, inventário é desperdício porque é consumidor de recursos humanos, materiais e energéticos, utilizados na produção de itens, mas que enquanto estes permanecerem em armazém, não permite à empresa obter o reembolso do investimento efectuado (Productivity Press Development Team, 1998).

2.4.5 Benefícios do JIT para as empresas

A filosofia JIT é um apoio à competitividade empresarial, à melhor satisfação de clientes e à redução de custos.

O JIT permite às empresas disponibilizarem aos seus clientes a variedade de produtos que necessitam, rapidamente e em pequenas quantidades, sem que com isso tenham de pagar mais. Uma empresa que satisfaça dessa forma os seus clientes e que seja capaz de se adaptar às mudanças da procura, satisfará amplamente as razões da sua existência.

Quanto mais rapidamente uma empresa entregar os produtos aos clientes, mais rapidamente ela terá a remuneração do investimento feito. Adicionalmente, uma empresa que adopte a filosofia JIT, encontrará capacidade de produção, antes escondida pelo desperdício. Deste modo, o JIT liberta recursos de espaço, equipamento, energia e recursos humanos. Estes recursos podem ser usados em actividades rentáveis, por exemplo, na produção de produtos que os clientes necessitem. Outro benefício do JIT é derivado da adopção de uma atitude para a melhoria contínua.

2.4.6 Conceitos básicos de JIT

2.4.6.1 Nivelamento da produção

A tendência natural das empresas é fazer as mínimas mudanças de série possíveis, tentando manter a produção dos produtos que produz actualmente, durante um período de tempo o mais alargado possível. Quando se esgota a possibilidade de manutenção da produção actual, passa para outro produto, poupando o tempo de preparação inerente à mudança de série.

Nivelar a produção consiste em:

Programar a produção diária de diferentes produtos, numa sequência que nivela os picos e vales das quantidades produzidas. O nivelamento da produção permite que a empresa possa atempadamente fornecer todos os produtos aos seus clientes, sem necessitar de acumular inventário.

2.4.6.2 Sistema Kanban

Este tipo de sistema, e contrariamente ao que acontece com o sistema MRP, não exige o apoio computacional. Um dos métodos muito usado na implementação deste tipo de sistema, reduz-se a um simples sistema de cartões - *Kanban system*.

O sistema *Kanban* surgiu primeiramente no Japão, e faz uso de cartões como meio de controlo da evolução da produção. Dois tipos de cartões podem caracterizar um sistema de *Kanban* (Figura 18).

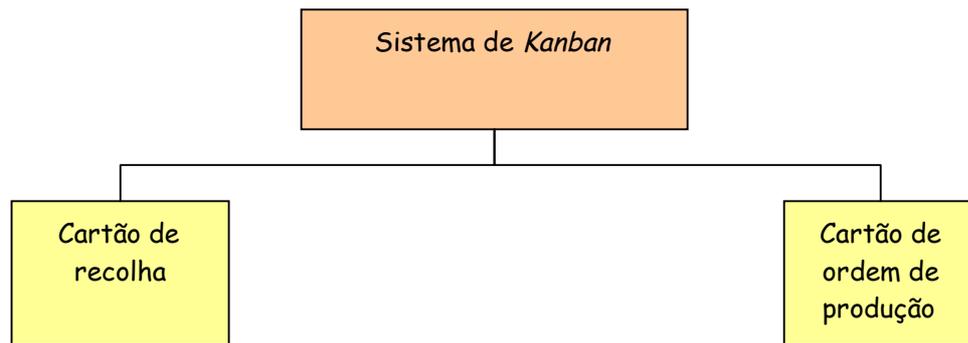


Figura 18: Tipos de cartões do sistema Kanban
Fonte: Elaboração Própria

- O cartão de recolha: define o produto e a quantidade que o utilizador deve obter do produtor, bem como a localização desse mesmo produto.
- O cartão de ordem de produção: define o produto e a quantidade a produzir, a localização do produto e onde o armazenar (caso de produto final) ou ainda para onde o enviar na produção (produto intermédio).

Os produtos não podem ser retirados de produção sem um cartão de recolha e não podem ser processados sem um cartão de ordem de produção. Deste modo, é possível, mais facilmente e com maior exactidão, coordenar o fluxo de materiais ao longo do processo produtivo.

☞ Vantagens de aplicação do sistema Kanban

Numa empresa que utilize o sistema *Kanban* é frequente verificar-se:

- uma rápida circulação entre postos de trabalho, da informação relativa a problemas que surjam nas máquinas, como avarias e peças não conformes;
- grande interacção entre os vários postos de trabalho, fruto da sua grande interdependência;
- grande capacidade de adaptação da produção a flutuações do lado da procura, uma vez que, por se produzirem pequenas quantidades, o tempo de reacção é menor;

- bom serviço aos clientes, derivado de curtos prazos de entrega. As entregas acontecem mais frequentemente, mas em quantidades menores;
- descentralização do controlo da produção, ao nível da área fabril, resultando uma maior simplificação e em simultâneo a redução de ordens de fabrico;
- redução dos níveis de inventários, com consequências na facilidade de contabilização do inventário, na menor ocupação de espaço físico, na capacidade de reacção a alterações, etc.

👉 Condições necessárias para a implementação de um sistema Kanban

Para, através do método Kanban, se obter uma adequada gestão do fluxo de produtos é importante que se garanta uma boa fluidez no escoamento dos produtos. Portanto, para assegurar uma boa aplicação do sistema Kanban, são exigidas alterações estratégicas, organizacionais e tecnológicas, entre as quais se destacam:

- necessidade de um adequado *Layout* dos postos de trabalho;
- necessidade de tempos de preparação de máquinas curtos;
- eliminação de imprevistos;
- fortalecimento da relação com clientes e fornecedores, extensiva a todo o processo;
- polivalência do pessoal, obtida através de acções de formação;
- capacidade de os operadores mudarem de posto de trabalho e executarem afinações ou operações de manutenção, sempre que a situação o exija;

- necessidade de evolução ao nível dos produtos, de modo a normalizar componentes, subconjuntos constituintes do produto, para se obter a diminuição:
 - a) do número de referências a trabalhar;
 - b) do número de mudanças de séries;
 - c) da variedade de *Kanbans*.

☞ Determinação do número de kanbans

O número de *kanbans*, emitidos para circulação, é importante já que dele depende o nível de inventário esperado. Um elevado número de *kanbans*, resulta em níveis altos de existências e, conseqüentemente, em custos da sua gestão e manutenção. Por outro lado, o baixo número de *kanbans*, pode redundar em situações de quebra na fluidez da produção. O número de *kanbans* deverá satisfazer a procura dentro dos prazos previstos e garantir a manutenção de um nível de segurança.

O número de *Kanbans* é determinado através da seguinte expressão:

$$\text{N}^\circ \text{ de } \textit{kanbans} = (\text{Procura média durante o prazo de entrega} + \text{quantidade de segurança}) / (\text{Capacidade de um contentor})$$

A procura média durante o prazo de entrega é calculada multiplicando a procura média, por parte do posto de trabalho a jusante, vezes o prazo de entrega do posto de trabalho em causa.

Vejamos o seguinte exemplo:

A procura de peças do tipo A é de 150 peças por hora, o posto de trabalho, PT1, garante que satisfaz os pedidos de um contentor de peças em prazos de 30 minutos, cada contentor tem capacidade para 25 peças e o inventário de segurança

é de 20% da quantidade procurada durante o prazo de entrega. Assim vem que a procura durante o prazo de entrega é de 75 peças, o inventário de segurança é de $75 \cdot 0.2 = 15$. O número de kanbans será de 3,6 kanbans, ou seja, devem ser emitidos 4 kanbans.

2.5 Comparação dos sistemas

Como se sabe, são vários os tipos de sistemas usados na gestão de inventários. Coloca-se a dúvida relativamente à aplicabilidade de cada tipo de sistema a cada caso concreto, ou seja, a dúvida na escolha do sistema mais adequado. Cada um dos sistemas apresenta uma série de características próprias e é com base nestas que vamos analisar o seu grau de aplicação.

Ponto de Encomenda e MRP, neste caso o sistema MRP aparece frequentemente como o sistema mais adequado e a sua aplicabilidade aumenta à medida que a produção por lotes aumenta. Geralmente o MRP é a escolha a fazer a não ser que o processo produtivo seja pouco complexo, com um número reduzido de níveis na árvore de materiais, a produção seja baixa e as necessidades dos produtos sejam muito estáveis.

MRP e JIT, estes métodos não são mutuamente exclusivos, sendo que, frequentemente, a melhor escolha recai num sistema híbrido. Se, por um lado, os sistemas MRP fornecem uma série de informação que permite o estudo do melhor cenário de produção a usar, por outro, os sistemas JIT são menos dispendiosos e mais eficientes no controlo do fluxo de produtivo. Os sistemas JIT são bastante adequados para processos orientados à volta do produto, onde a procura não varia de semana para semana, enquanto que os sistemas MRP aparecem com um maior grau de aplicabilidade quando alterações semanais da procura são frequentes. Estes últimos são ainda os recomendados para casos onde a produção é complexa, normalmente orientada à volta do processo. Assim, será a natureza do processo a determinar a escolha do sistema a usar.

Concluindo, em muitos casos, os sistemas híbridos constituem uma solução válida. Por outro lado, deve-se ter em conta que o grau de resposta dos sistemas depende em grande medida da envolvente processual.



Questões para discussão

1. *Em que se baseia a análise ABC?*
2. *No âmbito da Gestão de Inventários, distinga procura dependente de procura independente.*
3. *No âmbito do planeamento da necessidade de materiais, distinga sistema regenerativo de sistema de alterações em rede.*
4. *Em que consiste a filosofia JIT. Quais são os principais benefícios para as empresas ao adoptarem esta filosofia?*
5. *Em que consiste um sistema Kanban? Que condições devem ser reunidas para que este sistema possa ser implementado?*
6. *Uma pequena empresa que mantém em stock 10 artigos, decidiu proceder à classificação ABC. Os registos históricos forneceram os seguintes dados:*

<i>Código do artigo</i>	<i>Custo unitário (Euros)</i>	<i>Quantidade</i>
<i>G-1</i>	<i>0.07</i>	<i>1000</i>
<i>G-2</i>	<i>0.11</i>	<i>1200</i>
<i>G-3</i>	<i>0.10</i>	<i>6000</i>
<i>M-1</i>	<i>0.05</i>	<i>300</i>
<i>M-2</i>	<i>0.14</i>	<i>4000</i>
<i>M-3</i>	<i>0.07</i>	<i>10000</i>
<i>M-4</i>	<i>0.08</i>	<i>12000</i>
<i>P-1</i>	<i>0.06</i>	<i>20000</i>
<i>P-2</i>	<i>0.07</i>	<i>300</i>
<i>P-3</i>	<i>0.09</i>	<i>900</i>

Identifique quais os artigos pertencentes a cada uma das classes.

7. A empresa XPTO adquire 8000 unidades por ano de um determinado artigo cujo custo unitário é de 10 Euros. A colocação de uma encomenda representa um encargo de 30 Euros e os custos de posse são de 3 Euros por unidade e por ano. O período de aprovisionamento é de 2 semanas. Determine:

- a) A quantidade óptima a encomendar.*
- b) O custo total anual mínimo.*
- c) O número óptimo de encomendas a realizar por ano.*
- d) O intervalo óptimo entre duas encomendas consecutivas.*
- e) O ponto de encomenda.*

8. Um fabricante necessita anualmente de 600 unidades do artigo A e estima que o custo inerente à colocação de cada encomenda seja de 20 Euros. A taxa de custo de posse é cerca de 10% por unidade e por ano, tendo como base o nível médio de stock. Os custos de armazenagem, baseados no espaço necessário para armazenagem, são de 0,025 Euros por unidade e ano, e o custo unitário do artigo é de 1 Euro. Determine:

- a) A quantidade óptima a encomendar.*
- b) O custo total anual do stock.*
- c) O número óptimo de encomendas a realizar por ano.*

9. Evidencie a importância da filosofia de JIT para o incremento da produtividade no contexto empresarial.

Capítulo 3

Armazenagem e movimentação de materiais



Depois de ler este capítulo, vai estar apto a:

- ✓ *Reconhecer os principais custos de armazenagem e de movimentação para a produtividade de materiais.*
- ✓ *Entender os principais métodos de armazenamento.*
- ✓ *Compreender as principais medidas internas de armazenamento.*

3.1 Introdução

A armazenagem e a movimentação de materiais, embora sejam actividades necessárias, influenciam os custos, mas não adicionam valor ao produto. Os custos envolvidos são:

- custos directos tais como deterioração, obsolescência, manuseamento e espaço;
- custos indirectos tais como tempo de paragem, provocado por atrasos na movimentação de materiais;
- identificação e arrumação dos *stocks* obsoletos e excessivos;
- localização de armazéns nos locais mais apropriados;
- sistemas e práticas de armazenagem;

- sistema de manuseamento de materiais;
- gestão de transportes.

3.2 Identificação e disposição de stocks obsoletos e excessivos

As maiores causas de *stocks* obsoletos e excessivos estão ligadas à sobre-estimação de necessidades, mudanças no *design* do produto, standardização, e compras numerosas.

As seguintes medidas contribuem para a redução da obsolescência:

- mudanças no *design* deverão acontecer quando os *stocks* estejam a um nível mínimo;
- estimativas de necessidades não devem acontecer apenas com base na análise dos registos históricos de consumo;
- descontos devem ser negociados apenas se os itens adicionais forem absolutamente essenciais;
- standardização deve ser implementada quando os níveis de *stocks* forem reduzidos.

Os seguintes passos devem ser considerados para identificar e dispor *stocks* sem valor.

- a) Uma revisão periódica de *stocks* é fundamental para identificar itens com baixa rotatividade ou sem rotatividade. Uma lista de *stocks* sem rotatividade, com baixa rotatividade e excessivos deve ser preparada, indicando o valor destes *stocks* e quando foi a última saída;
- b) a lista deve incluir itens que possam ser requeridos no futuro, devendo circular por todos os departamentos para identificar os itens que podem ser usados, itens que necessitem modificação e itens que não possam ser usados;
- c) será então necessário preparar uma lista de itens que não possam ser

utilizados na empresa;

- d) esta lista será enviada a organizações idênticas, fornecedores e outros possíveis interessados na compra ou troca;
- e) se não for possível a venda ou a troca, os itens devem ser doados a instituições educativas ou vendidos a empregados;
- f) os itens, para os quais não sido encontrada qualquer solução, deverão ser sujeitos a leilão.

3.3 Localização de armazéns

O princípio básico é localizar armazéns próximos do ponto de utilização, para reduzir custos de manuseamento e tempo. Más localizações podem acrescer custos, derivados de manuseamento adicional, atrasos e constrangimentos de trânsito. Um sistema descentralizado de armazéns reduz custos de manuseamento, enquanto um sistema centralizado permite um melhor controlo de inventários e racionaliza espaço, equipamento e mão-de-obra. Normalmente, ambos os sistemas são utilizados numa organização, dependendo da sua dimensão. Pode ser desejável ter de um a três armazéns centralizados para armazenar itens pequenos, materiais de embalagem, enquanto itens volumosos e pesados deverão ficar mais próximos do local onde sejam utilizados. Factores como distância, frequência de movimentação, condições de armazenamento, e natureza dos itens, deverão ser considerados, quando o *layout* da fábrica for equacionado.

3.4 Métodos de armazenamento apropriados

Um *layout* de armazém apropriado permite fácil acesso a materiais, melhor utilização de espaço e reduzida necessidade de transferências entre armazéns; além disso minimiza perdas, deterioração e permite uma fácil verificação.

Algumas regras a considerar, para definir o *layout* de armazéns, são as seguintes (ILO, 1996):

- utilização de espaço deve maximizar a ocupação da dimensão vertical;
- itens devem ser acondicionados por grupos ou classes, para reservar espaço para cada grupo;
- os materiais devem ser apropriadamente referenciados, mostrando a classe e o código, para permitirem uma fácil identificação. O princípio “primeiro a entrar, primeiro a sair”, ajudará a reduzir a deterioração, particularmente para os bens perecíveis;
- métodos apropriados de armazenagem e preservação devem ser usados para cada item;

Vejamos também algumas medidas para melhorar a produtividade de materiais:

A) Sistema de armazenagem com acesso aleatório

Neste sistema, não há localização fixa para qualquer item e os bens são armazenados no primeiro espaço disponível. Isto significa que o mesmo tipo de item é armazenado em diferentes locais, embora espaços sejam reservados para itens de espécies e tamanhos idênticos. Um computador é usado para registar a localização exacta de cada item. Embora o espaço seja bem aproveitado neste sistema, ele não permite um controlo visual dos itens. O armazenamento de acesso aleatório é mais apropriado para organizações de grande dimensão.

B) Armazenagem automática

A armazenagem automática foi desenvolvida para minimizar custos de trabalho, espaço e operação. Normalmente, os bens são armazenados em paletes standardizadas e em contentores. Máquinas de manuseamento e computadores controlam o sistema utilizado. Normalmente, as máquinas de manuseamento são controladas por computadores, ligados aos sistemas de produção, planeamento e controlo, permitindo ganhos consideráveis de capacidade.

C) Sistemas de codificação – códigos de barras

Cada organização desenvolve o seu próprio código para materiais. O sistema de codificação torna-se uma forma de comunicação entre os diversos departamentos. Facilita também a standardização. O código de barras tem sido muito utilizado para identificar materiais na indústria e no comércio. Um leitor de código de barras envia sinais eléctricos, através dos quais o computador localiza o registo na sua memória. Isto aumenta a velocidade e a exactidão das operações num armazém.

D) Seguro

Riscos e perdas podem ser minimizados fazendo um apropriado seguro para materiais em trânsito, armazenados ou enviados. O custo médio do seguro ronda os 2 a 3 por cento do custo dos materiais

3.5 Boas práticas internas

Medidas adequadas são necessárias para prevenir perdas, deterioração e roubo de materiais. Algumas boas práticas são mostradas a seguir:

- a) restringir a entrada a estranhos nos armazéns;
- b) criar seguros que cubram roubo, fogo, etc.;
- c) artigos caros devem ser estampados com o nome da firma;
- d) equipamento anti-incêndio deve ser instalado e verificado com frequência;
- e) condições apropriadas devem ser proporcionadas para armazenar bens que requeiram ar condicionado ou outras condições especiais;
- f) materiais devem ser reembalados adequadamente após inspecção;
- g) luz e ventilação adequadas às circunstâncias.

3.6 Manuseamento de materiais

O manuseamento de materiais envolve a entrega de materiais para o local certo, no momento certo, na unidade fabril. Inclui a preparação e o posicionamento de materiais para facilitar a transferência. Obviamente, não acrescenta valor ao produto, mas um deficiente manuseamento acrescenta custos e reduz a produtividade. A importância do manuseamento é ilustrada nos pontos que mostramos a seguir.

Na indústria farmacêutica os custos de trabalho, para manuseamento de materiais, atingem entre 30 a 40 por cento do total dos custos de trabalho. Cerca de 40 por cento dos acidentes de trabalho na indústria, acontecem em consequência de deficiente manuseamento de materiais. Os custos de manuseamento totalizam cerca de 40 por cento dos custos de produção.

Vejamos algumas medidas que contribuem para reduzir os custos de manuseamento de materiais:

- conseguir que os fornecedores entreguem materiais em contentores standardizados, adequados ao armazenamento e à utilização;
- após inspeção, os itens devem entrar nos contentores em quantidades standardizadas;
- equipamento de manuseamento deve, tanto quanto possível, ser standardizado para permitir usos alternativos e melhor utilização;
- um programa de manutenção preventiva deve ser implementado para o equipamento de manuseamento de materiais;
- a versatilidade e a adaptabilidade do equipamento assegurarão uma maior rentabilização dos investimentos;
- técnicas de investigação operacional, como teoria de filas de espera, podem ser muito eficientes na optimização do uso de equipamento de manuseamento de materiais.

3.7 Gestão do transporte

Os custos de transporte, em algumas indústrias pesadas, podem chegar a 40 por cento dos custos totais do produto ou ficar abaixo de 1 por cento no caso da electrónica. A movimentação adequada de materiais, do fornecedor para a fábrica, é vital para assegurar que os materiais estão disponíveis ao custo óptimo.

Para reduzir os custos de transporte, os seguintes pontos devem ser considerados:

- a localização do fornecedor, ou seja, a distância da fábrica, terá um impacto directo no transporte escolhido;
- a selecção do modo de transporte adequado, o transportador e a rota influenciarão o custo e o nível dos serviços. Geralmente, os transportes rápidos custam mais do que os lentos. Em muitos casos uma combinação de ambos deve ser considerada, para reduzir custos e simultaneamente satisfazer necessidades específicas;
- instruções claras devem ser dadas ao fornecedor no momento do embalamento. O custo dependerá das especificações para o material de embalagem e do método de embalagem.



Questões para discussão

1. *"A armazenagem e a movimentação de materiais, embora sejam actividades necessárias, influenciam os custos, mas não adicionam valor ao produto".
Comente.*
2. *Indique algumas regras que devam ser observadas na definição do layout de armazéns.*
3. *Indique medidas que em seu entender contribuem para reduzir custos de manuseamento de materiais.*
4. *Que medidas podem ser tomadas para se reduzir os custos de transporte?*

Capítulo 4

Reduzir Desperdícios



Depois de ler este capítulo, vai estar apto a:

- ✓ Compreender o conceito de desperdício e o seu impacto numa organização.
- ✓ Identificar origens de desperdício.
- ✓ Compreender as principais técnicas de redução de desperdício.

4.1 Introdução

No processo de conversão de matérias-primas em produtos finais, o sistema de produção gera desperdício na forma de fragmentos, rejeitados e poluentes. Desperdício esse que é resultante de materiais directos, que não farão parte do produto final nem dos seus componentes, e materiais indirectos e consumíveis que resultam de não utilização.

Desperdício também consiste em material de embalagem e outro material utilizado em manufacturação, transporte, uso e produtos disponíveis depois de usados. Os poluentes podem ser considerados também uma forma de desperdício (Figura 19). O desperdício conduz a pobres performances económicas e a danos ambientais. Reduz a competitividade de uma empresa e afecta a qualidade de vida.

4.2 Fontes de desperdício

As maiores fontes de desperdício são as actividades domésticas e as de agricultura, mas o desperdício industrial coloca o maior desafio, devido à variedade de materiais usados no processo de produção. O desperdício aparece durante as operações de manufacturação e uso de produto.

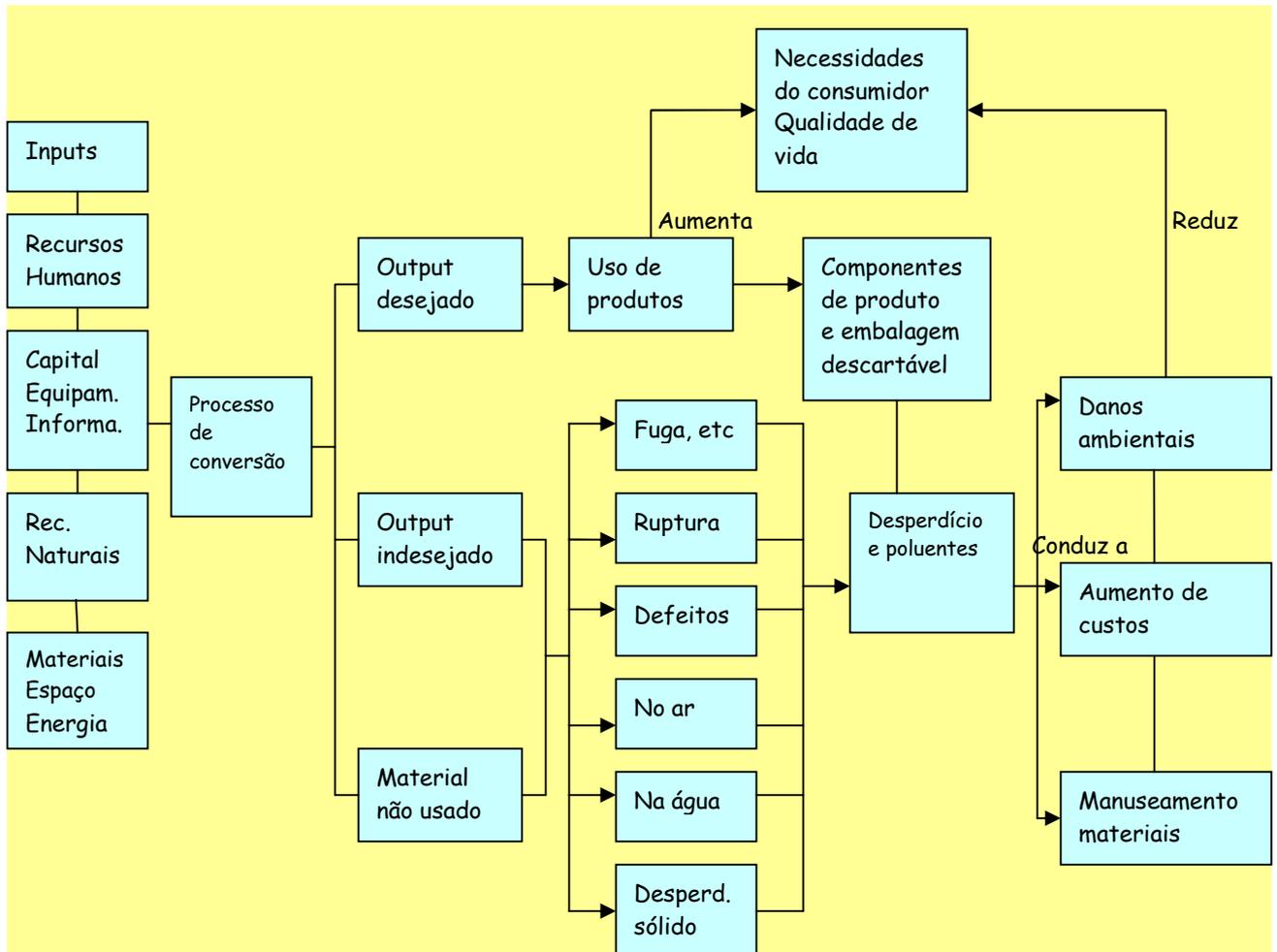


Figura 19: Fontes de desperdício
Fonte: ILO (1996)

Sempre que os *inputs* não possam ser completamente convertidos em produtos finais, uma certa quantidade de desperdício acontecerá. Os materiais desperdiçados durante o processamento podem resultar de uma das seguintes vias:

- produtos com pobre *design*;
- tecnologia desapropriada;

- má escolha de materiais e outros *inputs*;
- descuido;
- deficiente manutenção da instalação e dos equipamentos;
- práticas e métodos de trabalho desadequados;
- falha de planeamento de processo;
- falta de formação, motivação e incentivos;
- falha de controlo de qualidade;
- supervisão e controlo desadequados;
- falta de compreensão do conceito e do impacto do desperdício;
- deficientes políticas de gestão;
- falta de informação sobre o desperdício;
- pobres condições ambientais;

4.3 Reduzir desperdício

Os economistas definem desperdício como algo que é mais barato deitar fora do que usar. No entanto, uma avaliação crítica dos sistemas de produção pode ajudar a reduzir, eliminar, ou encontrar um uso alternativo para o desperdício. O trabalho preventivo, direccionado no sentido de evitar o desperdício na origem, tem-se revelado o mais eficaz. Isto requer uma completa avaliação da forma como o produto é desenhado, manufacturado, usado e descartado.

Para reforçar a importância desta perspectiva, o Programa Ambiental das Nações Unidas tem utilizado o termo “produção limpa” em vez de “minimização de desperdício” ou de “tecnologias limpas”. Este programa enfatiza uma perspectiva

global de produção, em que todas as fases do ciclo de vida de um produto ou de um processo são consideradas com o objectivo de minimizar, a curto e longo prazos, riscos para o Homem e para o ambiente. O Programa inclui um conjunto de elementos, no sentido de minimizar emissões atmosféricas, para a água e para o solo, bem como a redução do consumo de energia e de matérias-primas. Promovendo assim soluções economicamente viáveis, tecnicamente possíveis e compatíveis com a protecção do ambiente.

4.4 Estratégia de combate ao desperdício

Uma estratégia de combate ao desperdício requer um ambiente inovador, um contínuo esforço organizado e o envolvimento da organização no seu todo, desde os gestores até aos empregados. Um programa de gestão de desperdícios deve reflectir objectivos de gestão e políticas de minimização de desperdício, constituindo deste modo um elemento da filosofia de operação da empresa.

Os componentes essenciais da estratégia são:

- apoio da gestão de topo;
- envolvimento dos empregados;
- mecanismos organizacionais;
- medir e identificar o desperdício.

4.5 Técnicas de redução de desperdício

As técnicas e ferramentas mais vulgarmente utilizadas são:

- redesenhar o produto;
- mudar o processo de produção;

- reciclar o material desperdiçado;
- práticas de manutenção e operação;
- planeamento do processo;
- gestão da qualidade;
- normas de consumo.

⇒ Redesenhar o produto

Os produtos devem ser concebidos de modo a minimizarem as situações de desperdício na manufacturação, uso e disposição.

O desenho de um produto sólido deve satisfazer múltiplos critérios como se pode ver a seguir:

- Ter custos do ciclo de vida mínimos* – custos para a empresa e a sociedade, durante a vida do produto, devem ser minimizados, incluindo custos totais de trabalho, materiais e outros recursos utilizados na produção e venda.
- Satisfação de necessidades* – para saúde, segurança, transporte e alimentação.
- Beneficiar a sociedade* – desenvolver um ambiente saudável que melhore a qualidade de vida.
- Elevada qualidade* – para evitar rápida obsolescência, avaria ou desperdício.
- Conservação de recursos* – com desperdício reduzido e elevado potencial de reciclagem durante a manufactura, uso e disposição (um produto de pior qualidade conduz a desperdício e poluição).
- Manutenção fácil* – custo de manutenção baixo em vez de substituição fácil.
- Possibilidades de reciclagem* – de modo a permitir que componentes do

produto e embalagem possam ser economicamente reciclados.

h) *Informação ao consumidor* – na utilização do produto; riscos para o utilizador e para crianças; requerimentos de disposição e possíveis efeitos de poluição.

i) *Embalamento adequado* – não excessivo; biodegradável para evitar poluição; vantajoso para o consumidor depois de consumido.

⇒ Mudar o processo de produção – tecnologias limpas

A utilização de tecnologias limpas é a forma mais simples de conservar materiais. Está provado que estas tecnologias, não apenas reduzem custos, mas também contribuem para uma melhor qualidade de vida, preservando o meio ambiente. As tecnologias limpas reduzem ou eliminam desperdícios e poluentes e conservam os recursos naturais.

As fábricas devem ser modificadas de modo a tornar a produção mais eficiente através de alterações no processo, no equipamento, e no *layout*.

⇒ Reciclar e reutilizar o material desperdiçado

Esta metodologia implica o retorno do material desperdiçado ao processo original ou a um outro processo na forma de *input*.

⇒ Práticas de manutenção e operação

Melhorar as práticas de economia internas é um aspecto importante da redução de desperdício. As boas práticas de operação e manutenção podem ser implementadas com reduzidos custos adicionais.

Algumas acções para promover boas práticas de operação e manutenção são mostradas a seguir:

- Implementar os 5 S's japoneses

SEIKETSU (Asseio) – sistematizar a actividade de arrumação e limpeza.

SEIRI (Arrumação) – definir correctamente o critério de distinção entre itens necessários e desnecessários. Separar os itens necessários e os que não o são. Eliminar os não necessários.

SEISO (Limpeza) – criar um local de trabalho onde não existe lixo nem sujidade.

SEITON (Pôr em ordem) – fazer com que os itens necessários estejam imediatamente disponíveis quando pretendidos.

SHITSUKE (Formação moral) – ser capaz de fazer correctamente e conforme o que foi decidido e manter constantemente a vontade de fazer melhor. Treinando as pessoas para que cultivem naturalmente boas práticas de economia.

- Desenvolver um esquema de bónus e incentivos para diminuir desperdícios.
- Desenvolver planos de formação dos empregados em redução de desperdício.
- Avaliar a necessidade de cada fase de operação e eliminar as desnecessárias.
- Separar diferentes tipos de desperdício.
- Optimizar parâmetros operacionais (como temperatura, pressão, tempo de reacção, concentração de químicos) para reduzir a geração de desperdícios.

⇒ Planeamento do processo

Durante o planeamento do processo, devem ser tidos cuidados na escolha do tamanho, especificação dos materiais e tipo de processo de manufacturação adequados, e igualmente devem ser tidos os necessários cuidados, para satisfazer parâmetros do processo tais como velocidade, temperatura e pressão.

⇒ Gestão da qualidade

A produção de defeituosos é uma origem de desperdício. Os defeitos são produzidos devido a processos descontrolados, falhas de máquinas, deficiente preparação e supervisão. A prática de Gestão da Qualidade Total cria uma cultura que enfatiza a qualidade do trabalho em cada fase. As seguintes medidas contribuem para reduzir defeitos:

- reforçar a manutenção preventiva, de modo a ter as máquinas em boas condições;
- usar um processo automático para controlar a temperatura, a pressão e outros parâmetros;
- reforçar os padrões qualitativos;
- usar o controlo estatístico da qualidade e outras ferramentas;
- estandardizar os métodos de trabalho;
- criar uma consciência de qualidade entre os empregados;
- desenvolver projectos especiais para resolver problemas comuns.

⇒ Normas de consumo

- desenvolver normas para consumo de materiais, ajuda a controlar desperdícios;
- sempre que um elevado número de diferentes itens seja utilizado, o controlo do consumo deve ser exercido nos itens do tipo A para otimizar tempo e esforço. A análise do consumo passado dos materiais, ajudará a identificar os itens mais susceptíveis de flutuação;
- a metodologia de desenvolvimento de normas dependerá dos itens. O

consumo de *inputs* directos de produção, tais como matérias-primas, dependerá da quantidade a produzir e dos métodos de produção. No caso de normas, para o consumo de *inputs* indirectos de produção, deverão ser desenvolvidas, identificando as variáveis que determinaram o seu consumo;

- um sistema de informação pode ser desenhado, incluindo o fluxo de informação, a frequência e o formato dos relatórios, referindo os responsáveis dos departamentos;
- o próximo passo consiste na identificação dos materiais, para os quais o consumo é significativamente superior ou inferior à norma. Se o desvio for superior a 5 por cento, os relatórios serão enviados com a acção respectiva ao departamento envolvido;
- as razões do desvio são investigadas e uma acção será tomada para reduzir o consumo global.



Questões para discussão

1. *Que motivos estão na origem de desperdício de materiais durante a fase de processamento?*
2. *"O Programa Ambiental das Nações Unidas tem utilizado o termo produção limpa, em vez de minimização de desperdício". Comente.*
3. *Que critérios devem ser satisfeitos no desenho de um produto sólido.*
4. *Que relação existe entre a filosofia JIT e a estratégia de redução de desperdício?*



BIBLIOGRAFIA E LEITURAS RECOMENDADAS

Baranger, P. e Hugel, G. (1994) "*Gestão da Produção - actores, técnicas e políticas*", Edições Sílabo, Lda.

Chase, R. e Aquilano, N. (1989) "*Gestão da Produção e das Operações*", Monitor.

Courtois, A., Pillet, M. e Martin, C. (1997) "*Gestão da Produção*", Lidel.

International Labour Organization (1996); *Productivity and Quality Management: a Modular Programme*; eds: Joseph Prokopenko e Klaus North.

Marques, A. (1996) "*Gestão da Produção: diagnóstico, planeamento e controlo*", Texto Editora.

Martins, P. Paulo A (2001) "*Administração de Materiais e Recursos Patrimoniais*". São Paulo: Saraiva.

Monks, J. (1987) "*Administração da Produção*", McGraw-Hill.

Tersine, R. (1985) "*Production/Operations Management: concepts, structure, & analysis*", North-Holland.

The Productivity Press Development Team, 1998, *Just-In-Time for Operators*, Productivity press.



SITES A VISITAR

Organização Internacional do Trabalho: <http://www.ilo.org/>: