

Organização e Gestão da Produção



A partir do momento em que uma empresa industrial existe, há que gerir a sua produção, o seu processo nuclear e fundamental. Por isso, o papel da gestão da produção é tão antigo como a própria empresa.

Manual Formando

Edição 0-Fev. 2005

ÍNDICE

<i>Prefácio</i>	1
Capítulo 1 - Evolução Histórica da Gestão da Produção	2
1.1 Abordagens da Organização do Trabalho	2
1.2 O Modelo Científico de Taylor	3
1.3 A Linha de Montagem de Henry Ford	4
1.4 Ohno e a Revolução da Organização da Produção	4
1.5 Produção Just-In-Time - JIT	6
1.5.1 Considerar as Pessoas	6
1.5.2 Eliminação de Toda a Forma de Desperdício	7
1.6 A “Explosão” Mundial do Conceito Just-In-Time	7
1.7 Sistema Taylorista Versus Sistema Just-In-Time.....	9
1.8 Um Novo Contexto Económico	12
Síntese do Capítulo 1	13
Capítulo 2 - A Empresa e os Objectivos da Produção	14
1 Considerações Gerais Sobre as Empresas	14
1.1 Definições do Conceito “Empresa”	14
1.2 A Empresa e o Meio Envolvente	15
1.3 O Ciclo de Vida do Produto e a Gestão Estratégica das Empresas	18
1.4 Produtos <i>Versus</i> Serviços	19
1.5 Relações Internas Na Empresa.....	20
1.6 Sistemas de Produção	22
Síntese do Capítulo 2	24
Capítulo 3 - O Produto e a Definição do Processo de Produção	25
1 As Fases de Desenvolvimento do Produto	25
1.1 Introdução.....	25
1.2 As Várias Fases.....	26

1.2.1 Detecção de Necessidades	26
1.2.2 Criação e Realização	27
1.2.3 Utilização	27
2 Características de um Sistema de Produção	27
2.1 Definição de um Sistema Produtivo	27
2.2 As Variáveis do Processo de Produção	29
Síntese do Capítulo 3.....	31
Capítulo 4 - Tipologias da Produção	32
1 Introdução	32
1.1 Quantidades Fabricadas e por Repetitividade	32
1.2 Organização dos Fluxos de Produção	33
1.3 Comparação Produção Contínua / Intermitente.....	35
1.4 Relação com os Clientes.....	36
1.5 Comparação Produção Stock / Encomenda	36
1.6 Classificação Cruzada – Fluxo de Produção e Relações com o Cliente	37
1.7 Tipos de Estrutura dos Produtos	38
1.8 Autonomia de Encomenda e de Concepção.....	38
Síntese do Capítulo 4.....	39
Capítulo 5 - Gestão dos Materiais	40
1 Introdução	40
1.1 Os Artigos	40
1.2 As Classes dos Artigos.....	41
1.3 Circuito dos Diferentes Materiais ou Artigos Numa Empresa	43
1.4 A Codificação dos Artigos	43
1.4.1 A Necessidade da Codificação dos Artigos	43
1.4.2 Principais Características de um Sistema de Codificação.....	44
1.4.3 Os Três Principais Sistemas de Codificação	44
1.4.3.1 Codificação Analítica ou Simplificativa.....	44
1.4.3.2 Codificação Sequencial	45

1.4.3.3 Codificação Mista	45
1.4.4 A Estrutura da Codificação	45
1.5 As Nomenclaturas – Árvores do Produto	47
1.5.1 Introdução	47
1.5.2 Exemplo de uma Árvore de Produto	48
1.5.3 O Nível de Nomenclatura	49
1.5.4 Exemplo de Nomenclatura	50
Síntese do Capítulo 5.....	51
Capítulo 6 - Gestão dos Tempos.....	52
1 Introdução	52
2 Métodos para Determinação de Tempos	52
3 A medição dos Tempos por Cronometragem	53
3.1 Introdução.....	53
3.2 Meios Necessários à Cronometragem	54
3.2.1 Cronómetros	55
3.3 Execução do Estudo dos Tempos	57
3.4 Medição do Ciclo Operatório	58
3.4.1 Divisão da Operação em Elementos	58
3.5 Número de Ciclos a Serem Cronometrados	59
3.6 Medição de Actividades Freqüenciais	62
3.7 Apuramento do Tempo Unitário	62
3.7.1 Método do 1º Terço ou Método de Taylor	62
3.7.2 Método do Tempo Modal.....	63
3.7.3 Método do Tempo Médio.....	63
3.8 Unidades de Tempo Mais Utilizados	63
3.9 Folha de Determinação de Tempos	64
3.9.1 Descrição dos Principais Campos da Folha de Tempos	64
3.9.2 Principais Algoritmos da Folha de Tempos	69
3.9.3 Objectivos e Vantagens da Folha de Tempos	70

4. MTM - Methods Time Measurement	70
4.1 Definição.....	70
4.2 Processo de Análise dos Movimentos	71
4.3 Domínios de utilização do Modelo MTM:	76
Síntese do Capítulo 6.....	76
Capítulo 7 - Gamas Operatórias, Planeamento e Programação.....	77
1 O Planeamento e Controlo da Produção	77
1.1 As Gamas Operatórias	77
1.2 Lote Económico de Fabricação - Fórmula de Wilson.....	78
2 O Planeamento e Programação	85
2.1 Níveis de Planeamento	85
2.2 Planeamento Agregado da Produção	88
2.2.1 Conceito de Planeamento Agregado	88
2.2.2 Objectivos do Planeamento Agregado.....	90
2.3 Programação da Produção.....	91
2.3.1 Objectivos da Programação da Produção.....	91
2.3.2 Programação de Sistemas de Produção Intermitente	92
2.3.3 Comparação Carga-Capacidade.....	95
2.3.4 Planeamento de Cargas.....	97
2.3.5 Sequenciamento da Produção	104
2.3.6 Critérios de Prioridade.....	107
2.4 O Dossier Técnico de Fabrico. Ordens de Fabrico.....	109
2.4.1 Introdução.....	109
2.4.2 Ficha de Acompanhamento.....	110
2.4.3 Ficha Individual de Trabalho	111
2.4.4 Ficha de Requisição de Material	112
2.4.5 Ficha Técnica de Operação	113
2.5 Acompanhamento e Controlo da Produção	114
2.6 Técnica de MRP - Manufacturing Resources Planning.....	116

2.6.1 Introdução.....	116
2.6.2 MRP e os diferentes tipos de produção	116
2.6.3 A Arquitectura do MRP-II.....	119
2.6.4 O Plano Agregado da Produção.....	122
2.6.5 O Plano Director de Produção (PDP).....	124
2.6.6 O Cálculo Global de Carga.....	127
2.6.7 O Cálculo das Necessidades	128
2.6.8 Cálculo Detalhado das Cargas.....	137
2.6.9 O MRP e a Informática:.....	138
Síntese do Capítulo 7.....	139
Capítulo 8 - As Novas Regras da Produção	140
1 Introdução	140
2 Cartografia de Fluxos	142
2.1 A Necessidade da Realização de Cartografias dos Fluxos	145
2.2 Objectivos das Cartografias dos Fluxos	146
2.3. Definição de uma Cartografia dos Fluxos	147
2.4 Domínio de Aplicação.....	147
2.5 Noções Fundamentais sobre Cartografia.....	148
2.5.1 As Operações de Valor Acrescentado	148
2.5.2 As Operações sem Valor Acrescentado	148
2.6 As diferentes Cartografias	150
2.6.1 Macrocartografia e Cartografia Geográfica.....	150
2.6.2 Folha de Análise para Cartografia dos Fluxos	152
2.6.3. Microcartografia dos Fluxos	154
2.7 Outra Documentação Necessária	155
2.7.1 Quadro de Dados Fundamentais	155
2.8 Metodologia para a Realização de uma Cartografia dos Fluxos	157
2.8.1 A Iniciação da Cartografia	157
2.8.2 A Documentação do Fluxo	157

2.8.3 A Realização da Cartografia dos Fluxos	158
2.8.4 A Medição dos Resultados	159
2.8.5 A Exploração da Cartografia dos Fluxos	160
2.9 Lay-out Fabril - Simplificação dos Fluxos de Produção	162
2.9.1 Problemas Típicos Relacionados com os Lay-Out's Clássicos:	162
2.9.2 Simplificação dos Fluxos. Células de Produção	162
2.9.3 Benefícios Resultantes da implementação das Células de Produção.....	163
2.9.4 Considerações práticas para a simplificação dos fluxos.....	165
2.9.5 Princípios de Funcionamento das Células de Produção	167
2.9.6 Obstáculos e Restrições na Simplificação dos Fluxos.....	168
3 A Metodologia “5S”	172
3.1 Porquê a Implementação dos “5S” nas Empresas?.....	172
3.2 O que são os “5S”?	172
3.3 Seiri → Simplificação.....	174
3.3.1 Principais Conceitos	174
3.3.2 Identificação dos Locais onde Existem Materiais e Objectos Inúteis.....	174
3.3.3 Classificação dos Materiais e Objectos.....	175
3.4 Seiton → Arrumação	176
3.4.1 Principais Conceitos	176
3.4.2. Algumas Regras de Arrumação	176
3.4.3 O Que Se Deve Ter em Conta no Momento de Arrumação	179
3.5 Seiso → Limpeza.....	179
3.5.1 Principais Conceitos	179
3.6 Seiketsu → Ordem	180
3.6.1 Principais Conceitos	180
3.6.2 Identificação dos Materiais e dos Locais de Armazenagem	181
3.6.3 Identificação das Ferramentas e das Estantes	182
3.6.4 Locais Transparentes e Visíveis.....	182
3.7 Shitsuke → Rigor.....	183

3.7.1 Principais Conceitos	183
3.8 Check-list para Avaliação da Implementação dos 5 S	184
4 Mudança Rápida de Ferramentas-Método SMED.....	186
4.1 O Que os Clientes Esperam das Empresas.....	186
4.2 Algumas Definições Importantes.....	187
4.3 Problemas Típicos Originados por Tempos de Setup Elevados.....	188
4.4 Razão de Mudanças de Ferramentas Demoradas	188
4.5 Porquê Implementar a Técnica SMED?	189
4.6 Exemplo Prático.....	190
4.7 Etapas Fundamentais para a Implementação do SMED	191
4.8 Figuras e Exemplos sobre a Mudança Rápida de Ferramentas.....	194
4.8.1 Exemplos de Fixação Rápida de Ferramentas	194
4.8.2 Ferramentas e Instruções de Trabalho Junto ao Posto de Trabalho.....	195
4.8.3 Dispositivos Vários para Diminuir Tempos de Set-up.....	196
4.9 Impacto da Técnica SMED na Empresa	198
Síntese do Capítulo 8.....	199
BIBLIOGRAFIA.....	200
SITES RECOMENDADOS.....	201
ANEXO A – Exercícios	
ANEXO B – Resolução de Exercícios	
ANEXO C – Impressos	

Prefácio

O presente Manual é um suporte didáctico às acções de formação profissional para reciclagem, actualização e aperfeiçoamento de activos, no domínio da Organização e Gestão da Produção

Objectivos

Com o presente Manual Técnico pretende-se disponibilizar aos formandos e ao formador meios estruturados de apoio pedagógico ao processo formativo na abordagem dos conceitos, técnicas, metodologias, ferramentas e experiências do saber fazer e saber estar, no âmbito dos fundamentos inovadores dos sistemas de gestão da produção e das práticas que permitem ganhos de eficiência, que conduzam as empresas para posicionamentos de sucesso em mercados fortemente competitivos.

Através deste suporte, complementado com o treino e simulação em ambiente formativo, os formandos adquirem conhecimentos teórico-práticos fundamentais para o desempenho de funções no domínio da organização e da gestão da produção.

Autores

Eng.º Francisco Serrador

Eng.º Jeremim Martins

Evolução Histórica da Gestão da Produção

Objectivos Específicos

- Dar a conhecer o modelo científico do trabalho, na génese da era industrial.
- Dar a conhecer a evolução histórica e comparar as principais características entre o modelo científico de Taylor e os modelos actuais de Just-in-time

1 Evolução Histórica da Gestão da Produção

1.1 Abordagens da Organização do Trabalho

Até aos anos 60 a teoria e prática da Gestão foram dominadas no mundo inteiro por Americanos e Europeus. Pensadores tais como Taylor, Elton Mayo, ou Henry Faiol, ou empresários como Henry Ford, determinaram os princípios e as principais orientações no domínio da organização.

O Quadro seguinte faz uma breve descrição do tipo de acções decorrentes dessas linhas de orientação.

Contribuição	Conceito	Acções Tomadas
Adam Smith	Economia da Produção	Divisão do Trabalho (especialização) Economia de Tempos Máquinas e Ferramentas para auxiliar o trabalho
Frederick Taylor	Gestão Científica	Estudo dos Tempos Análise dos Métodos Planos de Pagamento para auxiliar o trabalho
Henry Ford	Linha de Montagem	Divisão do Trabalho Utilização de Máquinas dispostas em Linha
Elton Mayo	Mudança desejável	Motivação dos Trabalhadores

Os estudos e acções tomadas, concentravam-se essencialmente nas seguintes áreas:

- Organização do trabalho (divisão científica das tarefas);
- Formalização de problemas de logística (Investigação Operacional);
- Relações sociais nas empresas (ergonomia do posto de trabalho);
- Liderança e motivação.

Toda a área fabril era considerada como um sector secundário, não existindo quaisquer tipo de conferências ou acções de formação destinadas aos gestores da produção.

De seguida descreve-se mais detalhadamente o modelo científico da divisão das tarefas de Taylor, a introdução da linha de montagem de Ford e a revolução da organização da produção desenvolvida por Ohno.

1.2 O Modelo Científico de Taylor

A forma tayloriana de organização deve o seu nome aos trabalhos de racionalização do trabalho industrial, levados a efeito nos Estados Unidos da América, no final do século passado, por Frederick Taylor. Este comprometeu-se em dar uma definição rigorosa das tarefas a cumprir pelos operadores, de uma empresa da *Midvale Steel Company*, onde ele próprio esteve empregado.

Como a organização tayloriana se baseia essencialmente na divisão científica das tarefas, os operadores limitavam-se a executá-las de acordo com o estipulado.

Este modelo analítico de Taylor permite, desta forma, facilitar a formação de novos operadores (pouco qualificados) e, em simultâneo, a sua rápida inserção nas estruturas industriais de produção. Esta é a razão, pela qual a utilização do modelo tayloriano se propagou rapidamente nos Estados Unidos, nas primeiras décadas deste século, em plena época do afluxo dos imigrantes europeus e no início da produção em massa.

Após a 2ª grande guerra, a Europa vivia uma situação de grande carência de pessoal qualificado e de abundância de pessoal não qualificado. Por outro lado, havia uma diversidade e quantidade de necessidades por satisfazer, fruto de longos anos de privacidade de muitos dos bens essenciais.

A Europa do pós-guerra reunia portanto todas as condições para que as estruturas organizacionais adoptassem o modelo tayloriano. Rapidamente as empresas se multiplicaram e colocaram-se ao “ritmo americano”, isto é, fizeram investimentos em equipamento “pesado”, afim de assegurar a produção de bens em massa.

1.3 A Linha de Montagem de Henry Ford

Em 1914, Henry Ford, levou ao extremo os princípios do Modelo organizacional de Taylor, desenvolvendo uma nova forma de trabalhar, criando a primeira linha de montagem. Nesta linha de montagem foi fabricado durante muitos anos o famoso Modelo “T” da Ford, que revolucionou, de certa forma, a indústria automóvel, ao proporcionar uma maior massificação de vendas de automóveis e a preços muito competitivos (economias de escala).

As linhas mestras adoptadas por Henry Ford na sua linha de montagem, foram:

- a standardização das operações;
- uma orientação deliberada para o processo (sistema push);
- eliminação de alguns desperdícios.

Os resultados alcançados pela linha de montagem de Ford, foram significativos, conforme se pode observar através do seguinte quadro:

Indicadores	Antes	Depois
Tempo de Trabalho (min.)	> 800	< 100
Preço do Automóvel	Reduzido em 40%	
Dia de Trabalho	9 Horas	8 Horas
Produção de Automóveis	Aumentada em 250%	

1.4 Ohno e a Revolução da Organização da Produção

Logo após a 2ª Guerra Mundial, destacam-se 3 homens todos eles japoneses, os senhores Sakichi Toyota, Kiichiro Toyota e Taiichi Ohno. Os 2 primeiros foram sucessivamente Presidentes da Toyota Têxtil e depois da Toyota Motors Company. O Sr. Ohno, criador e maior difusor das novas formas de organização ainda hoje conhecidas como “ Just in

time”, iniciou a sua carreira na sociedade têxtil do grupo, passando em 1943 para o sector automóvel.

A referência à filial têxtil tem a sua importância. No livro que ele dedicou ao sistema de produção Toyota, Ohno indica que é lá que Sakichi Toyota, fundador da companhia, implementou, nos anos 20, a primeira máquina de cozer “autonomizada”. Este termo significava para ele, que a máquina estava concebida para parar por si mesma, se por algum motivo, surgisse algum defeito no seu funcionamento ou no abastecimento do fio.

Ohno cita também que no dia 15 de Agosto de 1945, dia da rendição das forças armadas japonesas, o seu presidente da altura, Kiichiro Toyota, lhe declarou que seria necessário “alcançar os Estados Unidos em 3 anos, sobretudo através da indústria automóvel japonesa”.

Com base nisto, Ohno dirigiu-se então aos Estados Unidos, e observou que a indústria automóvel estava organizada de acordo com os princípios “fordistas” de produção em massa de um número restrito de modelos. Contudo teve a inteligência de compreender que a Toyota teria muitas dificuldades em imitar esta política. Para se prevenir eficazmente contra uma eventual colonização industrial americana (tal como aconteceu na Europa do pós guerra), teria, contrariamente, que se “limitar” a fabricar economicamente pequenas quantidades de numerosos modelos.

O grande problema que Ohno enfrentava era se seria ou não possível fabricar de acordo com esta política. Todavia não se lançou nas novas tecnologias, em relação às quais a maior parte dos dirigentes ocidentais depositavam grande confiança para a sua competitividade. O Japão tinha perdido a 2ª grande guerra mundial e, para agravar ainda mais a situação, era um país com escassos recursos, pelo que Ohno tinha à sua disposição “apenas” trabalhadores e máquinas convencionais.

Ohno afirmou, que no final dos anos 40, um americano produzia cerca de 9 vezes o que um japonês produzia. Evidentemente que isto não podia significar que um americano trabalhava fisicamente 9 vezes mais que um japonês. Acreditava-se portanto, que devido à falta de uma boa organização da produção, os japoneses desperdiçavam consideravelmente as suas energias.

Deste modo, e para responder ao desafio proposto pelo seu presidente, Ohno, e este terá sido o seu 2º “flash” de génio, afirmou que se deveria organizar a produção automóvel de forma a realizar a eliminação total dos desperdícios, tais como: os stocks, as rejeições, os manuseamentos, as paragens imprevisíveis das Máquinas, etc.

Deu-se assim início à produção em **Just-In-Time**.

1.5 Produção *Just-In-Time* - JIT

Na prática e após a segunda Guerra Mundial, o Japão acolheu o JIT como única forma de gerir eficazmente as organizações. Os Japoneses compreenderam bem a sua essência e criaram diferentes práticas, mais adaptadas às suas necessidades, recursos, situação geográfica, lógica, sensibilidade, valores e tradições.

Como o Japão é um país com enorme falta de espaço e com recursos materiais bastante limitados, desenvolveu nos japoneses uma mentalidade contrária a toda a forma de desperdício.

O Objectivo principal do Just-In-Time é portanto o de fabricar produtos de qualidade no momento desejado e na quantidade certa. Algumas das novas regras da produção para atingir este objectivo serão descritas mais adiante.

Do ponto de vista prático e operacional, estas técnicas permitem às empresas efectuar entregas rápidas e muito frequentes mantendo simultaneamente stocks baixos.

Este tipo de organização da produção (JIT) assenta em 2 conceitos fundamentais:

- considerar as pessoas;
- eliminação de toda a forma de desperdício (princípio do **JIT**).

1.5.1 Considerar as Pessoas

A produtividade ocidental fundamentou-se até muito próximo do final do século passado no primado da massa cinzenta (os dirigentes pensam e os trabalhadores executam) na racionalização e na especialização. Estes princípios deram origem à produção em massa, sinónimo de produtividade e de economias de escala (Taylorismo).

Os japoneses por outro lado, optavam por fundamentar a sua produtividade em princípios diferentes: flexibilidade e sobriedade. Os japoneses rejeitaram o primado da massa cinzenta e adoptaram por uma postura mais pragmática: a de que não existe uma única maneira de fazer bem as coisas. Isto é, por muito boa que uma solução possa parecer, existirá sempre outra ainda melhor.

O papel do dirigente consiste em assegurar que todo o sistema seja questionado e melhorado permanentemente.

Para consegui-lo devem criar-se condições para delegar em todas as pessoas, a todos os níveis inclusive directamente nos operadores (e não

somente em departamentos especializados da empresa) a responsabilidade de fabricarem produtos com qualidade, de reduzirem custos, de melhorarem a produtividade, etc. Por outro lado, deve investir-se na formação profissional de forma a garantir-se que cada trabalhador desenvolve competências, ganha a capacidade de adaptação a diferentes tarefas, e desenvolve também sentido crítico e capacidade para analisar individualmente ou integrado em equipas, os problemas que se colocam no dia a dia, imaginando e aplicando soluções eficazes.

1.5.2 Eliminação de Toda a Forma de Desperdício

O Sr. F. Cho da Toyota Motor Company define assim o “desperdício”:
“..tudo aquilo para além do mínimo de equipamento, materiais, peças e trabalhadores absolutamente necessários à produção”.

Outra forma de exprimir este conceito, consiste em afirmar que
“Desperdício é tudo aquilo que não acrescenta valor ao produto, do ponto de vista do cliente final”.

Assim, não há lugar a stocks de segurança nem a produção antecipada.
“Se não vai usar agora, não o faça, pois é desperdício!”

1.6 A “Explosão” Mundial do Conceito Just-In-Time

Desde de meados dos anos 60 que o novo tipo de organização tem vindo a funcionar com todos os detalhes, tal como hoje se conhece, na totalidade das fábricas do grupo Toyota e nos seus fornecedores.

Com o choque petrolífero de outono de 1973, começou-se lentamente a entrar num período onde deixou de haver motivos para a construção de uma organização baseada na produção em massa. Se até a esta data, a Produção *Just-In-Time (JIT)*, era apenas uma realidade nas empresas do grupo Toyota, a partir daí muitas outras empresas japonesas (quer do mesmo ramo, quer de ramos diferentes) adoptaram o modelo de organização flexível da produção.

Apenas no início dos anos 80 é que os Estados Unidos da América e a Europa, reconhecem a eficácia das novas formas organizacionais introduzidas nas empresas japonesas. De facto, é por esta altura, que começam a surgir no ocidente, várias obras que descrevem as experiências vividas pelos respectivos autores na implementação de algumas técnicas de organização para a produção em *JIT*.

São exemplos de referência:

- Taiichi Ohno - “Le Système de Production Toyota”
- S. Shingo - “Maîtrise de la Production et Méthode Kanban”;
- Schonberger - “Japanese Manufacturing Techniques”.

Assim, o sistema **JIT** foi implementado pela 1ª vez no Ocidente, em 1980 na *Kawasaki* no Estado de *Nebraska* nos E.U.A. Desde então difundiu-se por muitas outras empresas norte-americanas e passou depois para a Europa durante a década de 80.

As empresas do ramo automóvel e electrónica foram aquelas que levaram mais longe a aplicação do **JIT**.

No início dos anos 90, uma equipa de investigação do **M.I.T.** (*Massachusetts Institute of Technology*) no quadro de um programa de 5 anos (*International Motor Vehicle Program*), concluiu um estudo comparativo das *performances* dos vários construtores mundiais de automóveis.

O **M.I.T.** constatou uma superioridade da indústria automóvel japonesa não só em termos de **custo**, mas também em termos de **qualidade** e em termos de **flexibilidade** (rapidez de adaptação à procura), estando a indústria europeia em última posição atrás da indústria norte-americana.

Os investigadores do **M.I.T.** fizeram uma exposição dos indicadores e das conclusões numa obra, a que chamaram “*The Machine that changed the World*” (A máquina que mudou o mundo).

Alguns dos indicadores mais importantes citados nesta Obra, encontram-se apresentados no quadro da página seguinte, sendo de realçar a preocupação por encontrar indicadores físicos de *performance*, e não indicadores económicos, garantindo desta forma um maior entendimento e compreensão dos mesmos, por parte dos leitores.

Os factores explicativos postos em evidência pelos autores do estudo (J. Womack, D. Jones e D. Ross), concentram-se mais nos aspectos organizacionais (condução de projectos, espírito de equipa, comunicação, engenharia paralela dos produtos e da sua industrialização, etc...) e menos nos aspectos tecnológicos (automatização e robotização).

No quadro seguinte apresentam-se alguns dos indicadores industriais comparativos, de diferentes áreas geográficas mundiais (as mais industrializadas a nível mundial).

Indicadores	Fábricas japonesas no Japão	Fábricas japonesas na América do Norte	Fábricas americanas na América do Norte	Fábricas Europeias
Produtividade (horas / automóvel)	16,8	21,2	25,1	36,2
Qualidade (defeitos / 100 automóveis)	60,0	65,0	82,3	97,0
Área para as recuperações (em % da área total)	4,1	4,9	12,9	14,4
Stocks (em dias para uma amostragem de 8 peças)	0,2	1,6	2,9	2,0
% de colaboradores trabalhando em equipa	69,3	71,3	17,3	0,6
Rotação dos empregados (0= nenhuns, 4=frequente)	3,0	2,7	0,9	1,9
Sugestões por empregado	61,6	1,4	0,4	0,4
Formação (em horas)	380,3	370,0	46,4	173,3
Absentismo	5,0	4,8	12,1	12,1
% automatização na Soldadura	86,2	85,0	76,2	76,6
% automatização na Pintura	54,6	40,7	33,6	38,2
% automatização na Montagem	1,7	1,1	1,2	3,1

Deste quadro também se pode concluir que a automatização deve ser realizada preferencialmente e a título de exemplo nas operações de soldadura e de pintura, uma vez que estas podem colocar em perigo a segurança e a saúde dos operadores que nelas intervêm. Inversamente, deve-se investir muito pouco na automatização das operações de montagem, pois, normalmente, a diversidade dos produtos é mais notória nesta área fabril, do que noutras áreas da empresa, não sendo óbvia a rentabilidade de investimentos e automatismos complexos, dispendiosos e normalmente, pouco flexíveis.

1.7 Sistema Taylorista Versus Sistema Just-In-Time

Nos quadros das páginas seguintes podem analisar-se as principais diferenças entre o Taylorismo e o Just-In-Time.

	Sistema Taylorista	Sistema Just-In-Time
Geral	<ul style="list-style-type: none"> • Pagar em função do trabalho (produções) 	<ul style="list-style-type: none"> • Não gastar dinheiro em trabalho que não sirva para nada
Organização da Produção	<ul style="list-style-type: none"> • Fabricar para fazer “rentabilizar” a empresa • Agrupar as Encomendas para lançar grandes Séries (Lotes Económicos) • Reduzir os Custos pela diminuição dos Tempos unitários • Dividir em pequenas Operações para ganhar na Repetitividade • Reservar para os Operadores apenas as Operações de Produção • Centralizar os Meios de Produção 	<ul style="list-style-type: none"> • Fabricar no momento das Necessidades • Tratar a Encomenda imediatamente • Reduzir os Custos pela eliminação dos desperdícios • Agrupar as Operações para reduzir o Ciclo de Produção • Integrar no Posto de Trabalho as Operações anexas • Repartir os Meios por Linha de Produtos
Evolução das Relações Humanas	<ul style="list-style-type: none"> • Informar para garantir a aplicação uniforme • Decidir sozinho para evitar as Discussões • Centralizar para garantir a coerência do sistema • Motivar pela Medição do Rendimento Individual 	<ul style="list-style-type: none"> • Informar para explicar e detectar as particularidades • Obter o Consenso e a Adesão • Criar Condições para cada um decidir ao seu nível (autonomia) • Motivar pelo desenvolvimento dos Valores Individuais
Gestão dos Fluxos	<ul style="list-style-type: none"> • O Produto aguarda a disponibilidade das Máquinas e dos Homens • O Produto circula sucessivamente de Secção a Secção • Um Posto de Trabalho processa todo o Lote antes de transferir a primeira Peça 	<ul style="list-style-type: none"> • Ausência de Paragens na progressão da fabricação do Produto • Proximidade dos Postos de Trabalho para limitar os Transportes/ Manuseamentos • Encadeamento das Operações

	Sistema Taylorista	Sistema Just-In-Time
Lotes Pequenos	<ul style="list-style-type: none"> • Lançamento para várias Semanas • Fabricar para o “Monte” para responder aos Imprevistos • Repartir os Custos de Mudança de Fabricação sobre a “Série Económica” • Estabilizar o Processo para permitir as Grandes Séries 	<ul style="list-style-type: none"> • Lançamento ao Dia • Aumentar a Flexibilidade para responder rapidamente • Reduzir os Tempos de Mudança de Fabricação • Desenvolver a Flexibilidade e lançar Lotes pequenos
Controlo Total da Qualidade	<ul style="list-style-type: none"> • Transferência para Controlo Posterior • A Fabricação defeituosa continua • Detectar o ERRO • O Serviço de Controlo é o único habilitado 	<ul style="list-style-type: none"> • Controlo da Qualidade no Posto de Trabalho • Detecção imediata dos defeitos • Impedir o ERRO • Responsabilização dos Operadores
Fiabilidade das Máquinas	<ul style="list-style-type: none"> • Intervir nas Máquinas apenas quando estas avariarem • A sujidade das Máquinas é um mal menor • Elementos da Manutenção divididos nas diferentes áreas (eléctrica, mecânica,) • Transferir os Operadores para outros Postos, durante as Intervenções realizadas pela Manutenção • O Serviço da Manutenção é o único habilitado em fazer Intervenções às Máquinas • Utilizar as Máquinas na sua capacidade máxima 	<ul style="list-style-type: none"> • Prevenir a Ocorrência de Avarias, eliminando as Causas • A limpeza das Máquinas contribui para uma maior Fiabilidade • Elementos da Manutenção com Formação em Mecatrónica • Envolver os Operadores das Máquinas nas Intervenções realizadas pela Manutenção • Assegurar, por parte dos Operadores, a Manutenção de 1º Nível, dentro do espírito “da minha Máquina cuido eu” • Utilizar as Máquinas de acordo com as especificações dos seus Fabricantes
Melhorias Permanentes	<ul style="list-style-type: none"> • Estabilizar o Processo para fabricar em Série • Reduzir primeiro os Tempos unitários • Investir em Meios para aumentar as Performances • Utilizar Dispositivos que detectem o ERRO 	<ul style="list-style-type: none"> • Melhorar o Processo para desenvolver a Flexibilidade • Reduzir primeiro o Ciclo de Produção • Simplificar, Controlar e Investir apenas no que for necessário • Desenvolver Dispositivos que impeçam o ERRO

1.8 Um Novo Contexto Económico

A partir do momento em que uma empresa existe, há que gerir a sua produção. Por isso, o papel da gestão da produção é tão antigo como a própria empresa. Então, por que razão se fala disto cada vez mais? A resposta a esta pergunta reside na evolução das condições da competitividade económica.

Desde a 2ª Guerra Mundial até aos dias de hoje podem-se distinguir 3 fases, relativamente ao meio envolvente de uma empresa, ainda que cronologicamente diferentes conforme o sector de actividade.

O quadro seguinte faz uma descrição global das 3 fases:

	Fase 1 Procura > Oferta	Fase 2 Procura ≈ Oferta	Fase 3 Procura < Oferta
Aspectos Económicos e de Mercado (Variáveis Exógenas)	<ul style="list-style-type: none"> - Crescimento intenso; - Margens confortáveis; - Oferta inferior à procura. 	<ul style="list-style-type: none"> - O Cliente pode escolher o Fornecedor; - Equilíbrio entre a Oferta e Procura 	<ul style="list-style-type: none"> - Oferta excedentária; - Clientes exigentes; - Concorrência feroz entre as Empresas;
Estratégia Industrial adoptada	PRODUZIR E DEPOIS VENDER	PRODUZIR O QUE SERÁ VENDIDO	PRODUZIR O QUE JÁ ESTÁ VENDIDO
Características da Produção	<ul style="list-style-type: none"> - Stocks em curso entre os postos de trabalho; - Fabricação em série; - Prazos fixados pelo Ciclo da Produção; - Gestão manual. 	<ul style="list-style-type: none"> - Previsões Comerciais; - Controlo das actividades da Produção; - Organizar os Aprovisionamentos; - Equilibrar os Stocks; - Fixar as Datas de Entrega 	<ul style="list-style-type: none"> - Perfeito Controlo dos Custos; - Qualidade irrepreensível; - Prazos de entrega curtos e pontuais; - Pequenas Séries de Produtos personalizados; - Renovação de Produtos cujo Ciclo de Vida é cada vez mais reduzido;

A partir desta sistematização pode afirmar-se que estão a surgir cada vez mais preocupações de estratégia Industrial e de controlo preciso da gestão, sendo também aparentes várias contradições (preço-qualidade, preço-pequenas séries...) com necessidade de arbitragens para se atingir uma coerência global.

Assim, pode-se concluir que se até 1970, a estratégia empresarial era a de “PRODUZIR AO MÁXIMO”, a partir daí a estratégia “PRODUZIR MELHOR”, era a que melhor se adaptava aos novos desafios do mercado.

De facto, houve uma modificação drástica na função económica, quer do ponto de vista da oferta, quer do ponto de vista da procura, como se sintetiza no quadro seguinte.

Modificações da Oferta	- Saturação - Concorrência - Internacionalização
Modificações da Procura	- Explosão da Escolha - Prazos Curtos e Respeitados - Qualidade - Preços

Assistia-se-se portanto a uma tendência contínua da COMPLEXIDADE DA PRODUÇÃO, sendo a sua ORGANIZAÇÃO cada vez mais uma necessidade urgente.

Síntese do Capítulo 1

A abordagem científica do trabalho, de que Frederick Taylor é o principal mentor, orientou as opções de organização industrial no início do século passado, sendo o exemplo mais paradigmático o de Henry Ford. Com o plano Marshal e na sequência da 2ª grande guerra (década de 50), verifica-se o ressurgimento e modernização da indústria do Japão através dos esforços de modernização da sua indústria.

A abordagem que os japoneses fazem dos conceitos do controlo estatístico, do trabalho em equipa e de um modo geral, no rigor como que cada actividade ou tarefa produtiva deve ser executada, transformam-nos no novo paradigma industrial do séc. XX, com modelos e técnicas inovadoras, ainda que baseadas nos conceitos e princípios que o próprio Ford preconizava.

Com Taichi Ohno como mentor, inicia-se como que uma segunda revolução industrial, centrada no conceito da gestão JIT-“Just in Time” e fortemente balizada pela preocupação de gestão da qualidade, na orientação para o cliente e na motivação e envolvimento dos trabalhadores.

As principais diferenças ou características dos dois modelos “Tayloriano” versus “JIT, foram sumariamente apresentadas neste capítulo, sendo de salientar que o sistema JIT se disseminou por todo o mundo e se mantém ainda, em pleno séc. XXI, como paradigma de progresso dos sistemas de gestão em geral, mas muito em particular, dos da gestão da produção.

A Empresa e os Objectivos da Produção

Objectivos Específicos

- Sensibilizar formandos para o contexto empresarial externo e interno em que se enquadra a gestão do processo produtivo, para a complexidade de gestão de fluxos e para as relações entre funções dentro da empresa.
- Dar a conhecer os objectivos globais das empresas e os específicos da gestão da produção.

1 Considerações Gerais Sobre as Empresas

1.1 Definições do Conceito “Empresa”

Existe uma dispersão de definições do conceito “Empresa”, dependendo da visão que cada autor tem acerca do objecto principal da mesma.

Assim, segundo *Pierre Lauzel*, uma Empresa caracteriza-se por:

“Agrupamento humano hierarquizado, que mobiliza meios humanos, materiais e financeiros para extraír, transformar, transportar e distribuir Produtos ou prestar Serviços e que, atendendo a Objectivos definidos por uma Direcção, faz intervir nos diversos escalões hierárquicos, as motivações do lucro e da utilidade social.”

Outros autores vão mais longe e defendem que uma empresa é considerada como “um sistema social complexo perspectivado enquanto comunidade de trabalho, conjunto de recursos, sistema de interacções e complexo de decisões, que exige uma gestão rigorosa capaz de equacionar distintos interesses de indivíduos e de grupos e de cuja acção depende a evolução e desenvolvimento da sociedade”.

Ultimamente e com a interiorização crescente dos novos conceitos de produção, por parte de alguns empresários, nomeadamente ao nível dos princípios do *Just-in-Time* (filosofias de trabalho introduzidas com sucesso por empresários japoneses, depois da 2ª guerra mundial), o termo “empresa” passou a ser muito mais abrangente, não havendo, mais uma vez, nenhuma definição aceite pelos principais *gurus* da Gestão Industrial.

A seguir apresentam-se alguns dos conceitos mais recentes de “empresa industrial”, todos eles apoiados numa palavra-chave bastante importante, a Organização:

“Organização que cria Riqueza, que transforma e disponibiliza Produtos / Serviços e que facilita o Bem-Estar Social”

“Organização que contribui para aumento do Nível de Vida da Sociedade”

“É um conjunto de Colaboradores que, devidamente organizados e num ambiente de corporação e de mudanças culturais, redirecciona todos os seus recursos disponíveis (técnicos, energéticos e financeiros), no sentido de levar produtos para o mercado, que ofereçam melhor Valor do que os da Concorrência, sem comprometer o seu Futuro”

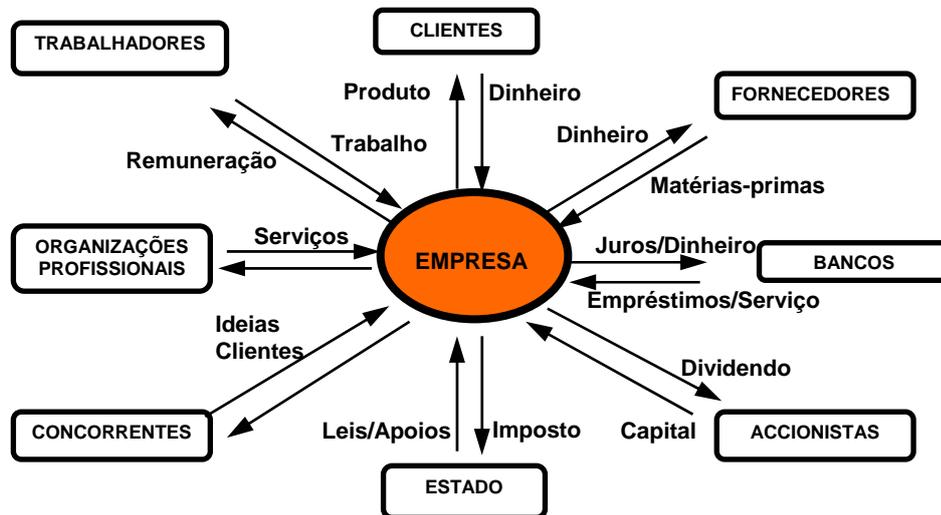
“Organização de Pessoas que concentram os seus Esforços e os seus Recursos em tarefas e operações de valor acrescentado (do ponto de vista do Cliente), colocando no mercado, produtos com elevada qualidade relativa, funcionalidade e outras características consideradas de valor”.

1.2 A Empresa e o Meio Envolvente

A empresa é um sistema aberto que mantém relações com terceiros, havendo neste caso a considerar os seguintes:

- clientes;
- fornecedores;
- entidades bancárias;
- estado e instituições públicas;
- associações diversas;
- sociedade local;
- comunicação social;
- universidades;
- laboratórios.

No esquema seguinte exemplificam-se os tipos de relações entre a empresa e o seu meio envolvente.



As relações que a empresa mantém com terceiros, obviamente não se limitam aos interesses económicos e financeiros entre ambas as partes, havendo cada vez mais a preocupação da empresa reforçar uma boa imagem junto da sociedade em geral e junto da comunicação social, para além das crescentes ligações empresa-universidades e empresa-laboratórios.

A implementação crescente das novas filosofias de gestão e de organização dos processos, veio revolucionar algumas das ligações acima citadas, sobretudo:

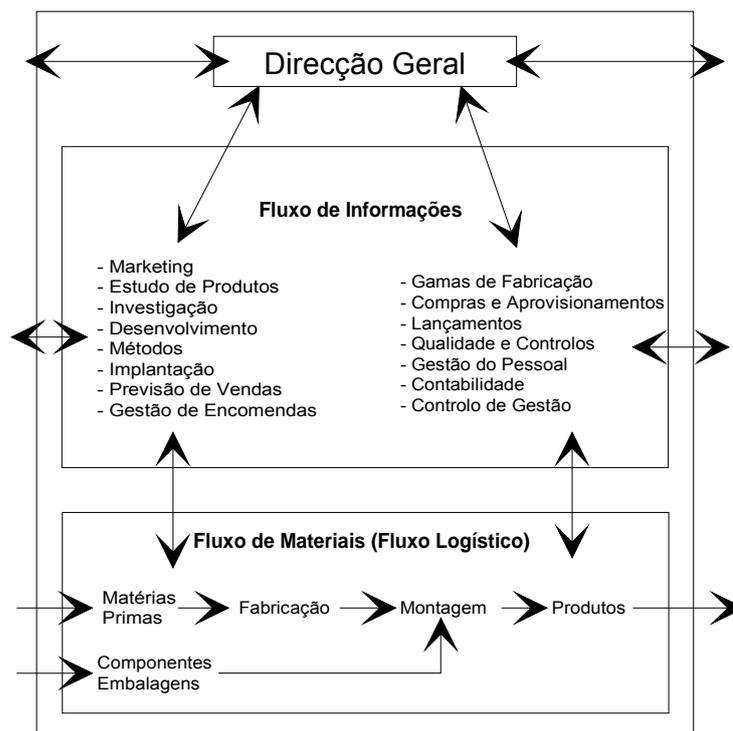
- As Relações de parceria com os fornecedores;
- As relações de confiança por parte da empresa junto dos clientes.

Mais adiante ir-se-á descrever os aspectos básicos relacionados com este tipo de relações.

Dado que uma empresa é um sistema aberto, esta realiza com o seu meio envolvente todo o tipo de operações de entradas e saídas. Podemos distinguir três tipos de fluxos que, por vezes se misturam e que seguidamente se sistematizam:

- O **Fluxo de Materiais ou Fluxo Logístico**: entrada de matérias-primas, componentes, embalagens, produtos necessários à exploração, energia, meios materiais; e saída de produtos acabados, de peças sobresselentes, de produtos e ferramentas usadas...
- O **Fluxo de Informações**: publicidade, promoção, ofertas, encomendas, facturas, trocas com o meio económico, social, legal, científico e técnico...
- O **Fluxo Financeiro**: movimento de capital próprio, empréstimos bancários, recebimentos dos clientes, pagamento aos fornecedores, pagamento de impostos, taxas, salários, juros de empréstimos...

Tais fluxos não existem unicamente em interacção com o exterior. De facto, no seio da empresa coexistem serviços operacionais (que trabalham fisicamente sobre os produtos) e serviços funcionais. Também aí, a par do fluxo dos produtos, aparece-nos um segundo fluxo, com uma importância capital: o **Fluxo das Informações**. Na figura abaixo desenhada encontram-se resumidas, de uma forma esquemática, os principais Fluxos que dizem directamente respeito à Produção.



O papel fundamental da gestão da produção consiste em gerir os fluxos de materiais e os fluxos de informações que a ela digam respeito, de acordo com os objectivos prioritários, definidos pela direcção geral da empresa.

1.3 O Ciclo de Vida do Produto e a Gestão Estratégica das Empresas

Os Produtos industriais, como acontece aliás com tudo na vida, têm basicamente 4 fases:

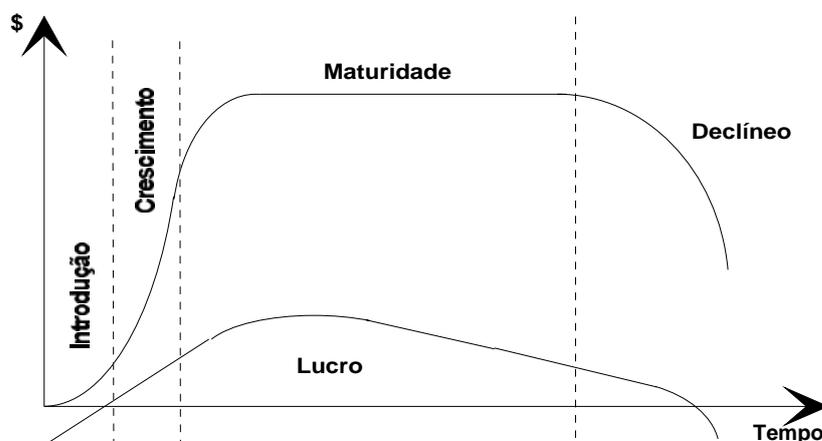
- introdução;
- crescimento;
- maturidade;
- declínio.

Numa época de mutação tecnológica acelerada como a que vivemos, o ciclo de vida para um produto pode ser extremamente curto, pois novas tecnologias e novos produtos vão aparecendo.

Um “bom” produto tornar-se-á, mais tarde ou mais cedo, um mau produto. Todos eles nascem, desenvolvem-se e morrem, a um ritmo cada vez mais acelerado. Mais adiante se verá que os produtos fabricados por empresas japonesas possuem ciclos de vida médios bastante mais reduzidos que os produtos análogos fabricados por empresas ocidentais.

O ciclo de vida de um produto pode ser analisado em função de uma curva de vendas do produto e de uma curva representativa da margem ou lucro gerado por esse mesmo do produto.

A sua representação gráfica típica é a seguinte:



Estas 4 fases podem ser caracterizadas da seguinte forma:

Fase	Características Principais
Introdução	<ul style="list-style-type: none"> • Desenvolvimento do Produto e/ou Mercado e/ou Processo, caracterizado pelo Arranque; • Falta de um conhecimento detalhado da Clientela; • Esforço intenso na divulgação do Produto; • Desenvolvimento contínuo do Produto; • Concorrência reduzida ou mesmo nula.
Crescimento	<ul style="list-style-type: none"> • Crescimento do Produto e/ou Mercado e/ou Processo, caracterizado por um excesso de Procura em relação à oferta; • Ampliação da capacidade produtiva; • Fraca Promoção do Produto; • Reduzido esforço na divulgação do Produto (e de Marketing); • Entrada de concorrentes no Mercado.
Maturidade	<ul style="list-style-type: none"> • Maturidade do Produto e/ou Processo e/ou Esforço de Marketing; • Margens com tendência decrescente; • Venda maciça; • Sobrecapacidade do Processo Fabril; • Intensa Promoção do Produto; • Concorrência aguda.
Declínio	<ul style="list-style-type: none"> • Declínio do Produto e/ou Processo e/ou Mercado caracterizado por alto grau de substituição; • Procura reduzida; • Abandono do Mercado por parte de alguns concorrentes.

Uma das decisões estratégicas críticas é como e quando diversificar, pois essa decisão, tomada cedo demais, quando o produto ainda é "bom", pode desperdiçar a posição de liderança do mercado, mas esperar muito tempo pode comprometer a sobrevivência da empresa.

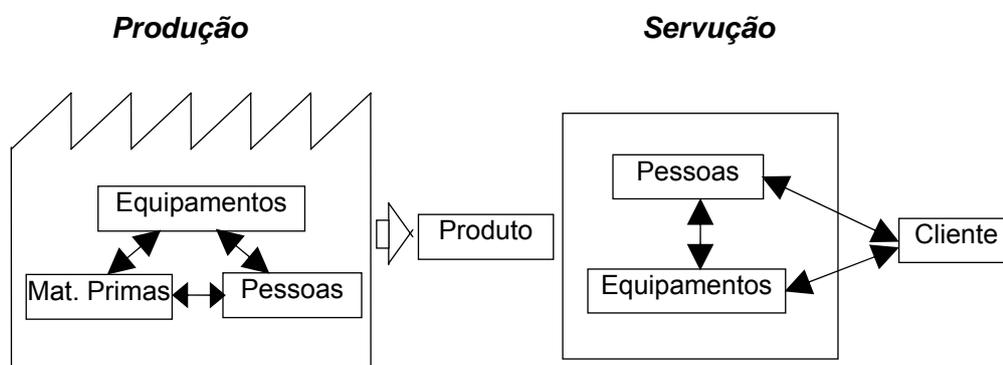
Será pois necessário para as empresas que vivem em mercados concorrenciais uma nova filosofia de gestão, caracterizada pela clara e rápida percepção da evolução do contexto envolvente e pelo conhecimento do seu posicionamento face à concorrência.

1.4 Produtos *Versus* Serviços

Existem diferenças bastante acentuadas entre um processo de transformação de produtos (Produção) e um processo de transformação de serviços (Serviço). No quadro da página seguinte sistematizam-se as principais características diferenciadoras:

Produtos	Serviços
- Tangíveis	- Intangíveis e deterioráveis; - Consumidos durante o Processo de Transformação.
- Podem ser produzidos para Armazém para disponibilidade imediata.	- Disponibilidade conseguida mantendo o Sistema de Transformação aberto para os Serviços.
- Contacto mínimo com o Consumidor Final.	- Contacto directo com os Clientes e Consumidores.
- Processamento complexo e interrelacionado.	- Processamento simples.
- A Procura varia semanalmente, mensalmente ou sazonalmente.	- Procura variável numa base horária, diária ou semanal.
- Os Mercados servidos pelo Sistema de Transformação são regionais, nacionais ou internacionais.	- Os Mercados servidos pelo Sistema de Transformação são normalmente locais.
- As unidades de maior dimensão podem tirar partido de economias de escala.	- Unidades de pequena dimensão para servir Mercados locais.

As grandes diferenças entre os processos de transformação de produtos e os processos de transformação de serviços encontram-se representadas nas seguintes Figuras:



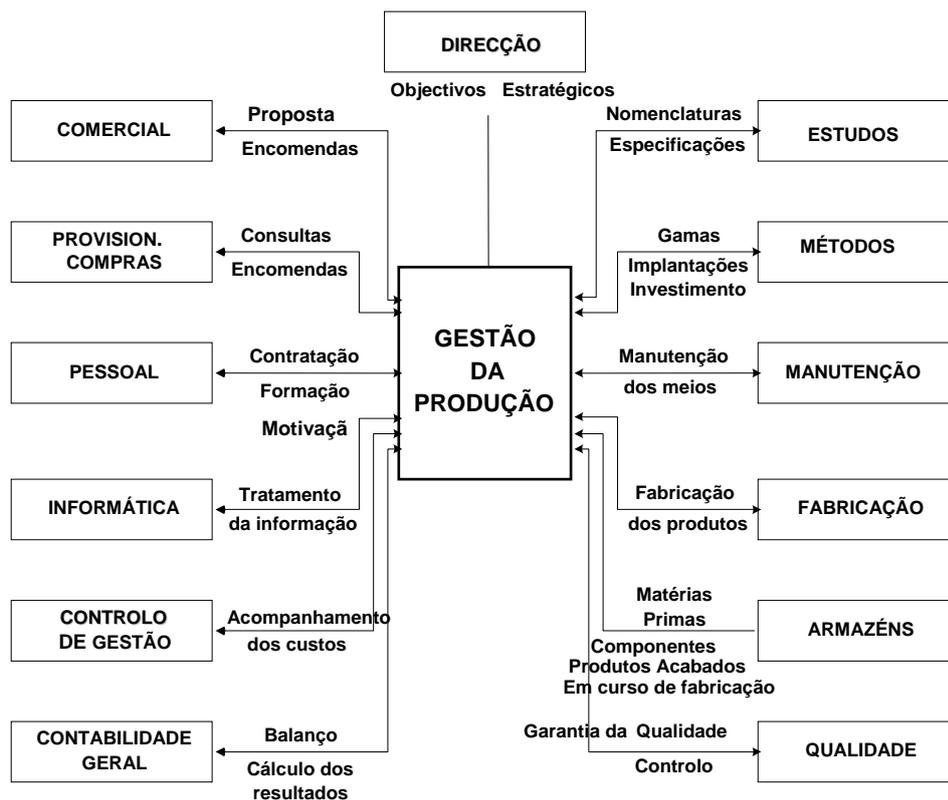
1.5 Relações Internas Na Empresa

A nível interno igualmente a produção tem um conjunto de relações Cliente/Fornecedor com outros departamentos da empresa.

Numa empresa de média/grande dimensão podemos ter, a título de exemplo, as relações departamentais esquematizadas na figura seguinte.



De igual modo, poderá falar-se de um conjunto de interdependências funcionais, enquanto actividades orgânicas dentro da empresa como se esquematiza na figura abaixo.



1.6 Sistemas de Produção

Um sistema de produção deve ser constituído por um conjunto coerente de objectivos, princípios e regras de acção. Existindo diversos sistemas de produção formalizados pelas grandes multinacionais tais como: TOYOTA , RENAULT ,NISSAN ,FAURECIA ,....etc, pode afirmar-se que todos definem objectivos globais de produção idênticos.

Na prática, mesmo as pequenas e médias empresas, quer enquanto fornecedores destas ou de outras grandes multinacionais, quer actuando em mercados independentes, de bens de consumo, de bens de equipamento ou em quaisquer outras actividades de transformação devem orientar os seus sistemas de produção para a prossecução dos seguintes objectivos:

- assegurar a qualidade a 100%
- manter custos competitivos
- respeitar prazos de entrega
- responsabilizar e respeitar as pessoas
- respeitar o ambiente.

De um modo geral, todos os objectivos partilham de princípios comuns aos sistemas de produção das empresas independentemente da sua dimensão ou sector de actividade. No quadro seguinte procura-se estabelecer uma relação coerente entre os objectivos e o conjunto de princípios que os fundamentam.

Objectivo	Princípio
Assegurar a Qualidade a 100%	<ul style="list-style-type: none"> • Conceber e fabricar produtos sem defeitos • Não aceitar e não passar defeitos
Manter custos competitivos	<ul style="list-style-type: none"> • Rentabilizar a mão de obra • Minimizar os custos de materiais • Explorar os equipamentos com um elevado nível de rendimento
Respeitar os prazos de entrega	<ul style="list-style-type: none"> • Desenvolver uma grande reactividade face à procura do cliente • Respeitar os programas de fabrico • Minimizar os stocks
Respeitar e responsabilizar as pessoas	<ul style="list-style-type: none"> • Implicar e motivar as pessoas • Trabalhar em equipa e transversalmente • Desenvolver as competências
Respeitar o ambiente	<ul style="list-style-type: none"> • Reduzir os impactos sobre o meio ambiente

Por outro lado, e no sentido de orientar todo o pessoal directa ou indirectamente envolvido nos processos produtivos devem ser estabelecidas e formalizadas regras de acção que sustentam uma prática diária baseada nesses princípios e que se apresentam, a título de exemplo no quadro seguinte:

Princípios	Regras de acção
Conceber e fabricar produtos sem defeitos	<ul style="list-style-type: none"> • Robustez do produto –processo • Conceber e manter os meios para assegurar a qualidade
Não passar nem aceitar defeitos	<ul style="list-style-type: none"> • Tratar os problemas e efectuar as correcções • Não aceitar defeitos
Rentabilizar a mão de obra	<ul style="list-style-type: none"> • Conceber produto –processo que minimize o tempo de fabrico • Melhorar a logística e a ergonomia do posto de trabalho
Minimizar os custos de materiais	<ul style="list-style-type: none"> • Especificar os materiais ao estritamente necessário
Explorar os equipamentos com um elevado nível de rendimento	<ul style="list-style-type: none"> • Utilizar de maneira adequada os meios industriais
Desenvolver uma grande reactividade face à procura do cliente	<ul style="list-style-type: none"> • Desenvolver sistema industrial flexível • Reduzir o tempo de escoamento
Respeitar os programas de fabrico	<ul style="list-style-type: none"> • Garantir a produção diária • Respeitar estritamente as ordens de produção
Minimizar os stocks	<ul style="list-style-type: none"> • Reduzir o tamanho dos lotes de fabricação • Reduzir os em curso de fabrico
Implicar e motivar as pessoas	<ul style="list-style-type: none"> • Garantir a Higiene e Segurança e melhorar a ergonomia • Mobilizar e valorizar cada pessoa
Trabalhar em equipa transversalmente	<ul style="list-style-type: none"> • Mobilizar-se sobre objectivos comuns • Mostrar claramente que se privilegia estes tipos de actuação
Desenvolver as competências	<ul style="list-style-type: none"> • Formar e treinar as pessoas • Desenvolver planos de carreiras correntes
Reduzir os impactos sobre o meio ambiente	<ul style="list-style-type: none"> • Desenvolver Sistemas de Gestão Ambiental • Integrar-se na região

Síntese do Capítulo 2

Existem várias definições do conceito de empresa, embora seja comum a todas elas a referência ao elemento humano, aos elementos materiais e financeiros, à necessidade de uma organização e às motivações de lucro ou de utilidade social.

A empresa é um sistema aberto que mantém relações com terceiros: clientes, fornecedores, entidades bancárias, estado e instituições públicas, sociedade local, etc.

Realiza com o seu meio ambiente três tipos de fluxos: fluxos de materiais, fluxos de informação e fluxos financeiros. A nível interno e no que respeita à Gestão da Produção existem e são fundamentais os dois primeiros.

A nível interno igualmente a Produção tem um conjunto de relações cliente/fornecedor com outros departamentos da Empresa: Qualidade, Métodos, Recursos Humanos, Financeira,...etc.

Para além do conjunto de relações, a Gestão da Produção gere-se por objectivos tais como: assegurar a Qualidade a 100%, manter custos competitivos, respeitar prazos de entrega, responsabilizar e respeitar as pessoas e respeitar o ambiente.

Finalmente para atingir estes objectivos organiza-se sobre a base de princípios e regras de acção, dando origem a um sistema de Produção.

O Produto e a Definição do Processo de Produção

Objectivos Específicos

- Conhecer as principais etapas do ciclo de vida ou cadeia de valor do produto.
- Saber caracterizar e interpretar as variáveis a gerir num processo produtivo.

1 As Fases de Desenvolvimento do Produto

1.1 Introdução

Antes de um produto chegar ao cliente existe um longo processo, que abarca várias fases ou sub-processos que cronologicamente se sucedem no tempo, numa sequência lógica que tradicionalmente obrigava à conclusão efectiva de cada fase, antes do começo da fase seguinte.

Com a necessária competitividade entre as empresas de cada sector, tem-se verificado a necessidade de redução drástica dos prazos de desenvolvimento dos produtos, a que acresce a forçosa inovação e melhoria de cada novo produto lançado. Por isso muitas das fases sequenciais, ocorrem hoje em paralelo, isto é, antes mesmo de um fase estar concluída (firme), já há muito a “seguinte” teve de começar, em síntese, acelerando-se os projectos.

A título de exemplo podem referir-se produtos complexos como o automóvel, que há cerca de vinte anos demoravam entre 5 a 6 anos a pôr no mercado, quando aos dias de hoje praticamente todos os construtores o conseguem fazer (e produtos cada vez mais fiáveis), em cerca de 2, 3 anos no máximo

1.2 As Várias Fases

No processo de desenvolvimento podemos destacar três grandes fases: a detecção de necessidades, a criação e realização e utilização, que de seguida e sucintamente, se caracterizam.



1.2.1 Detecção de Necessidades

Fase em que se realizam, estudos de mercado, análise de tendências, de evolução e propostas de criativos e “designers” a que se segue a inevitável triagem e escolha – triagem da ideia.

De seguida vem a definição de funções que se consubstancia no pré-projecto a que se segue o estudo da viabilidade que dá origem à definição de solução.

As condicionantes gerais são tomadas em consideração, na proposta de projecto.

1.2.2 Criação e Realização

Nesta fase desenvolve-se a concepção do produto e o seu “design” definindo todas as especificações gerais. O passo seguinte, o desenvolvimento, consiste em elaborar um dossier detalhado do produto, com todas as especificações e normativo a que deve obedecer.

A anteceder a produção é ainda necessário elaborar todo o “dossier” industrial respeitante à industrialização do produto: gamas operatórias, fichas técnicas, FOP's, orçamentos de investimento, etc... Chegou a altura de produzir, respeitando o standard.

1.2.3 Utilização

Após o transporte e distribuição temos a etapa da utilização a que se segue a assistência pós-venda.

De um modo geral este ciclo de desenvolvimento aplica-se a quaisquer tipo de produtos, desde os mais complexos tecnologicamente e de maior valor acrescentado, aos mais simples e tradicionais.

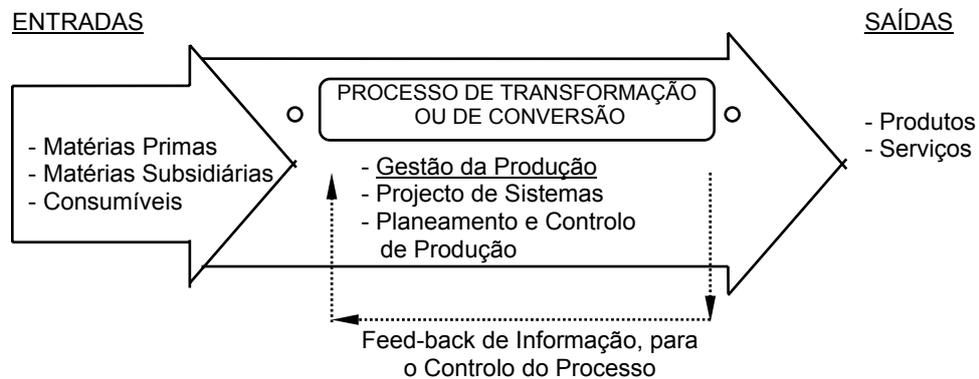
A diferença a ter em conta reside no fundamental, no aprofundamento e engenharia de e detalhe a aplicar em cada sub-processo, porque na realidade, qualquer que seja o produto, nasce, desenvolve-se, produz-se, utiliza-se e desaparece, cumprindo necessariamente estas fases.

2 Características de um Sistema de Produção

2.1 Definição de um Sistema Produtivo

Um sistema de Produção pode ser definido como um Processo de Transformação (ou de Conversão) de materiais em produtos.

As transformações fazem-se simultaneamente no tempo e no espaço, podendo ser esquematizadas enquanto um processo como se esquematiza na figura da página seguinte.



Uma outra definição mais objectiva, do ponto de vista de quem diariamente está envolvido na produção de uma empresa, pode ser a seguinte:

“Um processo produtivo é constituído por um conjunto de meios necessários para a realização das diferentes operações que os vários produtos incorporam.”

Por outro lado, uma operação de transformação é definida como a menor unidade de actividade produtiva num sistema de produção.

Assim podemos distinguir os seguintes conceitos:

PROCESSO ⇒ Transformação de materiais em produtos (mesmo num domínio de análise reduzido).

OPERAÇÃO ⇒ Transformação pelo homem e pelas máquinas (mesmo num domínio de análise alargado). Consideram-se operações de transformação somente aquelas que acrescentam valor ao produto final).

Convém desde já referir que as diferentes operações que fazem parte de um determinado processo produtivo, não são apenas aquelas que, por natureza, acrescentam valor ao produto final (operações de transformação), mas também todas as “operações” onde se gera desperdício, tais como:

- Operações de Manuseamento;
- Operações de Transporte;
- Operações de Stockagem;
- Operações de Controlo.

Todas estas operações do ciclo logístico da produção (que afectam todo o fluxo da produção) serão descritas mais adiante, no capítulo relativo à **Cartografia dos Fluxos**.

2.2 As Variáveis do Processo de Produção

Como qualquer outro processo a produção é caracterizada por um conjunto de entradas -“in-puts” e saídas “out-puts”. A produção é afinal o processo que transforma as entradas em saídas, a partir da utilização (exploração e gestão) de inúmeras variáveis.

No esquema seguinte, evidencia-se a multiplicidade de variáveis do processo de produção podendo distinguir-se quatro grandes famílias:



- as **peças e a organização** onde se integram;
- os **materiais** necessários a serem transformados;
- as **máquinas**;
- as **técnicas** e o seu domínio.

Dentro de cada uma destas divisões principais, distinguem-se como elementos substantivos:

As pessoas	
A gestão das competências	
A defesa da integridade física	
A avaliação do desempenho	
A gestão das recompensas	
A participação no progresso contínuo	

Os materiais	
Nomenclaturas	
Codificação	
Stocks	Matéria-prima
	Em curso
	Produto acabado
Logística de Aprovisionamento	

No que respeita às máquinas temos como parâmetros principais:

As máquinas
Número de avarias
Disponibilidade própria
Tempo médio de avaria
Rendimento operacional
Manutenção de 1º nível
Custos de manutenção
Máquinas críticas

No que respeita às técnicas e a título de exemplo, temos:

As técnicas
Fichas técnicas
As FOS
Fichas de controlo
Fichas de ferramentas
Gamas de fabrico
Gamas de controlo e Planos de vigilância
Sinópticos de produção e controlo
Planeamento, programação
Ordens de fabrico

Síntese do Capítulo 3

O ciclo de vida de cada produto, desde a “bolsa de ideias”, passando pela concepção e fabrico e culminando na utilização pelo cliente e na assistência a pós-venda, determina em grande parte o sistema produtivo e as preocupações relativas à sua gestão.

Contudo, de um modo geral, temas como a codificação, nomenclaturas, tempos e gamas operatórias, mas sobretudo o planeamento e a programação, são comuns à generalidade dos sistemas.

Com a abordagem por processos que as normas dos sistemas de gestão da qualidade preconizam, também as variáveis da gestão da produção (processo produtivo), podem ser mais facilmente identificadas e sistematizadas.

Os equipamentos (meios), quem os explora (as pessoas), como o fazem (métodos e técnicas), ou como controlam e vigiam (a gestão da produção propriamente dita), são em síntese as variáveis a ter em conta, face a objectivos e às condições de partida para produzir (entradas do processo produtivo) e tendo em vista a maximização de resultados, no que respeita a saídas do processo produtivo).

Tipologias da Produção

Objectivos Específicos

- Conhecer os diversos tipos de sistemas e organização da produção em função da estrutura dos produtos, das tecnologias e da relação com os mercados.

1 Introdução

Quando se aborda o tema da Gestão da Produção é necessário ter presente a diversidade de produtos ou serviços a gerir, a dimensão da empresa (da micro à grande empresa) e a menor ou maior complexidade do mercado (sazonal, de prazo imediato, etc...) levam-nos a ter de abordar diversas tipologias de produção.

São as diversas tipologias de produção organizadas de forma sistematizada que iremos desenvolver de seguida em função das quantidades a fabricar, a repetitividade, dos fluxos de fabrico, para stock ou por encomenda e da diferente estrutura dos produtos

1.1 Quantidades Fabricadas e por Repetitividade

Classificar por quantidade e por repetitividade é uma classificação cruzada. As quantidades (aproximadamente) lançadas podem ser:

- em produção unitária
- em produção por pequenas séries (100)
- em produção por médias séries (1000)
- em produção por grandes séries (100 000)

Para cada uma destas quantidades, os lançamentos podem ser repetitivos ou não, o que influenciará também sobre a tipologia da empresa.

De forma a melhor perceber o cruzamento entre as diferentes tipologias de fluxo e o tipo de lançamentos (ordens de fabrico ou produção) associados pode construir-se o seguinte quadro:

Lançamentos	Lançamentos repetitivos	Lançamentos não repetitivos
Séries		
Produção unitária	Motor de foguetão, Bombas destinadas ao Nuclear.	Trabalhos públicos, Molde para prensa.
Pequena e Média (100 e 1000)	Ferramentas, Máquinas – ferramenta.	Subcontratação série (mecânica, electrónica), Pré-séries.
Grande série (100 000)	Electrodomésticos.	Jornais, Artigos de moda.

1.2 Organização dos Fluxos de Produção

As empresas industriais podem ser classificadas em três tipos fundamentais de acordo com a organização adequada aos seus fluxos produtivos.

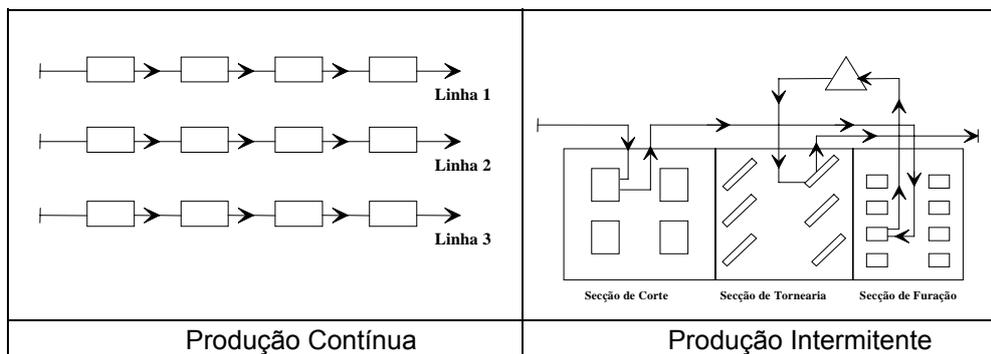
Deste modo pode falar-se em:

- produção contínua;
- produção intermitente (peça a peça);
- e finalmente, um terceiro tipo, ainda no domínio industrial, mas muito específico;
- produção por projecto (uma peça ou obra).

A organização dos fluxos de produção resulta portanto de uma série de factores, relacionados com o tipo de produção e que se procura caracterizar no quadro da página seguinte.

Factores	Produção Contínua (Flow Shop)	Produção Intermitente (Job Shop)	Produção por Projecto
Fluxo de Produção	Contínuo e Único	Discreto e Variável	Não existe Fluxo
Unidades Produzidas de cada Produto ou Família de Produtos	Muitas (Grandes Séries)	Poucas (Médias Séries)	Uma (Unitária)
Diversidade de Produtos	Um Produto ou uma Família de Produtos	Produtos muito diversificados	Produtos Únicos (Obra)
Implantação (Lay-out)	Linha de Produção ou de montagem	Secções do tipo funcional	Junto de cada obra (o Equipamento é instalado junto à obra)
Grau de especialização do Equipamento	Elevado	Baixo	Nenhum
Equipamento	- Dedicado - Padronizado - Complexo	- Flexível - Simples	- Transportável - O Equipamento é instalado junto à obra.
Processamento em cada momento	Todas ou quase todas as Operações do mesmo Produto	Umhas operações (ou poucas) do mesmo produto	Umhas (ou poucas) operações na mesma obra
Condições de Trabalho	Elevada standardização do método	Frequentemente variáveis	Imprevisíveis (devido a perturbações diversas)
Planeamento	Estável e Fácil	Variável e Difícil	Muito difícil
Exemplos:	- Industriais Petroquímicas; - Cimenteiras; - Linhas de Montagem; - Fabricação de Peças em série.	- Tornearias; - Indústrias de Injecção de Plástico.	- Construção de uma Barragem; - Construção de uma Ponte; - Projecto de reengenharia de uma Fábrica

Esquema simplificado dos principais tipos de produção.



1.3 Comparação Produção Contínua / Intermitente

Do ponto de vista dos indicadores-tipo da produção, a produção contínua e a intermitente apresentam características distintas: no que respeita especificamente à eficiência do processo é evidente a diferença de aproveitamento nos processos contínuos, podendo afirmar-se que, não havendo restrições de carácter tecnológico ou da nomenclatura dos produtos, os processos demasiado intermitentes (com reduzida eficiência) deverão aproximar-se dos processos contínuos (os ideais, porque com reduzidas perdas)

	Tipo Contínuo	Tipo Intermitente
Fluxo dos Produtos	Linear (Fluxos Contínuos)	Fluxos Complexos
Tempo de Escoamento de um Produto *	Bastante reduzido (Resposta rápida)	Dilatado no Tempo (Resposta lenta)
Stock em curso	Reduzido	Elevado
Eficiência do Processo **	Excelente (entre 80 a 100%)	Baixa (entre 0,1 a 30%)
Flexibilidade	Linhas de Produção rígidas	Secções de Produção flexíveis
Sistema de Gestão da Produção	Sistemas relativamente simples de gerir	Sistemas bastante complexos

NOTAS:

* Tempo de escoamento de um produto corresponde à duração temporal entre o levantamento da matéria-prima para ser utilizada na produção e o envio do produto acabado ao armazém, passando por todas as operações do processo.

** -Eficiência do processo é a relação entre o tempo de escoamento de um produto fabricado no sistema, e a soma dos tempos das operações de transformação.

1.4 Relação com os Clientes

No que respeita à relação entre a empresa e o seu mercado, as interacções são fundamentalmente de dois tipos, consoante se produza a encomenda (o processo produtivo só se inicia a partir da encomenda firme) ou a empresa decida produzir para stock, tendo em vista a futura comercialização.

Neste último caso a empresa deve orientar-se, de qualquer modo, por planos previsionais, estimando encomendas futuras.

O quadro seguinte procura sintetizar as principais características de cada um destes modelos.

Produção para Stock

Este Tipo de Produção guarda em Stock os Produtos Acabados:

- Quando o Tempo de Fabrico é superior ao Prazo de Entrega pedido ou aceite pelo Cliente
- Necessário produzir antecipadamente apoiando-se em Previsões (ex.: Roupas)
- Para produzir em grande quantidade e diminuir os Custos (ex.: edição de um disco)

Produção por Encomenda

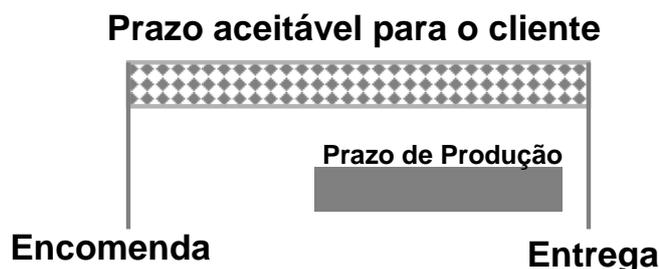
- Diminuição dos Stocks
- Diminuição dos Custos Financeiros
- A Produção não é baseada em Previsões, mas sim em valores reais

1.5 Comparação Produção Stock / Encomenda

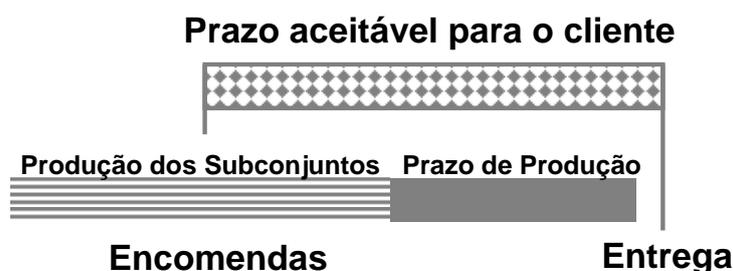
Uma empresa tem todo o interesse em produzir apenas o que já está vendido. Para isso é preciso que o seu prazo de produção seja inferior a um prazo aceitável para o cliente.

Produção para Stock - Quando a empresa não for capaz de produzir a encomenda do cliente dentro de um prazo aceitável para este.

Produção por Encomenda - Quando a empresa for capaz de tratar e produzir a encomenda do cliente dentro de um prazo aceitável por este.



Fórmula Mista - Aproveita-se o prazo aceitável para o cliente para juntar as últimas fases do produto e, assim, se for o caso, personalizá-lo. Esta parte é, por conseguinte realizada por encomenda, o resto anterior da produção é realizada para stock.



1.6 Classificação Cruzada – Fluxo de Produção e Relações com o Cliente

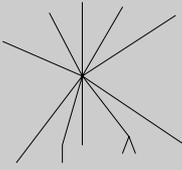
As relações com o cliente, anteriormente caracterizadas com base nos dois modelos fundamentais (encomenda ou stock) influenciam o tipo de fluxo interno de produção, que pode assumir uma maior ou menor descontinuidade (fluidez).

	PARA STOCK	POR ENCOMENDA
CONTÍNUO	Refinarias Leitaria	Linha de montagem de automóveis. Fábrica de cozinhas equipadas.
DESCONTÍNUO	Roupas pronto-a-vestir	Subcontratação. Equipamentos industriais. Roupas por medida.
POR PROJECTO	Apartamentos (por lotes). Litografias.	Prédio. Aviões, barcos. Jogos olímpicos.

1.7 Tipos de Estrutura dos Produtos

A multiplicidade de tecnologias e de especificações funcionais dos produtos conduzem ao aparecimento de soluções técnicas, também muito diversificadas e modelos construtivos com estruturas (nomenclaturas) próprias.

De um modo geral, assumem-se os tipos de estruturas de produto, conforme descritos no quadro seguinte.

Estrutura Convergente		Produtos acabados em nº baixo Componentes muito numerosos
Estrutura Divergente		Numerosos produtos acabados Algumas matérias-primas
Estrutura com Pontos de Reagrupamento		Produtos acabados vários Componentes numerosos
Estrutura Paralela		Poucos produtos acabados Poucas matérias-primas

1.8 Autonomia de Encomenda e de Concepção

Em geral, consideram-se três categorias na Autonomia das Empresas:

- **Criador - Fabricante:** a empresa concebe os seus produtos, produz e faz a sua distribuição.
- **O Subcontratado:** este realiza as operações de produção em função de um caderno de encargos entregue pelo contratador. Tem autonomia na encomenda de matérias-primas e nos métodos que vai adoptar para satisfazer o caderno de encargos.
- **O Artífice:** tal como o subcontratado realiza operações de produção em função de um caderno de encargos entregue pelo contratador. Contudo, não tem autonomia na encomenda de matérias – primas porque elas lhe são fornecidas pelo contratador. Por vezes, as próprias máquinas de produção também lhe são fornecidas.

Síntese do Capítulo 4

Os diferentes tipos de mercados, os produtos, a sua estrutura e valor acrescentado que lhe está associado, determinam, a par das tecnologias e do seu estado de arte, organizações específicas dos sistemas produtivos.

No presente capítulo apresenta-se a sistematização destes conceitos, dando a conhecer os modelos de base para os múltiplos tipos de produtos ou para as diferentes relações com os mercados.

Para produzir um automóvel, um molde, ou uma ponte, os sistemas produtivos e obviamente a empresa ou a relação com os clientes ou consumidores-tipo de cada produto, apresentam características próprias que há que ter em conta, de forma a melhor adaptar técnicas, métodos e o desenvolvimento de competências das pessoas.

Gestão dos Materiais

Objectivos Específicos

- Dar a conhecer a sistematização da informação sobre materiais, componentes e produtos, necessária aos processos de gestão da produção onde se integrem.
- Interpretar e aplicar as regras para a codificação de produtos, estruturada (nomenclaturas).
- Dar a conhecer e interpretar a nomenclatura dos produtos.

1 Introdução

Neste capítulo iremos abordar, todo o material tido em linha de conta individualmente pelo sistema de Gestão da Produção a que se convencionou chamar artigo.

Existem várias classes de artigos que vão das matérias-primas ao produto acabado.

Afim de facilitar o tratamento das informações referentes aos mesmos aparece naturalmente a codificação dos artigos, que iremos desenvolver.

Finalmente nomenclaturas ou árvores de produto descrevem a estrutura hierárquica da composição de um artigo, definindo todos os materiais, componentes e subconjuntos que o integram.

1.1 Os Artigos

O que é um Artigo?

Todo o material tido em linha de conta individualmente pelo sistema de Gestão da Produção.

Artigo	<p>Todo o Material que pode ser:</p> <ul style="list-style-type: none"> <input checked="" type="checkbox"/> comprado; <input checked="" type="checkbox"/> stockado; <input checked="" type="checkbox"/> planificado; <input checked="" type="checkbox"/> transformado; <input checked="" type="checkbox"/> vendido. 	

1.2 As Classes dos Artigos

Existem diversas classes de artigos:

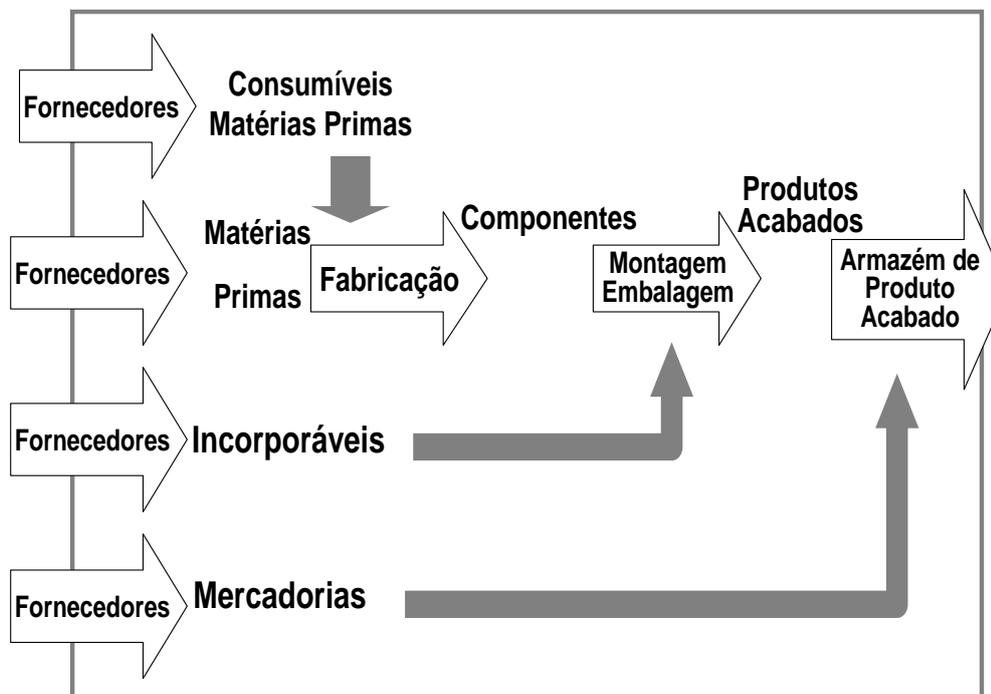
- Matérias-primas;
- Consumíveis;
- Matérias subsidiárias;
- Componentes (acabados ou semi-acabados);
- Incorporáveis;
- Mercadorias;
- Produtos acabados.

No Quadro da página seguinte apresentam-se as diferentes classes de artigos, sua definição e exemplos concretos.

CLASSE	DESCRIÇÃO DOS ARTIGOS	EXEMPLOS
MATÉRIAS-PRIMAS	Artigos que sofrem uma ou mais Operações de Transformação no Processo Produtivo da Empresa.	<ul style="list-style-type: none"> - Chapa de Ferro; - Cavilha de Latão; - Lingotes de Zamak; - Tubo de Cobre; - Pó Epoxy para Pintura; - Fio de Algodão; - Cimento; - etc....
CONSUMÍVEIS	Artigos que apesar de entrarem directamente no Processo Produtivo da Empresa, não são fisicamente incorporados nos seus Produtos Acabados.	<ul style="list-style-type: none"> - Ferramentas de desgaste rápido; - Óleos de Corte; - Pastas de Polimento; - Escovas de Polimento; - etc.....
MATÉRIAS SUBSIDIÁRIAS	Artigos que não entram directamente no Processo Produtivo da Empresa e, portanto, também não são fisicamente incorporados nos seus Produtos Acabados.	<ul style="list-style-type: none"> - Óleos Lubrificantes; - Material protecção - individual; - etc....
COMPONENTES	Artigos que após as necessárias Operações de Transformação (de acordo com a respectiva Gama Operatória), encontram-se aptos a serem montados, para constituição do Produto Acabado.	<ul style="list-style-type: none"> - variam muito de empresa para empresa
INCORPORÁVEIS	Artigos que são necessários incorporar nos Produtos Acabados, mas que não sofrem nenhuma Operação Interna de Transformação (apenas são montados).	<ul style="list-style-type: none"> - variam muito de empresa para empresa
MERCADORIAS	Artigos que têm a particularidade de serem apenas comercializados pela Empresa, ou seja, não entram no seu Processo Produtivo.	<ul style="list-style-type: none"> - variam muito de empresa para empresa
PRODUTOS ACABADOS	Artigos que atingiram a Fase Final do Processo Produtivo da Empresa (Montagem / Embalagem), estando aptos a serem vendidos.	<ul style="list-style-type: none"> - depende da actividade principal de cada Empresa em particular

1.3 Circuito dos Diferentes Materiais ou Artigos Numa Empresa

Apresenta-se de seguida os principais circuitos de materiais e artigos numa empresa.



1.4 A Codificação dos Artigos

1.4.1 A Necessidade da Codificação dos Artigos

As empresas fabris gerem fluxos de produtos, razão pela qual procuram naturalmente codificar esses produtos, afim de facilitar o tratamento das informações referentes aos mesmos.

São duas as principais necessidades que a codificação satisfaz:

- A identificação racional dos artigos;

- A classificação dos artigos (segundo um determinado critério pré-definido).

1.4.2 Principais Características de um Sistema de Codificação

Características	Descrição
Rigor	- Cada Artigo, uma única referência, e cada referência um artigo - Um Sistema de Codificação deve permitir diferenciar, com facilidade, as diferentes variantes de um produto
Maleabilidade (Flexibilidade)	- Um Sistema de Codificação deve permitir, de uma forma fácil, a introdução de novas referências, sem destruir a lógica do Sistema de Codificação.
Homogeneidade	- O Código deve ser homogéneo na quantidade de caracteres que comporta, na estrutura e na composição

1.4.3 Os Três Principais Sistemas de Codificação

Sistema de codificação	Descrição
Sistemas Analíticos ou Simplificativos	- Cada parte do código tem por finalidade descrever uma característica do produto.
Sistemas Sequenciais	- O código é um número sem significado especial, atribuído de uma forma cronológica ou aleatória.
Sistemas Mistos	- O código é composto por uma parte analítica e outra sequencial.

1.4.3.1 Codificação Analítica ou Simplificativa

Esta propriedade terá interesse se o objectivo for a classificação baseada na característica do produto. No entanto, este tipo de codificação é, muitas vezes, complexo e pode comportar até cerca de 20 caracteres alfanuméricos.

A Codificação Analítica ou Simplificativa tem a vantagem de ser possível a classificação de artigos a partir do código e o código é mais fácil de memorizar que o código sequencial. Por outro lado, tem o inconveniente de o código muitas vezes ser longo demais (até cerca de 20 caracteres, dificilmente evolutivo por lhe faltar maleabilidade e o Código comporta bastantes saltos (desperdício de meios informáticos).

1.4.3.2 Codificação Sequencial

Apenas existe uma série de caracteres alfanuméricos. Os artigos são registados logo que entram em stock ou quando iniciam o seu processo de produção, verificando-se assim uma ocupação mínima de espaço e as codificações podem ter uma extensão reduzida. Neste tipo de codificação o sistema raramente ultrapassa os 6 números (permitindo codificar 999 999 elementos).

A Codificação Sequencial tem a vantagem de ter poucos caracteres no código e este é evolutivo no tempo (basta incrementar um número no código por cada artigo novo a criar). Por outro lado, tem o inconveniente de ser impossível de detectar Codificações duplicadas e a impossibilidade de encontrar o código a partir das características do produto.

1.4.3.3 Codificação Mista

Estes códigos possuem uma parte analítica e uma parte sequencial, sendo que a parte analítica mantém-se a mais genérica possível. Regra geral, é este o tipo de codificação escolhido pelas empresas para a Identificação dos seus produtos. No momento da escolha da parte analítica do código há que ter atenção para não se prejudicar a sua mobilidade e evolução.

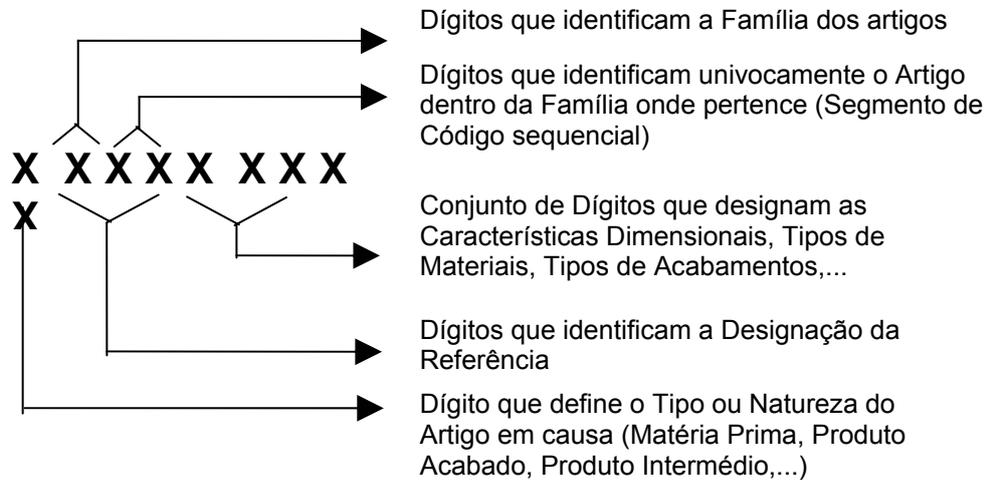
Este Sistema de Codificação permite assim superar alguns inconvenientes que os anteriores sistemas detinham.

1.4.4 A Estrutura da Codificação

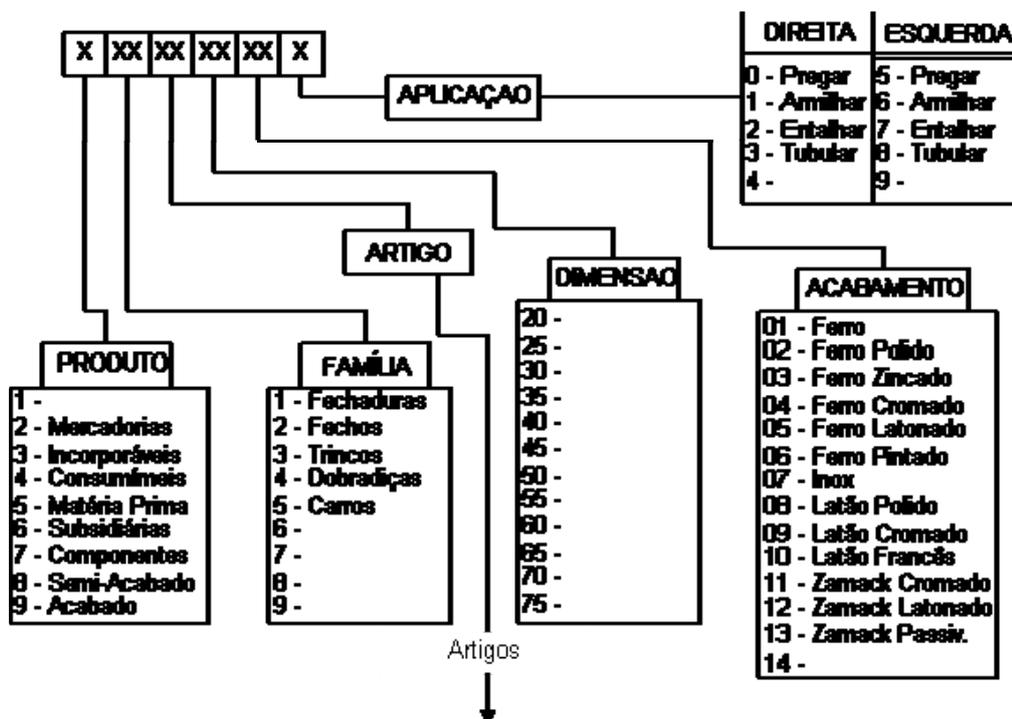
No sistema de codificação parte-se do geral para o particular quando se avança da esquerda para a direita. Assim começa-se por separar o conjunto dos artigos pelas suas principais classes: matérias-primas, componentes incorporáveis, produto acabado, etc. De seguida identificar-se-ão as famílias de artigos em cada uma das classes e depois as principais características ou atributos dos mesmos (família, forma, dimensões, acabamentos, etc...). Posteriormente à identificação e atribuição de uma série de caracteres às várias famílias, dever-se-à idealizar o resto da estrutura do código.

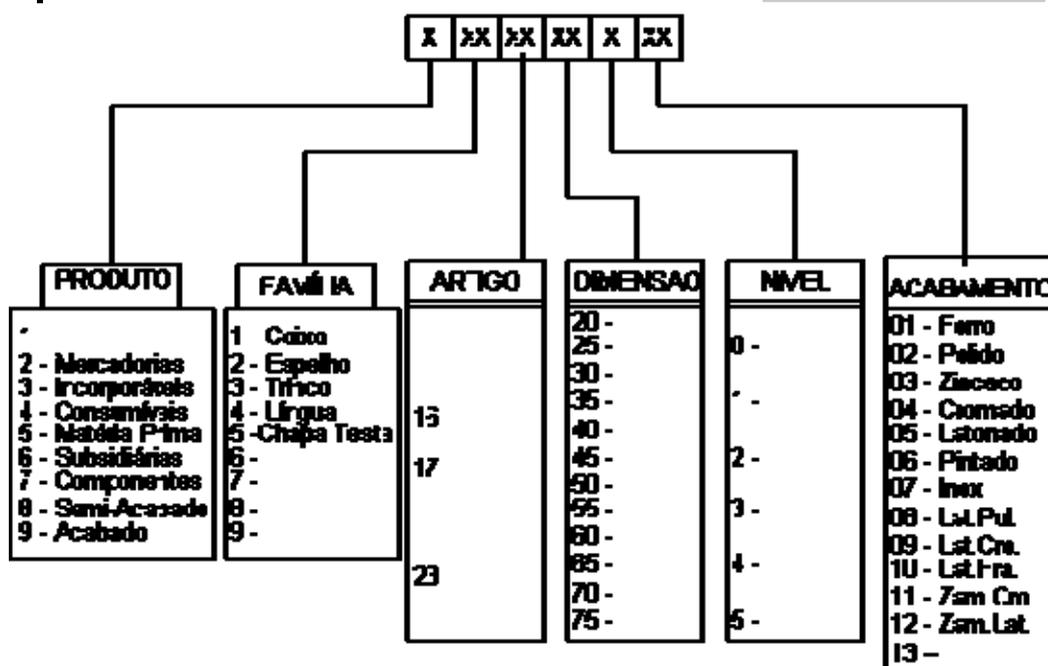
Em qualquer sistema de codificação debatemo-nos com a dicotomia entre um grande número de dígitos com a vantagem de permitir representar facilmente uma grande diversidade de artigos de elevada complexidade e a necessidade de o código ter um pequeno número de dígitos, para facilitar a operação com o mesmo. Embora dependendo da diferente complexidade do sistema de codificação, encontra-se um bom equilíbrio em torno de 10 dígitos.

A estrutura do código terá de ser constituída por diversos segmentos de dígitos independentes.



Apresenta-se abaixo um exemplo de codificação de um produto acabado e de um componente.





EXEMPLO: CAIXA DA FECHADURA 716 - 35 FERRO PINTADO 7311659036

1.5 As Nomenclaturas – Árvores do Produto

1.5.1 Introdução

As Nomenclaturas ou Árvores de Produto descrevem a estrutura hierárquica da composição de um artigo: definem todos os materiais, os componentes e subconjuntos que constituem os Artigos, tendo em conta o processo de fabricação e, portanto, os procedimentos de montagem e os pontos de stockagem.

Esta decomposição apresenta-se geralmente sob a forma arborescente (daí o nome de Árvore de Produto) e define as relações entre:

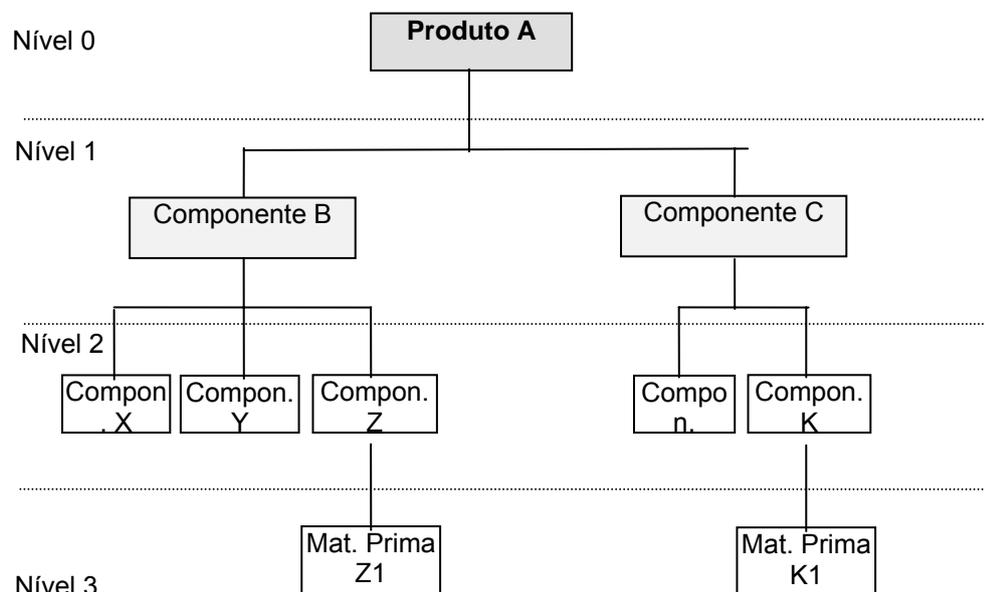
- Os “Artigos Compostos” (Produtos Acabados, Subconjuntos, Componentes Internos, ...) e
- Os respectivos “Artigos Componentes” (Componentes, Matérias Primas,...).

Estas relações são denominadas de ligações de nomenclatura e cada descida na decomposição de um artigo corresponde a um nível.

A Ligação de Nomenclatura é a ligação que existe entre 2 artigos. O artigo superior é designado por “Artigo Composto”, sendo o artigo inferior designado por “Artigo Componente”. Associado a cada ligação de nomenclatura encontra-se um Coeficiente Técnico que identifica a quantidade do “Artigo Componente” no “Artigo Composto” correspondente.

1.5.2 Exemplo de uma Árvore de Produto

Apresenta-se de seguida um exemplo de uma árvore de produto com 3 níveis.



Ao Nível 0 encontramos o produto acabado.

Ao Nível 1 encontramos os principais subconjuntos ou componentes de montagem final.

Ao Nível 2 encontramos os componentes que se agrupam nos subconjuntos.

Finalmente ao Nível 3 encontramos as matérias-primas.

1.5.3 O Nível de Nomenclatura

Em termos de Árvore de Produto, corresponde à ligação hierárquica entre um Artigo Composto e um Artigo Componente. Regra geral, convencionou-se o nível 0 como sendo o nível dos Produtos Acabados. Em cada decomposição passa-se de um Nível i para um Nível $i+1$.

O número de Ligações de Nomenclatura e o número de Nível das Nomenclaturas constituem frequentemente excelentes Indicadores da complexidade da Gestão e Planeamento da Produção.

As Nomenclaturas deverão contemplar apenas os níveis que são susceptíveis de acções de controlo durante o seu processo de fabrico, pelo que se deverá ter em conta os seguintes aspectos:

- pontos de stockagem intermédia (preferencialmente antes das Secções de Montagem e/ou de Pintura);
- pontos do processo produtivo, onde se diferenciam os produtos em função das necessidades dos clientes.

A Regra do Nível mais baixo pressupõe que qualquer artigo numa nomenclatura deverá ser representado no nível mais baixo onde ele intervenha. Por exemplo, um artigo que apareça no Nível 3 num subconjunto A e no Nível 2 num subconjunto B será “puxado” para o Nível 3 na nomenclatura do subconjunto B.

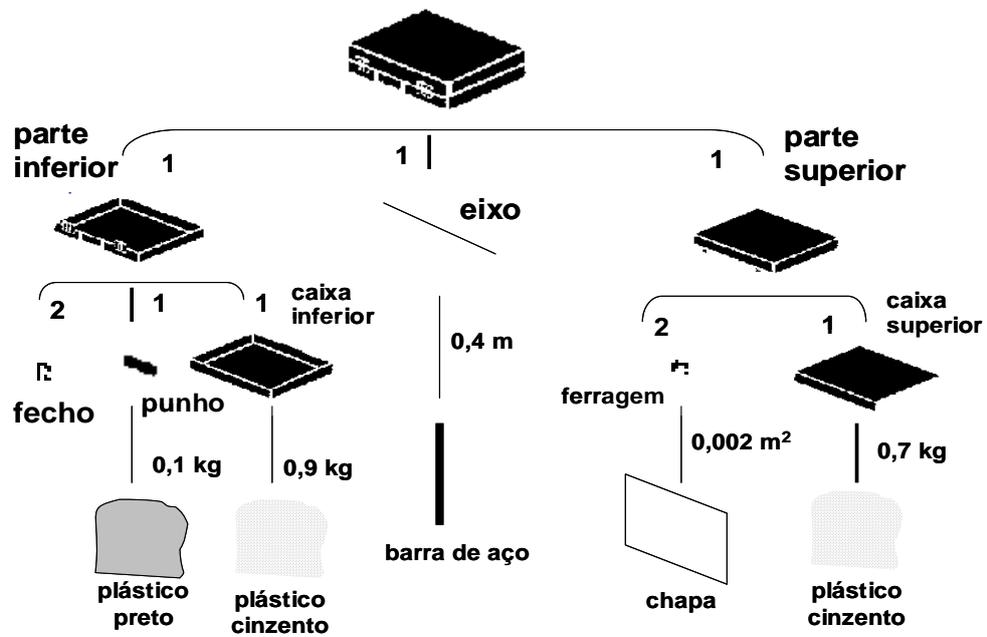
As principais vantagens da aplicação desta regra são:

- 1- Permite calcular, por uma única vez, a necessidade de um artigo componente, mesmo que esta intervenha várias vezes na mesma nomenclatura ou em várias nomenclaturas.
- 2 - Permite confirmar o stock disponível do artigo cuja necessidade aparece o mais cedo possível e não do artigo cujo nível seja o mais alto.

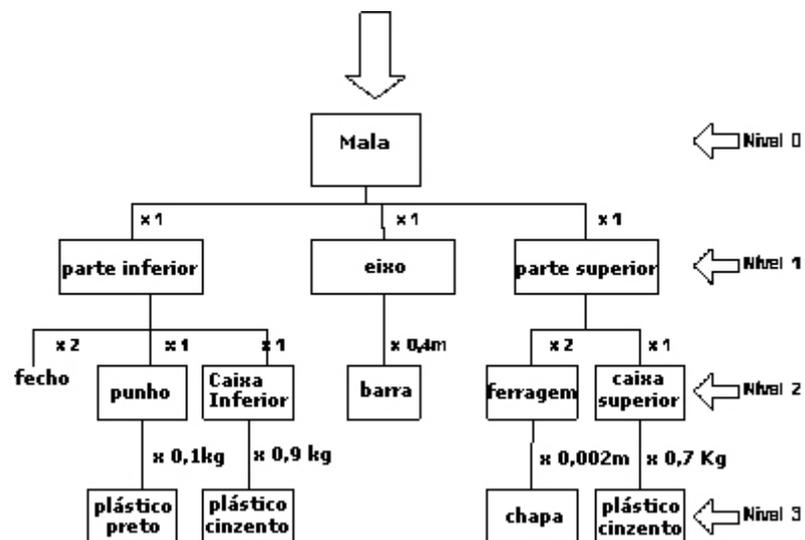
De facto, o cálculo das necessidades é um cálculo que se efectua nível a nível, sendo portanto indispensável que todas as necessidades manifestadas por um determinado artigo sejam reunidas num só nível.

1.5.4 Exemplo de Nomenclatura

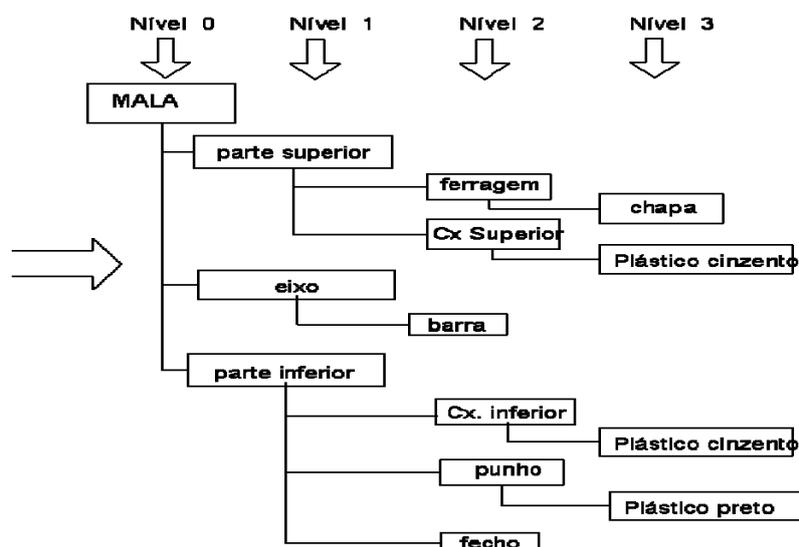
1.5.4.1 Explosão da nomenclatura de uma mala (arborescente ou horizontal)



Forma simplificada de apresentação:



Finalmente a forma de nomenclatura indentada (ou vertical).



Esta nomenclatura indentada é a mais usual nos sistemas informáticos de gestão da produção.

Síntese do Capítulo 5

Os múltiplos artigos, sejam componentes, matérias-primas, materiais a agregar aos produtos, o produto acabado, as embalagens, etc, necessitam de uma clara e inequívoca identificação, bem como de uma definição estruturada da sua composição. No presente capítulo apresentaram-se as regras básicas para a realização de uma codificação de artigos e para a elaboração de uma estrutura ou nomenclatura de um qualquer produto.

Gestão dos Tempos

Objectivos Específicos

- Capacitar os formandos para a determinação e sistematização da informação sobre tempos produtivos.
- Aplicar os métodos e técnicas adequados para a determinação de tempos em cada situação ou tipologia de produção.

1 Introdução

A medição dos tempos operatórios a par da gestão dos materiais constitui a base de suporte indispensável a qualquer sistema de Gestão de Produção, o domínio dos tempos é fundamental para obter respostas a questões cruciais para a empresa, tais como: qual é a capacidade instalada, qual o custo de transformação do produto, o prazo previsível de entrega, as necessidades de efectivos ou calcular as cargas das máquinas.

2 Métodos para Determinação de Tempos

A quantificação dos tempos pode ser efectuada de três formas diferentes:

- por comparação;
- por cronometragem;
- por tempos standard pré-determinados (MTM).

O quadro abaixo dá-nos indicações sobre critérios a ter em consideração na quantificação dos tempos operatórios.

Crítérios para a Quantificação dos Tempos Operatórios			
Tempo Crítérios	Por Comparação	Por Cronometragem	Por Tempos Standard pré-determinados
Tipos de Produção mais aconselhável	Produção única (Obra)	Pequenas e Médias Séries	Grandes Séries
Informação Necessária	Projectos Idênticos Já realizados	Informação genérica sobre a Operação sobre a Peça e sobre o Método	Informação, muito detalhada sobre os Movimentos da Operação
Precisão e Rigor	Baixo	Bom	Elevado

3 A medição dos Tempos por Cronometragem

3.1 Introdução

A medição dos tempos por cronometragem é o método mais comum e de maior utilização na generalidade dos casos.

A cronometragem dos tempos desenvolve-se em três etapas:

1 – Preparação do estudo do tempo

- informar a hierarquia do sector;
- reunir as informações relativas à operação (descrição da operação, desenho da peça, identificação da ferramenta, ficha de instruções da operação e gama de controlo);
- escolher o posto a analisar e optar por um operador com aptidões e qualificações normais;

- fazer um esboço do posto de trabalho e da peça a executar;
- explicar ao operador o que se pretende fazer;
- verificar se as condições de execuo estão estabilizadas;
- identificar o ciclo de trabalho (carga – transformao – descarga);
- escolher o momento para se começar a cronometrar.

2 – Cronometragem dos tempos de execuo

A cronometragem completa do tempo operatório  composta por 3 fases:

- Mediuo do Ciclo Operatório;
- Mediuo dos Elementos do Ciclo Operatório;
- Mediuo das Actividades Freqüenciais.

3 - Apuramento de resultados

Após a Recolha dos Tempos pode-se obter os Valores Médios a atribuir  Operao analisada. O Tempo Médio Unitário pode ser calculado a partir de vários Métodos:

- Método do 1º Terço ou Método de Taylor;
- Método do Tempo Modal (Tempo com maior freqüência);
- Método do Tempo Médio.

3.2 Meios Necessários  Cronometragem

Como em qualquer medio  necessário considerar aparelhos de Medida:

EQUIPAMENTO PRINCIPAL	EQUIPAMENTO AUXILIAR
Cronmetro (com Recuperao)	Prancheta com Folhas Papel
Câmera de Vídeo	Impressos
Vdeogravador	Máquina de Calcular



Os cronómetros são os aparelhos de medida de tempos, mais usuais e acessíveis, pelo que merecerão seguidamente uma abordagem mais específica em termos das suas principais características e métodos de utilização.

3.2.1 Cronómetros

Em geral são graduados em: 1/10.000 da hora, 1/100 do minuto, 1/10 de segundo:



- Com um ponteiro: pôr em movimento e parar por meio de um botão, voltar ao zero por meio de outro botão;

- Com recuperação: um botão suplementar serve para pôr em movimento e parar um segundo ponteiro.

Nota: Em cada caso, com 100 graduações por volta, o cronómetro de 1/10 000 da hora é mais preciso que o de 1/100 do minuto, equivalendo uma volta do primeiro a 0,6 do minuto, e a 1 minuto no segundo.

3.2.1.1 Método de utilização de Cronómetros sincronizados

Consiste em montar dois ou três cronómetros numa pequena prancha, e sincroniza-los.

O Cronometrista utiliza uma Prancheta portátil onde está fixado o Documento de Registo, e muitas vezes o Cronómetro.

Serve-se igualmente de Fitas Métricas para medir certas distâncias de trabalho, de Taquímetros para as velocidades das máquinas, de Dinamómetros para os esforços, etc.



3.2.1.2 Preparação dos Cronómetros

Voltar ao Zero

O ponteiro do cronómetro, tem para isso que ser parado, voltar ao zero depois de cada leitura e partir de novo imediatamente para a medição do tempo seguinte.

Sistemas com vários Cronómetros

Constituem um aperfeiçoamento do método:

–Dois cronómetros: Quando o primeiro pára, o segundo põe-se em movimento, regressando o primeiro imediatamente a zero;

–Três cronómetros: Em qualquer momento da cronometragem, há um cronómetro em movimento, outro parado no zero e o terceiro parado na última medição efectuada.

Leituras durante o movimento do operador

A leitura dos tempos faz-se sem parar o cronómetro. O cronómetro com ponteiro de recuperação induz um aperfeiçoamento neste método:

Um ponteiro mantém-se em movimento contínuo durante toda a cronometragem, enquanto o outro pára em cada medição, e depois vai juntar-se ao primeiro para continuar o movimento com ele até à paragem seguinte, e assim sucessivamente.

Análise dos tempos com base no Andamento (*)

Os tempos cronometrados não podem ser adoptados independentemente do executante e conforme este for mais ou menos activo.

Para obter um tempo objectivo, e ao mesmo tempo justo, é portanto, indispensável que intervenha a noção de Andamento do Executante.

Definição:

(*) Andamento de Referência ou Andamento Modal

Andamento do Executante que, no cumprimento da sua Tarefa, liberta sem restrições, o seu Potencial de Actividade:

- em Condições Normais de Trabalho;
- sem Prejuízo para a sua Saúde;
- durante todo o Dia de Trabalho;
- com uma Aptidão e Qualificação normais;
- com Repousos compensadores, concedidos em função do Esforço a fornecer e das Condições de Ambiente em que se encontra.

O Andamento de Referência ou *Andamento Normal* baseia-se, em muitos sistemas, na designada Marcha a Pé. Neste caso, as equivalências são as seguintes:

- para Bedaux, 4,5 km/h;
- para Barnes, 4,825 km/h;
- para BTE (Bureau des Temps Élémentaires) 5 km/h.



Barnes descreve as apreciações de andamento pelo estudo da marcha a pé do seguinte modo:

- *Aprecia-se o Andamento de Operadores que percorrem um espaço de 15 m em linha recta, num solo plano e em bom estado. O andamento 100, segundo Barnes, corresponde a um tempo de 0,187 minutos para a marcha a pé.*

Nota: Certas Escalas de Apreciação de Andamento não tomam o andamento normal por referência, mas sim o andamento normal «conforme o rendimento», isto é, o andamento de um executante estimulado por uma remuneração segundo o rendimento.

3.3 Execução do Estudo dos Tempos

O cronometrista deve trabalhar em cooperação com o chefe e o(s) operário(s).

Durante o estudo, o cronometrista deve posicionar-se próximo do operador de modo a permitir a visualização perfeita do trabalho que executa, evitando colocar-se de frente para o operador ou atrás do mesmo.

Nos dois tipos de cronometragem maioritariamente usados e já anteriormente apresentados :

A – Cronometragem contínua

B – Cronometragem repetitiva ou retorno a zero.

O cronometrista deve ficar em tal posição que, com um simples movimento dos olhos, possa observar o operador executar os movimentos, o equipamento, os ponteiros do cronómetro e a folha de cronometragem.

Ao fazer observações de tempos, o observador não deve confiar na memória. Todos os detalhes, mesmo aqueles que parecem evidentes, devem ser registados com precisão.

Elementos como:

- mudar pastilhas de corte
- retirar limalhas
- retirar peças acabadas
- substituir caixa vazia
- lubrificar matriz
- controlar cota “A”, “B” e “C”.

São partes integrantes e específicas da operação e como tal devem ser cronometradas. Deve também ser registada a frequência com que estas operações elementares são feitas.

3.4 Medição do Ciclo Operatório

O ciclo de trabalho ou ciclo operatório consiste numa série de acontecimentos que se seguem uns aos outros e se reproduzem numa ordem determinada, para a realização de uma tarefa.

3.4.1 Divisão da Operação em Elementos

Elemento é uma pequena divisão de um ciclo de trabalho ou de uma operação, possuindo um ponto de início e fim bem definidos que pode ser medido com precisão. A cronometragem de uma operação completa correspondendo a um único elemento de tempo, raramente é satisfatória.

A divisão da operação em elementos curtos e a cronometragem individual de cada um deles são partes essenciais no estudo dos tempos.

Os critérios para a divisão em elementos são:

- A – os pontos inicial e final devem ser definidos facilmente e detectáveis;
- B – o elemento deve ser o mais curto possível;
- C – tão unificado quanto seja possível;
- D – o elemento manual deve ser separado do elemento máquina;
- E – O elemento interno deve ser separado do elemento externo;
- F – O elemento cíclico deve ser separado do elemento frequencial.

Devemos subdividir os elementos até se obterem tempos de fácil medição: superiores a 5 cm e inferiores a 100 cm e se possível entre 15 cm e 30 cm.

Se algumas subdivisões têm tempos demasiado pequenos proceder em sentido inverso, ou seja, agrupá-los com subdivisões anteriores ou seguintes.

Deve-se medir igualmente a duração total da cronometragem, principalmente se for utilizado o Método de regresso a zero, para verificar se a soma dos tempos apontados não é anormalmente diferente dessa duração total.

3.5 Número de Ciclos a Serem Cronometrados

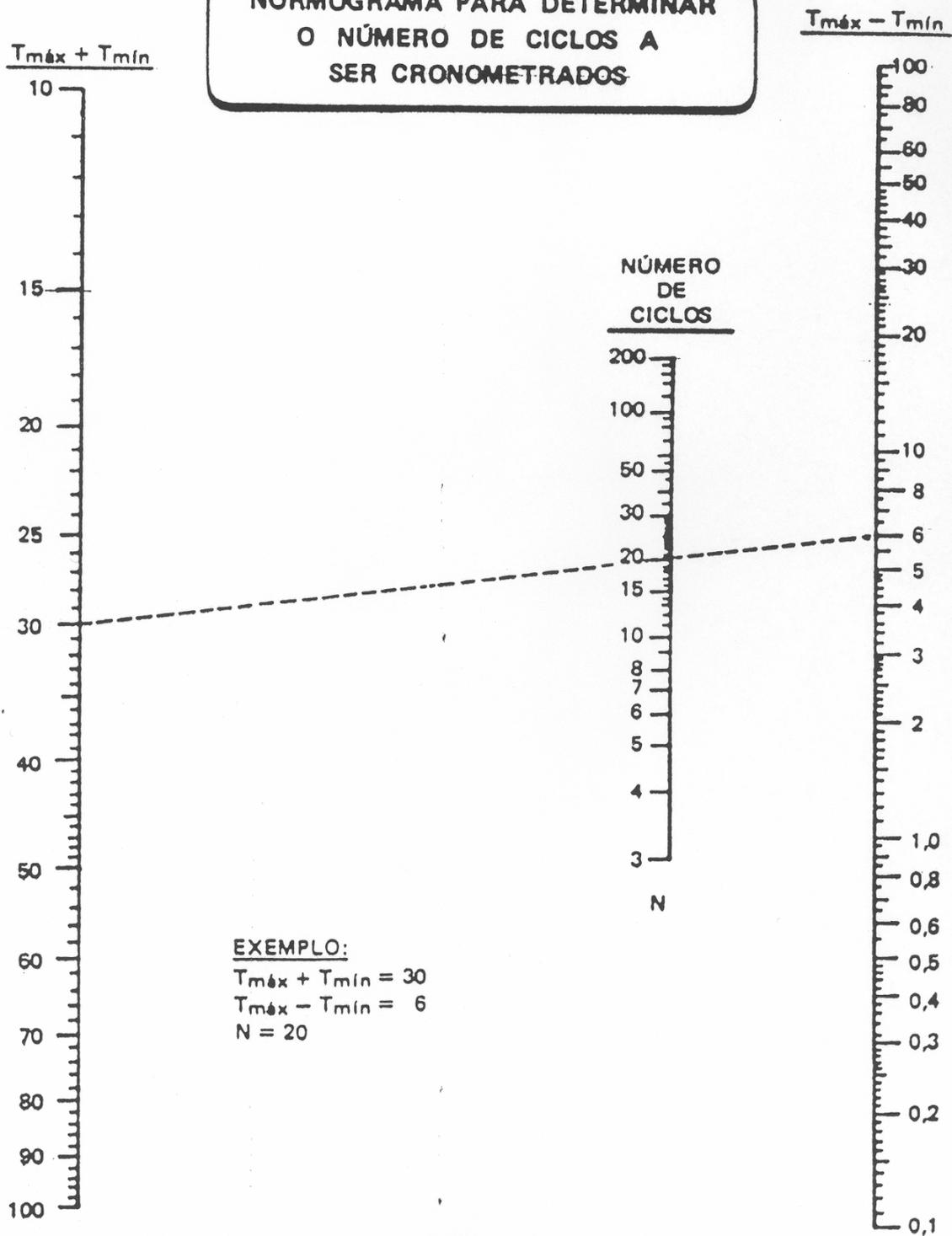
O Estudo de tempos por cronometragem é um processo de amostragem, e por isso, quanto maior for o número de ciclos cronometrados, mais representativos serão os resultados obtidos. O grau de precisão desejado definirá o número de ciclos a serem cronometrados.

Para determinar o número de ciclos a serem cronometrados utiliza-se um Ábaco ou Nomograma, conforme exemplo da página seguinte, devendo observar-se a seguinte sequência:

- 1º o cronometrista executa um determinado número de observações;
- 2º determina $T_{max} + T_{min}$;
- 3º determina $T_{max} - T_{min}$;
- 4º determina no Ábaco “N” (número de ciclos).

No Nomograma da página seguinte apresenta-se um exemplo prático de determinação do número de ciclos a serem cronometrados.

**NORMOGRAMA PARA DETERMINAR
 O NÚMERO DE CICLOS A
 SER CRONOMETRADOS**



No caso da amostra de tempos em estudo, assinalados no Nomograma, a soma do Tmax da amostra com o Tmin dá 30 e a diferença entre esses dois valores dá 6.

Para este caso de dispersão o número de ciclos a serem cronometrados é portanto de 20.

Se por exemplo se começar a fazer uma primeira amostragem de 10 cronometragens, a utilização do ábaco indica-nos portanto que se deverão realizar-se mais 10.

3.6 Medição de Actividades Frecuenciais

Apesar destas actividades fazerem parte do ciclo de trabalho, não se repetem necessariamente, de forma cíclica.

Os Tempos das Actividades frequenciais podem ser de dois Tipos:

- Tfi – este tipo de actividade frequencial obriga necessariamente à paragem da máquina (ex.: mudança de ferramenta);
- Tfe – actividade que não obriga à paragem da máquina (ex.: aprovisionamento do posto).

3.7 Apuramento do Tempo Unitário

3.7.1 Método do 1º Terço ou Método de Taylor

Este método é normalmente usado em Produção de grande Série, onde o movimento é perfeitamente rítmico e quando não há o risco de elementos estranhos.

Para se obter o Tempo standard, escrevem-se em linha, por ordem crescente de grandeza, todos os valores obtidos e contam-se.

Sendo o “n” o número de observações, o tempo a considerar será o que ocupa o “n/3” lugar na classificação.

Exemplo: Valores medidos, em segundos (página seguinte):

	10 09 08 09 11 09 08 11 11 10 07 06	
Per ordem crescente:	06 07 08 08 09 09 09 10 10 11 11 11	N = 12
	 <u>Tempo standard</u>	

3.7.2 Método do Tempo Modal

O Tempo standard é o Tempo que se repete o maior número de vezes uma série de tempos cronometrados. Este método é geralmente utilizado quando os Tempos extremos, devido a elementos externos, não dão ao trabalho uma cadência regular.

Exemplo: Pegando no exemplo anterior:

Tempo standard = 9" (de notar que 11" é um extremo)

3.7.3 Método do Tempo Médio

É utilizado quando o número de Tempos medidos é inferior a 10, ou quando a Natureza do Trabalho dá Tempos de Execução muito diferentes para uma mesma Operação elementar (ex.: Operações manuais).

O Tempo Médio determina-se calculando a média aritmética dos tempos observados.

Exemplo: Pegando no mesmo exemplo, teremos como Tempo Médio:

$$\frac{10 \ 09 \ 08 \ 09 \ 11 \ 09 \ 08 \ 11 \ 11 \ 10 \ 07 \ 06}{12} = 8,25''$$

3.8 Unidades de Tempo Mais Utilizados

As unidades de tempo mais utilizadas na medição e registo de tempos são as que constam do quadro da página seguinte

Unidades de Tempo	Aplicação
Centésimo de Minuto (cmn) = 1/100 de Minuto	Estudos de Tempos
Décimo - Milésimo de Hora (dmh) = 1/10000 de Hora	Estudos de Tempos
Minuto (mn ou ') ou Segundo (s ou ")	Gamas Operatórias

3.9 Folha de Determinação de Tempos

O preenchimento da folha de determinação de tempos (ver anexo) é a última etapa no estudo de tempos.

Esta folha é um documento fundamental porque:

- contém uma descrição exacta de toda a actividade cíclica e frequencial relativa a um posto de trabalho e os respectivos tempos;
- essa actividade cíclica é descrita segundo um método definido (modo operatório) permitindo a realização de um ou vários produtos.

3.9.1 Descrição dos Principais Campos da Folha de Tempos

Os principais campos previstos na folha de tempo são a descrição dos elementos de trabalho, a natureza do trabalho, a natureza dos tempos e o tempo suplementar pessoal.

3.9.1.1 Descrição dos Elementos de Trabalho

No campo relativo aos elementos de trabalho devem descrever-se sequencialmente as designações das operações.

3.9.1.2 Natureza do Trabalho

Quaisquer operações são compostas por períodos durante os quais as condições de trabalho variam em função:

- da Intervenção do Operador;
- da Intervenção do Meio Mecânico (com energia própria).

Nesse sentido está previsto um campo próprio e simbologia específica que distinguem e relacionam as operações em que o operador é obrigado a parar os meios produtivos, de outras em que pode acrescentar valor (produzir trabalho), ao mesmo tempo que a máquina funciona.

Simbologia utilizada na Folha de Determinação de Tempos:

Termo / Símbolo	Descrição
Tma: Trabalho manual	Aqui o único Trabalho realizado é efectuado pelo Operador com ou sem ajuda de uma Ferramenta Manual.
TM: Trabalho de Máquina	Trabalho realizado pela Máquina em automático. Corresponde ao Tempo Tecnológico.
TnM: Combinação do Tma e TM	Trabalho realizado simultaneamente pelo Operador e pela Máquina. Ex: Máquina sem avanço automático
TMs: Trabalho Máquina com vigilância	Trabalho realizado pela Máquina, mas com uma vigilância do operador. (Durante este tempo o Operador não pode exercer outra actividade).
Td: Trabalho de Deslocação	Trabalho relativo a uma Deslocação do Operador.
Tar: Trabalho de Setup	Trabalho relativo a uma Mudança ou Ajustagem de Ferramenta e Ajustagem da Máquina.

Nota: No campo Natureza do Trabalho está também previsto o cálculo do número de cargas por elemento, que corresponde ao número de ciclos realizados, relativamente ao elemento de tempo cronometrado. Em todas as actividades cíclicas o número de cargas por elemento é 1. No caso de actividades frequenciais ,o número de cargas por elemento é igual ao número de cargas realizadas entre duas operações frequenciais sucessivas.

Exemplo: a limpeza de uma ferramenta em cada 50 utilizações dá origem a um elemento para 50 cargas. (1/50)

3.9.1.3 Natureza dos Tempos

Consideram-se fundamentalmente dois conjuntos diferentes de tempos: os relacionados com as actividades cíclicas e os que respeitam a actividades frequenciais.

No quadro abaixo sintetizam-se, para cada um desses conjuntos de actividades, os tempos elementares a considerar na folha de tempos.

A - Actividades Cíclicas	
Tce: Tempo Cíclico Externo	Relacionado com operações efectuadas com a máquina a trabalhar.
Tci: Tempo Cíclico Interno	Relacionado com operações que obrigam a paragem da máquina.
TT: Tempo Tecnológico	Relacionado com o ciclo tecnológico da máquina. Este ciclo pode ser automático, semi-automático ou manual.
Tcy: Tempo de Ciclo	Corresponde à soma algébrica dos tempos totais do Tce, Tci e TT, durante um ciclo operatório completo. $T_{cy} = \sum T_{ce} + \sum T_{ci} + \sum TT$

B - Actividades Freqüenciais	
<p>Actividades fazendo parte do Ciclo de Trabalho, mas que não se repetem de forma cíclica.</p> <p>Ex: Mudanças de Ferramentas, Aprovisionamento ou Abastecimento do Posto, Afies da Máquina, Aces de Auto-Controlo, etc....</p>	
Tfi: Actividade Freqüencial Interna	Este tipo de actividade freqüencial obriga necessariamente à paragem da máquina. Ex: Mudança de ferramenta, ...
Tfe: Actividade Freqüencial Externa	Actividade que não obriga a paragem da máquina. Ex: Aprovisionamento do posto,....

3.9.1.4 Tempo Suplementar Pessoal – TSP

Os TSP vêm juntar-se ao tempo normal necessário para executar uma operação, permitindo ao operador uma maior flexibilidade.

No fundamental servem para compensar certas Interrupes podendo surgir durante o dia de trabalho não prejudicando a sua produção diária, isto é, ao serem considerados no estudo de tempos e porquanto se tratam de actividades que efectivamente ocorrem, permitem construir um referencial mais ajustado à realidade.

Há vários tipos de TSP, que dependem das condições de trabalho e nomeadamente os referentes a :

- esforço dinâmico;
- esforço estático;
- atenção ou esforço mental;
- condições do ambiente;
- repetitividade.

Que efectivamente se verificam nas actividades desenvolvidas pelo operador.

Cada um destes tipos de TSP apresenta diferentes especificidades que importa ter em consideração e que seguidamente se abordam:

Esforço Dinâmico

A percentagem aplicada depende do esforço real efectuado, conforme a Tabela seguinte:

ESFORÇO REAL					%
		Esforço =		0 kg	0
0	<	“	≤	2,5kg	1
2,5	<	“	≤	5 kg	2
5	<	“	≤	10 kg	4
10	<	“	≤	15 kg	6
15	<	“	≤	20 kg	8
20	<	“	≤	25 kg	10

isto é, deve afectar-se o tempo normal de uma percentagem, conforme constante do quadro acima e face às circunstâncias detectadas.

Esforço Estático

Esforço muscular necessário ao operador para se manter de pé ou deslocar-se durante a execução da sua tarefa. Para este esforço atribui-se 1%.

Atenção ou Esforço Mental

Durante a execução de um trabalho, este exige, com certa frequência da parte do operador, precisão, concentração, precaução, etc. Para estas solicitações é atribuído 1%.

Condições do Ambiente

Neste caso atribui-se uma percentagem de tempo suplementar onde se verifiquem condições de trabalho bastante desagradáveis para o operador como por exemplo: grande poluição, vibrações mecânicas e luminosas, etc.

Esforço de Repetitividade

A tensão e a fadiga nervosa devidas à repetitividade são função do tempo de duração do ciclo (tcy). As percentagens atribuídas são as referidas na seguinte tabela:

REPETITIVIDADE					%
		Tcy	≤	3 cmn	10
3	<	"	≤	4 cmn	9
4	<	"	≤	5 cmn	8
5	<	"	≤	6 cmn	7
6	<	"	≤	7 cmn	6
7	<	"	≤	8 cmn	5
8	<	"	≤	9 cmn	4
9	<	"	≤	10 cmn	3
10	<	"	≤	11 cmn	2
11	<	"	≤	12 cmn	1

3.9.1.4 Outros símbolos utilizados na Folha de Tempos

- To:** Tempo operatório;
- Tom.:** Tempo operatório com acréscimo (majorado);
- TMo:** Tempo de ocupação da máquina;
- TSP:** Tempo suplementar pessoal;
- T1c1M.:** Tempo 1 carga / 1 máquina;
- Tuo:** Tempo de utilização do operador;

Tuoc:	Tempo de utilização do operador no ciclo;
Ro:	Ocupação do operador;
Roc:	Ocupação do operador no ciclo;
Tio:	Tempo disponível do operador (inactividade);
TuM:	Tempo de utilização da máquina. Corresponde à soma dos trabalhos realizados pela máquina durante o ciclo;
Rm; Rmc:	Ocupações da máquina;
Rr; RrM:	Ocupações correspondentes ao tempo de ciclo ou ao tempo de utilização da máquina;
Ta:	Tempo atribuído actualizado, também conhecido por taj. O tempo atribuído é igual ao TSO (tempo standard operacional) tendo em conta modificações dos processos de fabrico e que dão origem aos desvios de produtividade.

3.9.2 Principais Algoritmos da Folha de Tempos

Podendo potenciar-se a folha de tempos a muitos níveis e sob diversos prismas de análise, podem considerar-se como fundamentais, os seguintes tipos de tempos

O **tempo de ciclo Tcy** que se obtém através da fórmula::

$$Tcy = \sum Tce + \sum Tci + \sum TT$$

em que o **tempo de ciclo da máquina TcyM** é:

$$TcyM = \sum Tci + \sum TT$$

Por outro lado, o **tempo total das actividades frequentes Tf** é dado por:

$$Tf = \sum Tfi + \sum Tfe$$

O **tempo de ocupação da máquina** por ser expresso da seguinte forma:

$$T_{Mo} = T_{cyM} + \sum T_{fi}$$

Como o **tempo operatório T_o** (teórico) é obtido através de:

$$T_o = T_{cy} + T_f$$

O **Tempo com acréscimo T_{om}** , é dado por:

$$T_{om} = T_o + \sum T_{sp} + T_{scm} (*)$$

Nota (*) : T_{scm} representa o tempo reservado para as necessidades pessoais ou certas necessidades administrativas (marcar ponto, relações com os superiores, ...). Este tempo tem a particularidade de não poder estar definido quer quanto à sua duração, quer quanto à sua frequência.

O tempo T_{scm} pode tomar valores que variam entre 3 e 5% do T_o (tempo operatório) para os homens e entre 5 e 7% para as mulheres.

3.9.3 Objectivos e Vantagens da Folha de Tempos

Permitir conhecer a operação, o trabalho, o modo operatório e o posto de trabalho;

- permitir separar as intervenções humanas das intervenções tecnológicas (máquinas) com a finalidade de determinar as ocupações Homem / Máquina;
- identificar os diferentes esforços exercidos durante o trabalho (afecção de tempos suplementares).



4. MTM - Methods Time Measurement

4.1 Definição

O MTM é um processo de análise de todos os gestos ou movimentos elementares necessários à realização de uma operação manual.

De um modo geral revela-se mais complexo de aplicar que o da cronometragem anteriormente apresentado, exigindo uma preparação mais aprofundada e longa.

4.2 Processo de Análise dos Movimentos

No MTM, os movimentos são definidos em função dos seus objectivos.

A cada Gesto é atribuído um Tempo *Standard* Predeterminado, que depende da Natureza do Movimento e das Condições em que ele é efectuado. Estas Condições constituem os «casos» e os «tipos». Faz-se a distinção entre:

- os movimentos dos membros superiores;
- os movimentos do corpo;
- os movimentos dos membros inferiores;
- os movimentos visuais.

Os Tempos correspondentes são agrupados em Tabelas de Tempos (ver páginas seguintes).

Os Tempos das Tabelas referem-se a Movimentos efectuados ao *Andamento Normal* e são expressos em centésimos milésimos de hora:

símbolo cmh ou TMU = *Time Measurement Unit*

As Tabelas permitem, para além disso, apreciar a possibilidade de efectuar Movimentos simultâneos.

MOVIMENTOS DOS MEMBROS SUPERIORES

ATINGIR — R — (Reach)

DIST. EM CM	R_A	R_B	R_C		R_E	m R.A		m (B)	DESCRIÇÃO DOS CASOS
			R_D	R_E		R_Am	R_Bm		
1<2	2.0	2.0	2.0	2.0	1.6	1.6	0.4	A — Atingir um objecto colocado sempre no mesmo lugar, um objecto na outra mão, objecto no qual a outra mão repousa.	
2	2.2	2.2	3.0	2.2	2.0	1.7	0.5		
4	3.3	3.3	5.2	3.3	3.0	2.5	0.8		
6	4.5	4.5	6.5	4.5	3.9	3.0	1.5		
8	5.4	5.6	7.5	5.5	4.5	3.6	2.0		
10	6.0	6.6	8.4	6.4	4.9	4.2	2.4		
12	6.4	7.4	9.1	7.1	5.2	4.8	2.6		
14	6.7	8.2	9.7	7.7	5.5	5.3	2.9		
16	7.1	8.8	10.3	8.2	5.8	5.9	2.9		
18	7.4	9.4	10.8	8.7	6.1	6.5	2.9		
20	7.8	9.9	11.4	9.2	6.4	7.1	2.8		
22	8.1	10.5	11.9	9.7	6.8	7.6	2.9		
24	8.5	11.1	12.5	10.2	7.1	8.2	2.9		
26	8.8	11.6	13.0	10.6	7.4	8.8	2.8		
28	9.2	12.2	13.6	11.1	7.7	9.4	2.8		
30	9.5	12.8	14.1	11.6	8.0	9.9	2.9		
35	10.4	14.2	15.5	12.8	8.8	11.4	2.8		
40	11.3	15.6	16.8	14.1	9.6	12.8	2.8		
45	12.1	17.0	18.2	15.3	10.4	14.2	2.8		
50	13.0	18.4	19.6	16.5	11.2	15.7	2.7		
55	13.9	19.9	20.9	17.7	12.0	17.1	2.8		
60	14.7	21.3	22.3	19.0	12.7	18.5	2.8		
65	15.6	22.7	23.7	20.2	13.5	20.0	2.7		
70	16.5	24.1	25.0	21.4	14.3	21.4	2.7		
75	17.3	25.5	26.4	22.6	15.1	22.8	2.7		
80	18.2	26.9	27.8	23.9	15.9	24.3	2.6		
Sob 5	0.9	1.4	1.4	1.2	0.8	1.4		E — Deslocar a mão para uma posição indefinida, quer para assegurar o equilíbrio do corpo, quer para preparar o movimento seguinte, quer para libertar a zona de trabalho.	

MOVER = M = (Move)

DIST. EM CM	M_A	M_B	M_C	m M.B		m (B)	COM ESFORÇO			DESCRIÇÃO DOS CASOS
				M_Bm	M_Bm		kg	Const. estab.	Coef. dinâm.	
1<2	2.0	2.0	2.0	1.7	0.3					A — Mover um objecto até à outra mão ou até um bloco.
2	2.2	2.5	2.7	2.0	0.5	0	0	1		
4	3.1	3.8	4.5	2.6	1.2	1,25				
6	4.1	5.0	5.8	3.1	1.9	1,25	1,9	1,04		
8	5.1	6.0	7.0	3.7	2.3	2,5				
10	6.1	6.9	8.0	4.2	2.7	2,5	3,3	1,09		
12	7.0	7.7	8.9	4.8	2.9	2,5				
14	7.7	8.5	9.6	5.4	3.1	5	5,2	1,15		
16	8.3	9.2	10.3	5.9	3.3	7,5	7,1	1,21		
18	8.9	9.9	11.0	6.5	3.4	10	9,0	1,27		
20	9.6	10.5	11.7	7.0	3.5	12,5	10,9	1,34		
22	10.2	11.1	12.3	7.6	3.5	15	12,8	1,40		
24	10.8	11.7	13.0	8.2	3.5	17,5	14,7	1,46		
26	11.4	12.2	13.7	8.7	3.5	20	16,6	1,52		
28	12.1	12.7	14.4	9.3	3.4	22,5				
30	12.7	13.2	15.1	9.8	3.4					
35	14.2	14.4	16.8	11.2	3.2					
40	15.8	15.6	18.4	12.6	3.0					
45	17.4	16.8	20.1	14.0	2.8					
50	18.9	18.0	21.8	15.4	2.6					
55	20.5	19.2	23.5	16.8	2.4					
60	22.1	20.4	25.2	18.1	2.3					
65	23.6	21.6	26.9	19.5	2.1					
70	25.2	22.8	28.6	20.9	1.9					
75	25.8	24.0	30.3	22.3	1.7					
80	28.3	25.2	32.0	23.7	1.5					
Sob 5	1.6	1.2	1.7	1.4					C — Mover um objecto até um local preciso ou com precaução.	

VOLTAR = T = (Turn)

COM ESFORÇO		ÂNGULO DE ROTAÇÃO EM GRAUS										
kg	Símbolo	30	45	60	75	90	105	120	135	150	165	180
1	S Fraco	2,8	3,5	4,1	4,8	5,4	6,1	6,8	7,4	8,1	8,7	9,4
2	M Médio	4,4	5,5	6,5	7,5	8,5	9,6	10,6	11,6	12,7	13,7	14,8
3	L Grande	6,4	10,5	12,3	14,4	16,2	18,3	20,4	22,2	24,3	26,1	28,2

MOVIMENTOS DE MANIVELA — C — (Crank)

Diâmetro em cm	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	35	40
Primeira volta (ou volta isolada)	13,4	14,4	15,2	15,9	16,3	17,1	17,6	18,0	18,4	18,8	19,1	19,4	19,7	19,9	20,2	20,7	21,1
Por volta suplementar	8,2	9,2	10	10,7	11,3	11,9	12,4	12,8	13,2	13,6	13,9	14,2	14,5	14,7	15	15,3	15,9

APLICAR PRESSÃO — AP — (Apply Pressure)

AP1	16,2	Compreende um voltar a agarrar
AP2	10,6	Não compreende um voltar a agarrar
AP3	5,4	Tempo de reacção fisiológica

AGARRAR — G — (Grasp)

CASOS	cmh	DESCRIÇÃO DOS CASOS
G1A	2	Agarrar um objecto fácil de agarrar
G1B	3,5	Agarrar um objecto muito pequeno ou agarrar um objecto achatado, numa superfície plana
G1C1	7,3	Diâmetro > 12 mm
G1C2	8,7	6 mm < diâmetro ≤ 12 mm
G1C3	10,8	Diâmetro ≤ 6 mm
		Agarrar um objecto pouco mais ou menos cilíndrico através de obstáculos, impedindo que seja agarrado por baixo ou de lado
G2	5,6	Voltar a agarrar. Modificar a pressão, sem largar o objecto
G3	5,6	Passar o objecto de uma mão para outra
G4A	7,3	Diâmetro > 25 mm
G4B	9,1	6 mm < diâmetro ≤ 25 mm
G4C	12,9	Diâmetro ≤ 6 mm
		Agarrar um objecto misturado com outros, de modo a que haja procura e selecção (ou opção)
G5	0	Agarrar um objecto por contacto ou quando os dedos exercem um controlo parcial do objecto

LARGAR — RL — (Release)

RL1	2	Largar, abrindo os dedos
RL2	0	Largar, abandonando o contacto

POSICIONAR — P — (Position)

CLASSE DE AJUSTAMENTO	SIMETRIA	MANIPULAÇÃO	
		E: Fácil	D: Difícil
P1 <i>Livre</i> Não é necessária nenhuma pressão	S	5,6	11,2
	S S	9,1	14,7
	N S	10,4	16,0
P2 <i>Suave</i> É necessário fazer uma leve pressão	S	16,2	21,8
	S S	19,7	25,3
	N S	21,0	26,6
P3 <i>Duro</i> É necessária uma forte pressão	S	43,0	48,6
	S S	46,5	52,1
	N S	47,8	53,4

A profundidade do movimento é de 25 mm ou mais

SOLTAR — D — (Disengage)

CLASSE DE AJUSTAMENTO	MANIPULAÇÃO	
	E: Fácil	D: Difícil
D1 <i>Livre</i> — Esforço muito leve. — Não se descortina qualquer recuo	4,0	5,7
D2 <i>Suave</i> — Esforço médio. — Ligeiro recuo	7,5	11,8
D3 <i>Duro</i> — Esforço importante. — Recuo marca da mão	22,9	34,7

MOVIMENTOS VISUAIS

DESLOCAÇÃO DO OLHAR — ET — (Eye Travel)
(Sem rotação da cabeça)

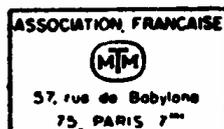
Tempos	$\left\{ \begin{array}{l} \text{Exacto} = 0,285 \times \text{ângulo de rotação dos olhos, em graus} \\ \text{Aproximado} = 15,2 \cdot \frac{T}{D} \end{array} \right. \left\{ \begin{array}{l} T = \text{distância entre os dois pontos olhados} \\ D = \text{distância entre o olho e a recta que une os dois pontos} \end{array} \right.$	
		Com um valor máximo de 20 cmh

EXAMINAR — EF — (Eye Focus)
(sem deslocamento do eixo ocular)

Tempo 7,3

MOVIMENTOS DO CORPO E DOS MEMBROS INFERIORES

DESCRIÇÃO	SÍMBOLO	DISTÂNCIA	cmh	
Rodar o pé em volta do tornozelo com bastante força	FM	Até 10 cm	8,5	
Deslocar a perna ou a barriga da perna	FMP	Até 15 cm.	19,1	
	LM		7,1	
		cada cm a mais	0,5	
Caminhar a passo, livremente	W_P W_PO W_PL		15,0	
			• Com obstáculos	17,0
			• Deslocando uma carrinha	17,0
Dar um passo para o lado	SS_C1	Menos de 30 cm	Padrão por R ou M	
			— Caso 1: terminado, quando a perna que se levantou chega ao solo	17,0
			— Caso 2: terminado, quando a segunda perna levantada chega ao solo	0,2
				34,1
	SS_C2	Cada cm a mais	0,4	
		Cada cm a mais	0,4	
Rodar o corpo de 45 a 90	TBC1		18,6	
			— Caso 1: terminado, quando a perna levantada atinge o solo	
			— Caso 2: terminado, quando a segunda perna elevada atinge o solo	37,2
	TBC2			
Sentar-se	SIT	-----	34,7	
Levantar-se	STD	-----	43,4	
Inclinar-se	B	-----	29,0	
Baixar-se	S	-----		
Pôr um joelho em terra	KOK	-----		
	AB	-----		
Endireitar-se, levantar-se, respectivamente	AS	-----	31,9	
	AKOK	-----		
Ajoelhar-se completamente	KBK	-----	69,4	
Levantar-se	AKBK	-----	76,7	



TABELAS MTM

TABELAS COMPLEMENTARES MTM

As tabelas 1 e 2 abaixo fornecem dados complementares. Para a utilização destes dados, consultar os suplementos para a formação n.º 8 e n.º 9.

TABELA 1 — POSICIONAR — P — (Complementos)

CLASSE DE AJUSTAMENTO FOLGA TOLERÂNCIAS	CASO (2) DE SIMETRIA	SÓ ALINHAR A	PROFUNDIDADE DE ENVOLVIMENTO (cm)				
			0	1	2	3	4
21 J: 3,81 o 8,90 T: 7,61 o 17,80	S	3,0	3,4	6,4	7,2	8,1	9,0
	S S	3,0	10,3	13,3	14,1	15,0	15,9
	N S	4,8	15,5	18,5	19,3	20,2	21,1
22 J: 0,64 o 3,80 T: 1,27 o 7,60	S	7,2	7,2	11,7	12,6	13,6	14,3
	S S	8,0	14,9	19,4	20,3	21,1	22,0
	N S	9,5	20,2	24,7	25,6	26,4	27,3
23 ^{III} J: 0,13 o 0,63 T: 0,26 o 1,26	S	9,5	9,5	15,8	17,6	19,5	21,4
	S S	10,4	17,3	23,6	25,4	27,3	29,2
	N S	12,2	22,9	29,2	31,0	32,9	34,8
J: folga radial em mm			T: tolerância total em mm				
1) <i>Fixação</i> : acrescentar o número verificado em Aplicar a Pressão. <i>Manipulação difícil</i> : acrescentar o número verificado de G2.							
2) Determinar o caso de simetria, segundo as propriedades geométricas, mas utilizar o caso S se o objecto for orientado antes do Mover que precede.							

TABELA 2 — APLICAR PRESSÃO — AP — (Complementos)

Aplicar Força (AF) = 1,0 + (0,7 × p) cmh até p = 4,2 kg = 4,0 cmh por 4,2 kg e mais	
Segurar, mínimo (DM): 4,2 cmh	Diminuir Força (RLF): 3,0 cmh
AP = AF + Segurar + RLF	APB = AP + G2

EDITOR-DISTRIBUIDOR: LES ÉDITIONS D'ORGANISATION

4.3 Domínios de utilização do Modelo MTM:

O método MTM é aplicável em diversas situações e domínios e nomeadamente quando se tem em vista:

- a melhoria dos métodos existentes;
- a concepção dos meios de produção;
- a criação de tempos standard especializados;
- a concepção de produtos.

Síntese do Capítulo 6

Os tempos de produção são factores fundamentais na gestão do processo produtivo, constituindo-se, na generalidade dos casos, como determinantes para a competitividade da empresa, no que respeita a custos industriais (que determinam as margens de lucro), aos prazos de execução e entrega ao cliente e à necessária flexibilidade que caracterizam os mercados actuais.

O Cálculo e validação dos tempos de produção, tecnológicos, de mão-de-obra directa, de movimentação, transporte, etc, baseada em técnicas e métodos de base científica, revela-se portanto como uma disciplina nuclear da gestão da produção.

No presente capítulo definiram-se os conceitos básicos para a determinação de tempos produtivos e aprofundou-se a metodologia de cronometragem, exemplificando-se até ao preenchimento e análise do documento central na gestão de tempos: a Folha de Tempos.

O capítulo foi concluído com uma apresentação sintética de um método alternativo ao da cronometragem: o método MTM

Gamas Operatórias, Planeamento e Programação

Objectivos Específicos

- Interpretar os dados técnicos necessários para estruturar, elaborar e explorar uma gama operatória,
- Dar a conhecer os objectivos do planeamento e programação da produção e as principais técnicas para otimizar a exploração dos recursos (mão de obra e equipamentos) e para o cumprimento de prazos.
- Saber interpretar e calcular os principais indicadores de performance do processo produtivo.

1 O Planeamento e Controlo da Produção

1.1 As Gamas Operatórias

Para se realizar um planeamento da produção minimamente exequível, é necessário conhecer o prazo de fabricação dos vários artigos. para tal, dever-se-á conhecer os recursos (máquinas, linhas ou células) necessários para a execução de cada um dos artigos durante as sucessivas operações, os respectivos tempos de operação, os tempos de espera, os tempos de transferência de artigos, etc.

A gama operatória define, portanto, a sequência das operações necessárias à fabricação ou à montagem de um artigo. estas operações encontram-se ordenadas na respectiva gama, podendo englobar, para cada uma delas, a seguinte informação:

- numero de ordem ou da operação;

- descrição da operação;
- posto de carga (máquina, linha de montagem, célula de produção, sector,...);
- identificação da ferramenta;
- tempo unitário de execução (tempo de ciclo, tempo por peça,...);
- tempo de setup (tempo de preparação ou de mudança de ferramentas);
- tempo de transferência para o posto de carga seguinte;
- tempo de stockagem em curso de produção;
- etc...

Uma gama pode estar afectada a um ou vários artigos, e um artigo pode ter várias gamas operatórias, isto é, processos de fabricação diferentes. neste último caso, existe uma gama operatória principal ou standard e gamas alternativas ou de substituição.

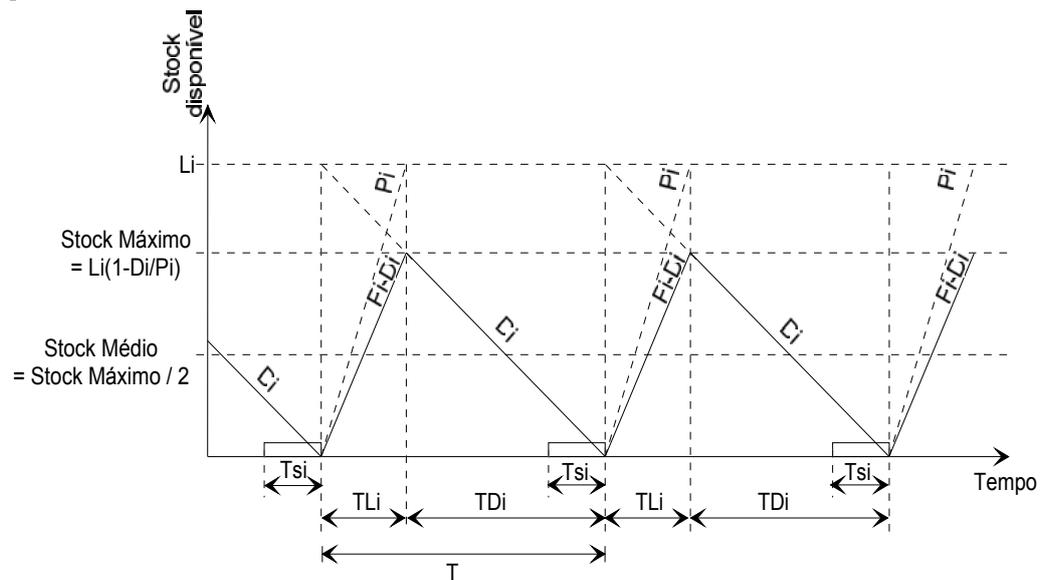
Na gama operatória, temos a síntese e todo o trabalho desenvolvido na determinação de tempos.

É igualmente a partir destes elementos de síntese (número da operação, descrição da operação, tempo de ciclo) que se baseia toda a gestão de tempos.

Em anexo apresentamos dois exemplos de gamas operatórias.

1.2 Lote Económico de Fabricação - Fórmula de Wilson

Considere-se um produto i que é produzido numa máquina que funciona intermitentemente, isto é, pára logo que completa um lote de dimensão pré-estipulada L_i e arranca logo que o stock fabricado se esgota. Considere-se ainda que, quer o ritmo de consumo D_i , quer a cadência de produção P_i , se mantêm perfeitamente constantes. A Figura seguinte ilustra esta situação,



em que:

T_{si} = tempo de *setup* (preparação) da máquina para processar o produto i ;

T_{Li} = tempo de fabricação do lote do produto i (de notar que durante este intervalo de tempo, também se está a consumir o produto i);

T_{Di} = tempo de consumo do produto i ;

T = tempo de ciclo de rotação (é igual à soma do T_{Li} com o T_{Di}).

Nestas condições teóricas ideais, verificam-se, ao longo do tempo, os seguintes custos:

A_i = custo de *setup* ou de preparação da máquina, cada vez que esta arranca para fabricar novo lote do produto i ;

H_i = custo de imobilização do stock do produto i , constituído devido a produção antecipada. também é conhecido como custo de posse (de stock), por unidade e por unidade de tempo.

Estes 2 custos podem ser estimados a partir da aplicação das seguintes expressões:

$A_i = N_{si} \times C_{pi} + N_{hi} \times Ch$	<p>N_{si} = quantidade de produto i defeituoso (sucata) devido à preparação; C_{pi} = custo unitário do produto i; N_{hi} = número de horas de mão-de-obra directa (mod) envolvidas na preparação do sistema para processar o produto i; Ch = custo - hora da MOD.</p>
$H_i = C_{pi} \times r$	<p>C_{pi} = custo unitário do produto i; r = taxa de posse do stock (inclui encargos financeiros, encargos de armazenagem, perda de valor, seguros);</p>

Na prática, o custo de *setup* A_i , é muito mais complexo, uma vez que pode depender de alguns dos seguintes factores:

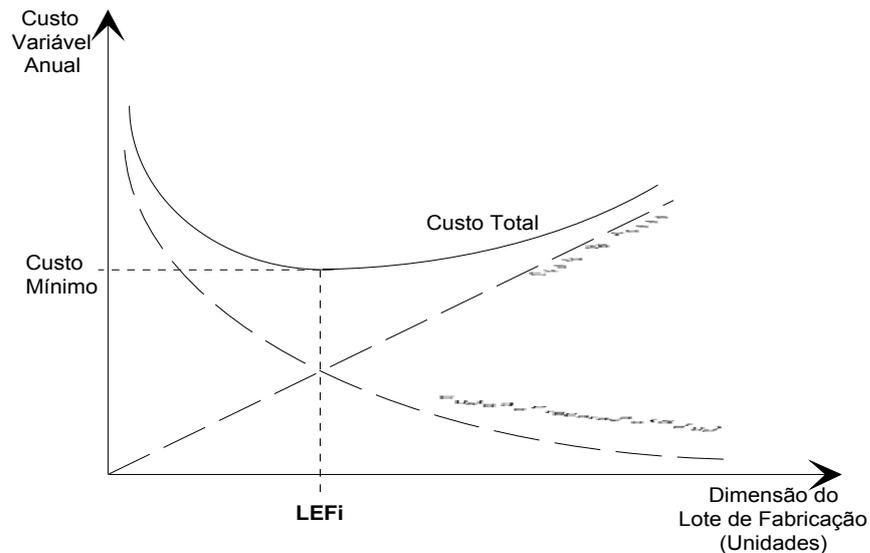
Factores que variam com a duração da paragem

- mão-de-obra do preparador da máquina (pode ser o operador ou não);
- máquina indisponível (custo de oportunidade);
- mão-de-obra directa ociosa;
- eventuais perdas de venda (devido à pouca flexibilidade da máquina, isto é, não consegue fabricar apenas as quantidades estritamente necessárias);
- outros factores de estrutura (amortização de espaço, iluminação, seguros, vendas, administrativos, etc.).

Factores independentes da duração de paragem (apenas dependentes da frequência de paragens)

- consumíveis (limpeza);
- energia (aquecimento de moldes, por ex.);
- restos de matéria-prima usada na série anterior (desde que não aproveitáveis);
- início experimental da nova série (fora de especificações antes da estabilização de todos os parâmetros de fabrico);

Os dois custos (marginais) acima descritos, variam em função da dimensão do lote de fabricação, tal como se pode observar através da figura seguinte:



Assim, quando a dimensão do lote de fabricação cresce:

- a frequência de setups diminui e, em consequência, o custo anual de preparação da máquina diminui também;
- o stock constituído em antecipação aumenta e, em consequência, o custo anual de posse aumenta também.

Somando aqueles dois custos, obtém-se graficamente uma curva (a tradicional curva em banheira), correspondente ao custo total anual, cuja expressão matemática, para o produto *i*, é a seguinte:

$$CT_i = \underbrace{A_i * \frac{D_i}{L_i}}_{\text{(Custo de Preparação)}} + \underbrace{\frac{1}{2} * H_i * L_i * \left[1 - \frac{D_i}{P_i} \right]}_{\text{(Custo de Posse)}}$$

Em que:

- D_i = ritmo de consumo do produto *i* (na(s) secção(ões) a jusante);
- P_i = cadência de produção (reposição) do produto *i*;
- A_i = custo de preparação da máquina para processar o produto *i*;
- L_i = dimensão de um lote de fabrico do produto *i*;

H_i = custo de posse de stock do produto i , por unidade e por unidade de tempo.

Esta curva apresenta um ponto mínimo, o qual define:

- no eixo das ordenadas o **custo anual variável mínimo** e;
- no eixo das abcissas, a dimensão **optimal** do lote de fabricação (ou **lote económico** - LEF).

A dimensão do lote económico de fabricação **LEF**, para o produto i , é calculada a partir da fórmula anterior, obtendo-se:

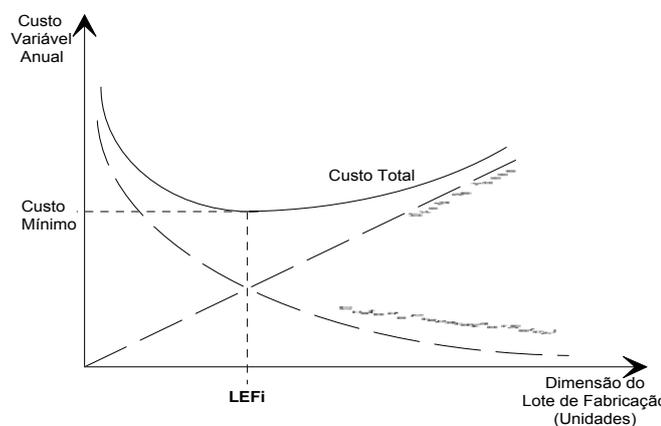
$$LEF_i = \sqrt{\frac{2 * A_i * D_i}{H_i * \left(1 - \frac{D_i}{P_i}\right)}}$$

Uma análise crítica desta fórmula (fórmula de **Wilson**) permite constatar que quanto maior for o valor de **A_i** , maior será o valor de **LEF $_i$** e, em consequência:

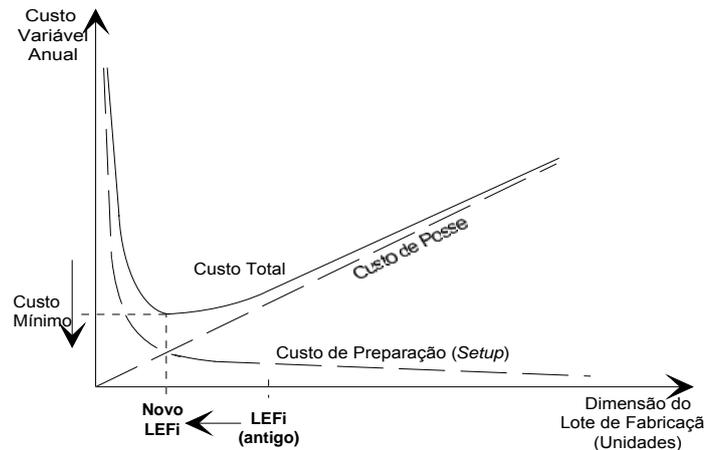
- maior será o custo de posse de stocks;
- maior será o risco de constituição de monos;
- mais longos serão os tempos de ciclo (contribuindo para o alongamento do prazo de entrega).

Deduz-se pois facilmente, que reduzir progressivamente o valor de A_i , deverá constituir uma prática permanente da Gestão da Produção.

Com efeito, actuando sobre as razões que determinam o valor de A_i , será possível reduzi-lo e, conseqüentemente, baixar o valor do LEF $_i$ (ver Figuras seguintes).



LEFi antes do SMED



LEFi depois da Aplicação do SMED

Para que o Custo de *Setup* possa ser reduzido é fundamental a aplicação da Técnica **SMED** (*) (*Singe Minute Exchange of Die*), que através de uma boa organização e racionalização de todas as Actividades ligadas à Preparação das Máquinas, pode reduzir drasticamente o Tempo de *Setup* (existem Empresas que conseguiram Reduções do Tempo de *Setup* em algumas Máquinas, na ordem dos 70%).

(*) Técnica analisada com mais detalhe no capítulo 8 do presente Manual

Exemplo de aplicação da fórmula de Wilson: Uma Máquina de Injecção de Plástico, quando é preparada para produzir uma certa Peça, consome os seguintes Recursos:

- Produtos de Limpeza e de Lubrificação do Molde;
- Resto de Granulado na Tremonha (Série anterior);
- Resto de Plástico fundido na Câmara de Fusão (Série anterior);
- Série de Arranque, constituída por Peças fora dos Limites de Controlo, obtidas durante o período transitório inicial de estabilização dos Parâmetros Físicos que influenciam o Processo.

Estes Custos, **Independentes** da Duração de Paragem, constituem o valor de **Ai** e são avaliados em 3.000\$00.

Este Tipo de Peças é produzido para o Mercado de grande consumo na base de previsões de venda, entrando em Stock.

O Ritmo Médio de Vendas é $Di = 500$ unid/dia e o Cadência Média de Produção da Máquina é 970 unid/dia.

O Custo Unitário Directo de Produção é igual a: Matéria-prima + Desmoldante + Energia + (Preço Hora-Máquina x Tempo de Injecção / N° de Peças obtidas em cada Ciclo de Injecção) = 200\$00/unid.

A Taxa Anual de Custo de Posse do Stock (capital imobilizado) das Peças stockadas é $r=35\%$.

A Máquina labora num regime de 230 dias/ano.

Qual será a Dimensão Económica do Lote de Fabrico e o Custo Total Variável de Gestão (Posse + Preparação)?

Recorrendo às fórmulas anteriores teremos:

$$LEF = \sqrt{\frac{2 \times 3.000\$00 \times 500 \times 230}{0,35 \times 200\$00 \times \left(1 - \frac{500}{970}\right)}}$$

$$LEF = 4.510 \text{ Unidades}$$

Este Lote deverá ser produzido durante $4.510/970 = 4,65$ dias com uma periodicidade de $4.510/500/ = 9,02$ ou, aproximadamente 9 dias.

Se estes Valores não se afigurarem como aceitáveis, poder-se-á procurar outros próximos desde que se admita um pequeno acréscimo do custo variável total. Esta análise, que se designa por Análise de Sensibilidade, pode ser realizada facilmente através da construção de uma simples Folha de Cálculo (em Excel por exemplo).

Para aqueles Valores, o Custo Anual Total será, por sua vez:

$$CT = \left[3.000\$00 \times \frac{500 \times 230}{4.510} \right] + \left[\frac{1}{2} \times 0,35 \times 200\$00 \times 4.510 \times \left(1 - \frac{500}{970}\right) \right]$$

$$CT = 152.980\$00$$

2 O Planeamento e Programação

2.1 Níveis de Planeamento

O planeamento da produção tem vindo a assumir um papel cada vez mais importante na gestão dos sistemas produtivos das empresas.

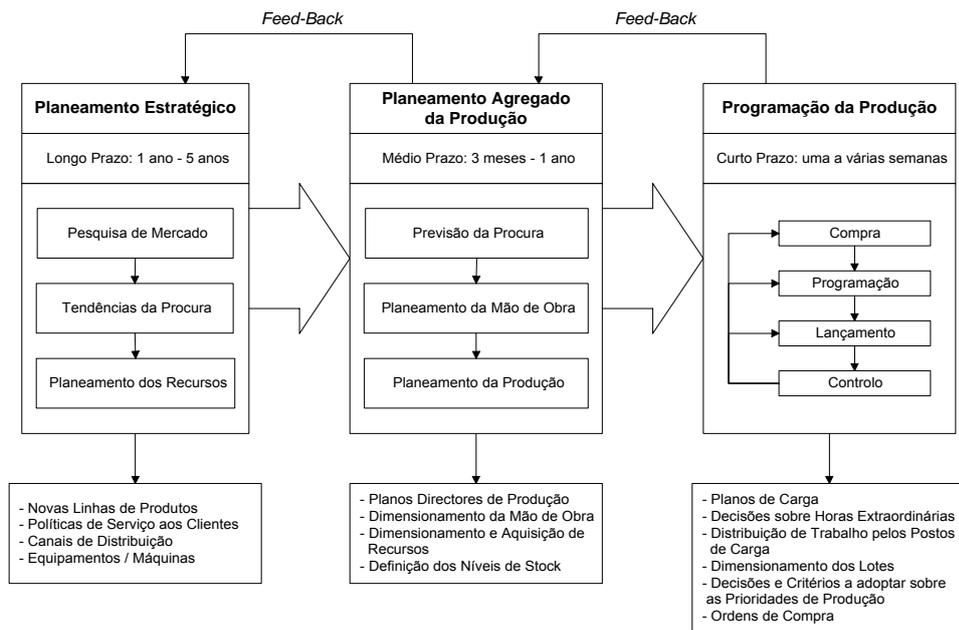
Trata-se de um instrumento de regulação do sistema produtivo para fazer face às solicitações do mercado (previsões da procura) e de acordo com uma estratégia industrial (planeamento estratégico) definida.

Contudo, o planeamento é um termo bastante genérico, associado a uma diversidade de funções que interessa classificar em 3 níveis de planeamento, consoante o nível de decisões a tomar e o horizonte temporal de planeamento (conforme se sintetiza no quadro abaixo).

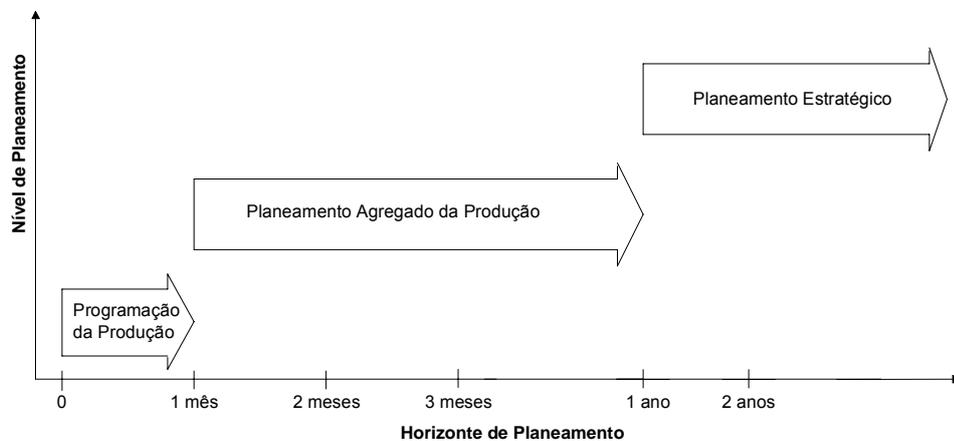
Nível de Planeamento	Aspectos Descritivos do Planeamento
Planeamento Estratégico (1 a 5 anos)	<ul style="list-style-type: none"> O Planeamento Estratégico assenta em decisões estratégicas de médio e longo prazo (1 a 5 anos), englobando: <ul style="list-style-type: none"> - Definição de novas Linhas / Famílias de Produtos; - Identificação de Políticas de Serviço aos Clientes; - Selecção de Canais de Distribuição; - Determinação da Capacidade Produtiva e de Armazenagem; - Distribuição da Capacidade pelas diferentes Linhas / Famílias de Produtos. O Plano Estratégico (conjunto de decisões estratégicas) é revisto anualmente (geralmente no final de cada ano). As Actividades associadas a este Nível de Planeamento poderão ser as seguintes: <ul style="list-style-type: none"> - Pesquisa de Mercado; - Tendências da Procura a longo prazo; - Planeamento dos Recursos necessários.
Planeamento Agregado da Produção (3 meses a 1 ano)	<ul style="list-style-type: none"> O Planeamento Agregado da Produção assenta num Conjunto de Acções (ou decisões) a serem levadas a cabo no médio prazo (3 meses a 1 ano) com vista a responder às Decisões Estratégicas anteriormente tomadas. <ul style="list-style-type: none"> Os Planos daqui resultantes (ex.: Plano Director de Produção) entram mais no detalhe, quer ao Nível das Famílias de Produtos, quer ao Nível das Quantidades a produzir ou a subcontratar (através das Previsões). As Funções relacionadas com este Nível de Planeamento podem ser as que a seguir se apresentam: <ul style="list-style-type: none"> - Previsão da Procura a médio prazo;

	<ul style="list-style-type: none"> - Dimensionamento e aquisição de Recursos; - Planeamento da Mão-de-obra necessária; - Planeamento da Produção (Plano Director de Produção). <ul style="list-style-type: none"> • Geralmente, estas Actividades são levadas a cabo mensalmente (em função das Encomendas recebidas), embora em algumas Empresas este Período de Revisão possa ser ainda mais curto (semanal ou quinzenalmente).
<p>Programação da Produção (1 a várias semanas *)</p> <p>* - depende do Ciclo de Fabricação</p>	<ul style="list-style-type: none"> • A Programação da Produção define a forma de utilização dos Recursos existentes (Capacidade Disponível dimensionada num Nível superior) para a fabricação dos Produtos constantes no Plano Director de Produção ou resultantes das Encomendas firmadas pelos Clientes. Trata-se portanto de um Planeamento Operacional. • O Horizonte de Programação é bastante curto, normalmente entre 1 a 2 Semanas, estando, contudo, fortemente relacionado com o Ciclo de Fabricação. Durante este Período de Tempo, o Programa definido para a Produção mostra-se pouco flexível a alterações, contrariamente ao que se verificava com o Plano Director de Produção. • As Funções normalmente atribuídas a este Nível de Planeamento poderão ser as seguintes: <ul style="list-style-type: none"> - Ajustamentos sucessivos da Produção motivados por erros de previsão, rupturas de material, avarias de máquinas e outros factores aleatórios; - Afectação de Operadores pelos diferentes Postos de Carga; - Determinação de Prioridades e da Sequência da Produção; - Atribuição do Trabalho pelos Postos de Carga; - Utilização de Horas Extraordinárias; - Ajustamentos dos Níveis do Stock em curso de Produção. • Formalmente estas Actividades podem ser levadas a cabo semanalmente ou diariamente. Contudo na prática, as Decisões neste Nível de Planeamento são tomadas a qualquer instante, quer pelo próprio Chefe de Secção, quer pelo Responsável do Serviço de Planeamento e Controlo da Produção.

A figura da página seguinte representa de uma forma simples os três níveis de planeamento anteriormente descritos.



Em termos de horizonte de planeamento, a hierarquia de planeamento pode ser representada do seguinte modo:



2.2 Planeamento Agregado da Produção

2.2.1 Conceito de Planeamento Agregado

O planeamento agregado é uma forma de gestão previsional que permite desenvolver na empresa um conjunto de planos integrados, um dos quais, o plano director de produção (PDP), que especifica as quantidades a produzir ou a subcontratar para cada um dos períodos do futuro próximo (normalmente num horizonte de 3 meses a 1 ano).

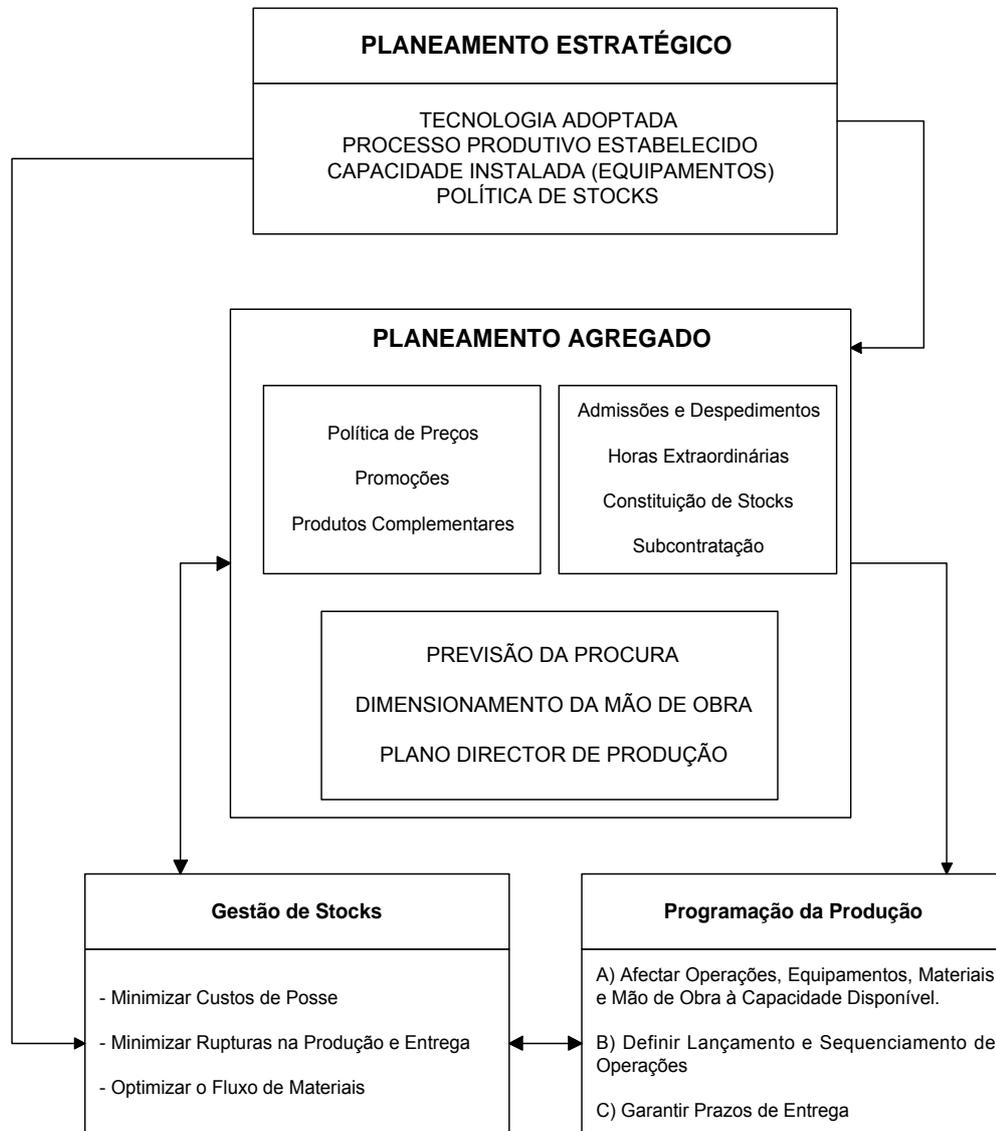
As áreas funcionais da empresa que deverão fornecer a informação indispensável (*inputs*) ao planeamento agregado da produção, são as seguintes:

Área Funcional	Tipo de Informação
Marketing/ Comercial	<ul style="list-style-type: none"> previsões da procura (famílias de produtos, quantidades, ...); carteira de encomendas (produtos, quantidades, prazos de entrega, ...).
Pessoal/ Recursos Humanos	<ul style="list-style-type: none"> situação da mão-de-obra (nº de contratados a prazo, qualificação do pessoal, calendário de férias, taxa de absentismo, tipo de horários possíveis, ...).
Administrativa - Financeira	<ul style="list-style-type: none"> custos de produção (fixos, variáveis, de preparação, ...); custos de modificação do sistema (horas extraordinárias, turnos, admissão de pessoal, manutenção do equipamento, ...); custos de aprovisionamento; custos comerciais - custos associados à não satisfação de encomendas no prazo (multas, perda de mercado, ...).
Produção	<ul style="list-style-type: none"> definição técnica dos produtos (desenhos, nomenclaturas, gamas operatórias, ...); capacidade de produção agregada existente.

A principal informação saída (*output*) do planeamento agregado (na óptica da produção) é o plano director de produção, que vai parametrizar a programação da produção.

O planeamento agregado preocupa-se, pois, com a fixação dos níveis de *output* no médio prazo (horizonte de 3 a 12 meses), e, face às flutuações da procura, determina os níveis de *input* próprios (conjunto de recursos) para serem utilizados. pode ser realizado para um conjunto de famílias de produtos (agregado), ou desagregado, especificando o plano de produção por famílias de produtos em função da capacidade de produção existente.

Assim, enquanto que o planeamento agregado se preocupa com aquisição de recursos, a programação diz respeito à imputação dos recursos disponíveis a produtos específicos (ver figura seguinte).



A gestão de *stocks* é um instrumento de gestão que tem como principal objectivo aumentar a segurança contra as variações da procura e criar segurança contra atrasos na entrega, constituindo uma interface permanente entre a programação e o planeamento agregado.

No capítulo reservado à técnica MRP ver-se-á como se estabelece na prática todo o fluxo de informação desde a previsão da procura até à programação da produção, isto é:

previsão → plano director de produção → gestão de stocks
→ programação

2.2.2 Objectivos do Planeamento Agregado

Os principais objectivos do planeamento agregado são:

- ajustar a capacidade de produção às necessidades ditadas pela procura.
- estabelecer os níveis mínimos de *stocks* e de produção em vias de fabrico, consistentes com os objectivos; manter esses níveis.
- garantir o cumprimento dos prazos de entrega das encomendas.

Para cumprir esses objectivos deve-se:

- tratar apenas “grandes números e dados agregados”.
- subdividir o horizonte temporal em intervalos grandes: mês, trimestre.
- ter em conta a natureza dos produtos (armazenáveis, não armazenáveis, perecíveis).
- ser revisto periodicamente, sem demasiada frequência.

Ou seja, o planeamento agregado é um instrumento de regulação do sistema produtivo, numa óptica de médio prazo, que determina os níveis de *output* mas também os níveis de *input* próprios para serem utilizados.

O planeamento agregado da produção é intrinsecamente dinâmico: o objectivo real não é o cumprimento rígido de um plano definitivamente traçado.

2.3 Programação da Produção

2.3.1 Objectivos da Programação da Produção

A principal preocupação da programação da produção é planear a utilização dos recursos disponíveis, afectando-os aos diversos produtos que constam no plano director de produção, resultante do planeamento agregado.

A programação da produção constitui o último e mais restritivo conjunto de decisões na hierarquia do planeamento da capacidade.

Na prática, a programação da produção resulta num plano de actividades faseado no tempo (ex.: mapa de *gantt*). este plano é bastante poderoso, uma vez que permite responder a cinco questões fundamentais relacionadas com a sequência da produção dos artigos:

<p>1. Quais os Produtos a fabricar ?</p>	<p>A resposta a esta pergunta baseia-se essencialmente na carteira de encomendas firmadas e previsionais, constante no plano director de produção (PDP).</p>
<p>2. Onde serão fabricados ?</p>	<p>A programação da produção terá que identificar os sectores (centros de carga) e as máquinas (postos de carga) onde se irá proceder à fabricação dos vários artigos. as gamas operatórias dão um excelente contributo a esta pergunta.</p>
<p>3. Quando serão fabricados ?</p>	<p>De igual modo, a programação da produção terá que definir o momento adequado ao início da fabricação de cada um dos artigos.</p>
<p>4. Quem os fabricará ?</p>	<p>É também necessário identificar os operadores que irão estar afectos à fabricação dos diversos artigos.</p>
<p>5. Quanto tempo será necessário para os fabricar ?</p>	<p>A programação terá também que estimar um prazo de fabricação para cada um dos artigos que consta no PDP. este tempo é obtido a partir das gamas operatórias respectivas, englobando portanto: tempos de ciclo, tempos de mudança de série, eventuais avarias, tempos de manuseamento/transporte, tempos de stockagem/espera, ...</p>

O sequenciamento dos artigos em produção irá ser aprofundado mais adiante.

A programação da produção procura permanentemente a conjugação dos seguintes objectivos, aparentemente antagónicos:

Objectivo	Descrição
Elevada Eficiência	Poderá ser conseguida através de um plano que maximiza a ocupação dos recursos disponíveis (mão de obra, equipamento, área fabril, ...).
Stocks Baixos	O plano poderá ter que procurar manter <i>stocks</i> baixos, os quais, infelizmente, podem originar uma baixa eficiência (ruptura de material ou tempos de <i>setup</i> elevados). portanto, será necessário um conjunto de decisões na programação que combinem a eficiência e os níveis de <i>stock</i> .
Excelente Serviço aos Clientes	O nível de serviço aos clientes pode ser medido através da rapidez com que as suas encomendas são satisfeitas (reactividade), quer através do stock disponível, quer através de prazos de fabricação. Tradicionalmente um bom nível de serviço aos clientes pode também estar em conflito com baixos <i>stocks</i> e elevada eficiência. É, portanto mais realista uma organização tradicional preocupar-se com a fixação e respeito dos prazos.

Concluindo, pode-se afirmar que o principal objectivo da programação da produção é estabelecer um compromisso entre aqueles objectivos conflituosos até chegar a uma solução equilibrada e satisfatória.

A forma de programação da produção é diferente para cada um dos tipos de sistemas de produção, isto é:

- programação de sistemas de produção contínua;
- programação de sistemas de produção intermitente;
- programação de sistemas de produção por projecto.

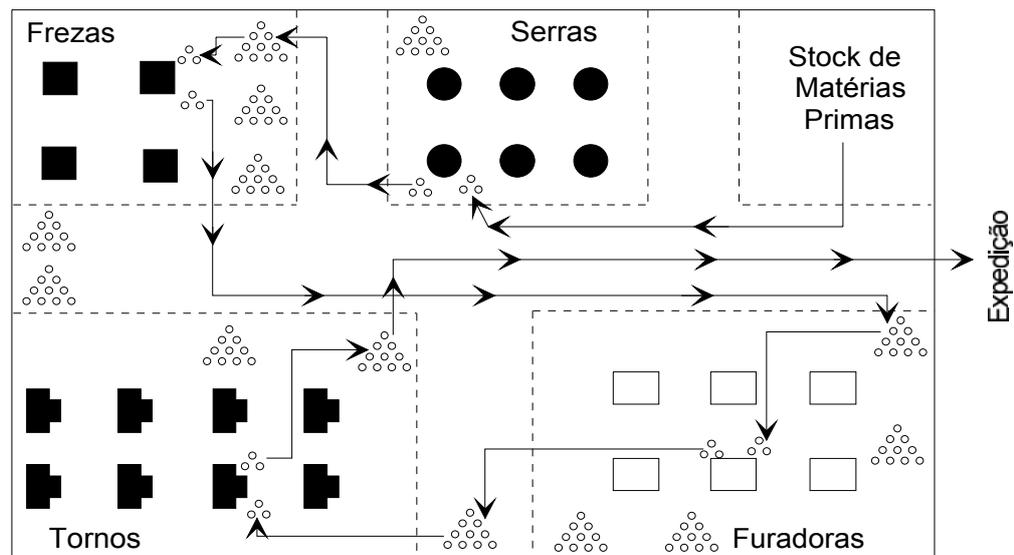
Como os sistemas de produção dominantes nas pme's portuguesas são os do tipo intermitente, optou-se por descrever nestes apontamentos, as técnicas disponíveis para a programação de processos intermitentes.

2.3.2 Programação de Sistemas de Produção Intermitente

Num processo intermitente, cada artigo movimenta-se com muitos arranques e paragens que ocorrem de uma forma não uniforme. Este

fluxo irregular é devido ao lay-out que é caracterizado pela implantação de famílias de máquinas funcionalmente idênticas em centros de trabalho ou secções (lay-out funcional). Como resultado, os produtos aguardam no processo à medida que cada unidade seja transferida de um centro de trabalho para o outro. O *stock* em curso aumenta e a programação torna-se complexa e difícil.

Um exemplo do fluxo de um artigo num processo intermitente pode ser observado na figura seguinte:



Os fluxos dos artigos neste sistema de produção intermitente podem ser considerados como um conjunto de filas de espera. Uma fila de espera (ou de *stock* em curso) é formada em cada centro de trabalho à medida que os produtos aguardam a disponibilidade das máquinas. Estas filas encontram-se relacionadas com o fluxo dos produtos (de acordo com a sequência de operações que consta nas respectivas gamas operatórias).

O problema essencial da programação intermitente prende-se com a gestão destas filas.

Já se viu acima que uma das características de um sistema de produção intermitente é a de que os artigos permanecem a maior parte do tempo à espera no processo produtivo. este tempo de espera (ou de *stockagem* em curso) varia obviamente com a carga no processo:

- se a carga no processo for elevada, um artigo pode permanecer 95% ou mais do seu tempo total de fabricação em filas de espera. nestas circunstâncias (com 95% de tempo de espera), se a duração

do tempo de transformação (soma dos tempos operatórios de acordo com a gama operatória) for de 1 dia, o prazo de fabricação rondará os 20 dias.

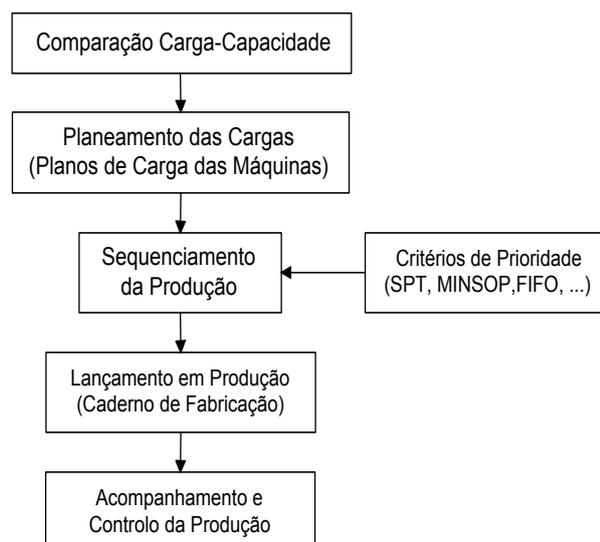
- por outro lado, se o processo possuir pouca carga, o tempo de espera será reduzido, uma vez que os artigos fluem através do processo muito mais rapidamente.

Além da carga no processo, o desafio a colocar ao responsável pelo serviço de planeamento da produção é o de desenvolver uma série de documentação (caderno de fabricação) de apoio à gestão efectiva dos fluxos dos artigos e ao trabalho em cada posto de carga (máquina).

A programação de processos intermitentes está intimamente relacionada com a técnica **MRP** (*Manufacturing Resources Planning*) uma vez que aborda uma variedade de aspectos importantes no planeamento da produção (*stocks*, programação e controlo da produção).

Neste capítulo desenvolver-se-ão alguns assuntos que poderão ser considerados como componentes básicos para a técnica **MRP**.

O sistema de programação de um processo intermitente pode ser desenvolvido a partir das seguintes etapas:



2.3.3 Comparação Carga - Capacidade

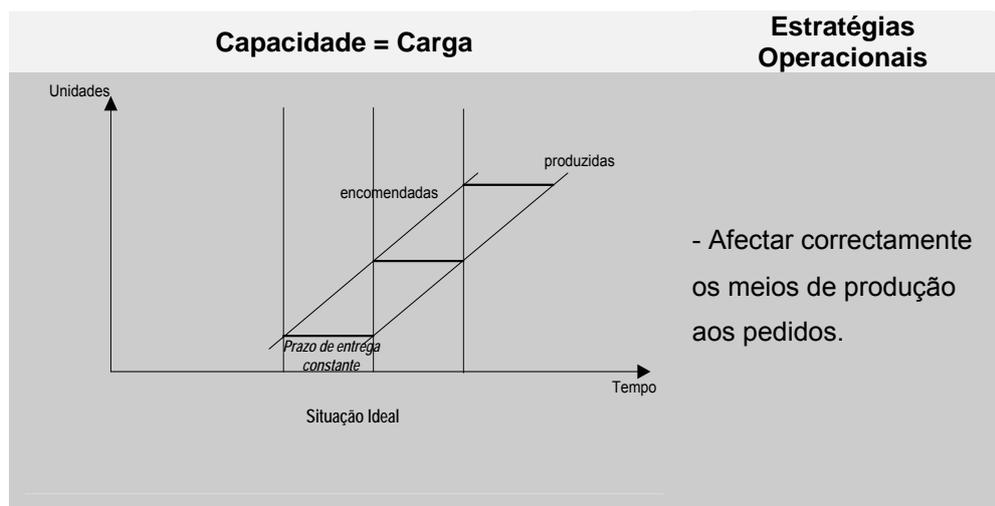
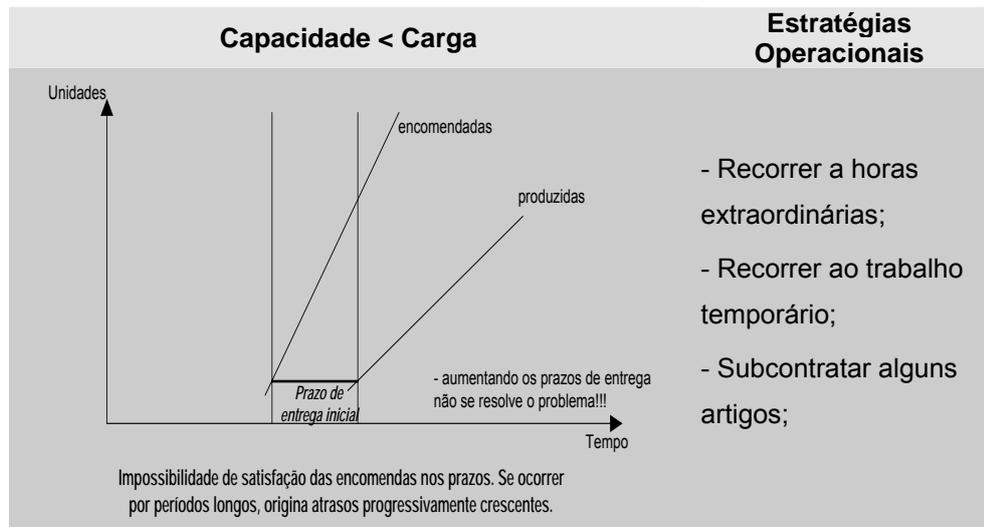
O objectivo da comparação carga -capacidade é o de gerir a relação entre as entradas e saídas de um centro de carga ou posto de carga.

Antes de prosseguir convém desde já definir alguns conceitos de alguma importância:

Conceito	Definição do Conceito
Carga	<ul style="list-style-type: none"> Quantidade de trabalho a aguardar para ser produzido no sistema (ou no posto de carga). <p>Pode ser expresso em unidades físicas, mas não como uma taxa em função do tempo.</p>
Capacidade	<ul style="list-style-type: none"> A taxa máxima que um sistema (posto de carga) pode produzir.

Não sendo normalmente a capacidade coincidente com a carga, na comparação carga - capacidade podem ocorrer 3 tipos de situações:

Capacidade > Carga	Estratégias Operacionais
	<ul style="list-style-type: none"> - Trabalho em avanço de alguns artigos; - Produzir para stock; - Ocupar os operadores com tarefas auxiliares, tais como manutenção de 1º nível, arrumação e organização dos postos de trabalho; - Produzir internamente alguns artigos, que normalmente são subcontratados.



Este tipo de decisões operacionais não podem estender-se demasiadamente no tempo, pois acarretam elevados custos de produção à empresa.

No caso de se prever uma situação de sobrecarga por muito tempo, terá o planeamento estratégico que decidir por fazer investimentos a médio / longo prazo.

2.3.4 Planeamento de Cargas

O planeamento de cargas é um tipo de planeamento utilizado para obter um nível de carga para cada máquina.

No processo de planeamento de cargas, é normalmente utilizado o número total de horas dos artigos a serem processados em cada máquina, afim de se conseguir ter uma vaga ideia das seguintes questões essenciais:

- quando é que as ordens de fabrico poderão ser lançadas em produção?
- quando é que o nível de carga necessário ultrapassa a capacidade normal disponível das máquinas?

Para a realização de planos de carga minimamente realistas torna-se necessário recorrer aos dados técnicos descritos acima, nomeadamente:

- gamas operatórias;
- centros de carga;
- postos de carga.

No carregamento das máquinas ainda não é desenvolvido nenhum plano rigoroso de sequência dos vários artigos na produção.

O planeamento de cargas pressupõe um tempo médio de espera para os artigos em cada posto de carga para determinar a duração daqueles artigos na máquina.

No caso de sequenciamento (capítulo seguinte), cada interferência no fluxo dos artigos e o tempo de espera de cada artigo são rigorosamente calculados.

Na programação com capacidade finita, utilizam-se 2 técnicas de carregamento das máquinas:

- carregamento para diante (*forward loading*);
- carregamento para trás (*backward loading*).

Técnica de Carregamento	Descrição da Técnica de Carregamento	Objectivo
Carregamento para diante (<i>Forward loading</i>)	<ul style="list-style-type: none"> • Começa-se pela data actual a carregar os artigos nas máquinas, de acordo com as respectivas gamas operatórias. • O tempo de processamento de cada artigo é acumulado em cada máquina necessária, pressupondo-se cargas infinitas ou finitas. • Neste caso, as datas de entrega poderão ter que ser excedidas. • Uma vez que os tempos médios de espera são usados nas filas de espera, a data de conclusão dos artigos (produtos acabados) é apenas uma aproximação da data que poderá vir a ser calculada com mais rigor através do sequenciamento dos artigos. 	O objectivo principal do carregamento adiantado é o de determinar aproximadamente a data de conclusão de cada artigo e, no caso de capacidade infinita, a capacidade necessária em cada período de tempo.
Carregamento para trás (<i>Backward loading</i>)	<ul style="list-style-type: none"> • Começa-se pela data de entrega de cada artigo (acordada com os clientes) carregando-se as necessidades em termos de tempo de processamento nos respectivos postos de carga (máquinas), recuando-se no tempo. • Como resultado, poder-se-á ter que decidir por uma transferência de parte da carga para outros postos de carga (menos sobrecarregados) ou por uma revisão do plano agregado, afim de disponibilizar mais capacidade de produção. 	O principal objectivo do carregamento retrógrado é o de calcular a capacidade necessária em cada posto de carga para cada período de tempo.

As técnicas de carregamento acima descritas podem ser melhor compreendidas através de um exemplo.

Exemplo: Supondo-se uma fábrica pequena com 3 postos de carga A, B e C e que cada posto de carga corresponde a uma máquina.

A determinada altura, existiam no plano director de produção 5 artigos para serem carregados:

1; 2; 3; 4; 5.

Os tempos de processamento de cada artigo em cada posto de carga e a correspondente sequência de operações, encontram-se no seguinte quadro:

Artigo	Sequência de Operações Posto de carga / Horas-máquina	Data de Entrega
1	A / 2 ⇒ B / 3 ⇒ C / 4	Dia 4
2	C / 6 ⇒ A / 4 ⇒	Dia 3
3	B / 3 ⇒ C / 2 ⇒ A / 1	Dia 4
4	C / 4 ⇒ B / 3 ⇒ A / 3	Dia 4
5	A / 5 ⇒ B / 3	Dia 2

Convém referir que a informação que se encontra na 2ª coluna do quadro anterior é obtida directamente através dos dados técnicos, sobretudo das gamas operatórias dos artigos.

Considera-se para o efeito de cálculo, que 1 dia útil possui 8 horas de trabalho.

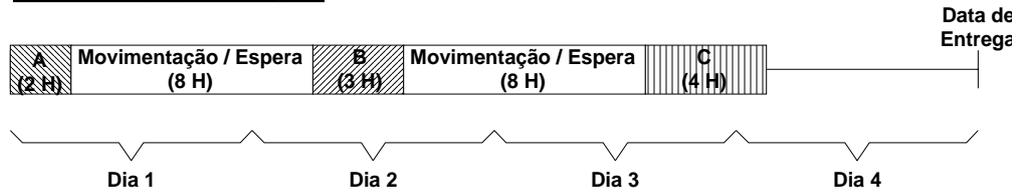
Também se sabe que uma grande parte do tempo total de fabricação de cada artigo é ocupado com movimentações e com as filas de espera. Para este exemplo estimou-se um tempo médio de movimentação / espera que ronda as 8 horas por posto de carga, para além do tempo normal de processamento na máquina. O que acontece na realidade é que o tempo de espera depende da sequência de carregamento utilizada. Contudo, neste exemplo este aspecto não é tido em linha de conta.

Neste exemplo, ir-se-á portanto verificar um tempo de movimentação / espera cada vez que um artigo é transferido de um posto de carga para o próximo.

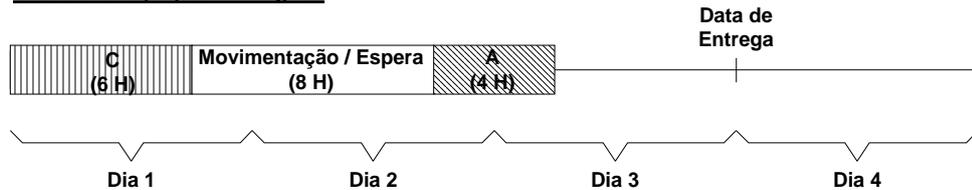
Plano de Carga das Máquinas - Técnica de Carregamento para diante:

1º Passo: Construção de uma linha de tempo para cada artigo tal como se pode ver na figura da página seguinte (apenas para os artigos 1 e 2):

Linha de Tempo para o Artigo 1:

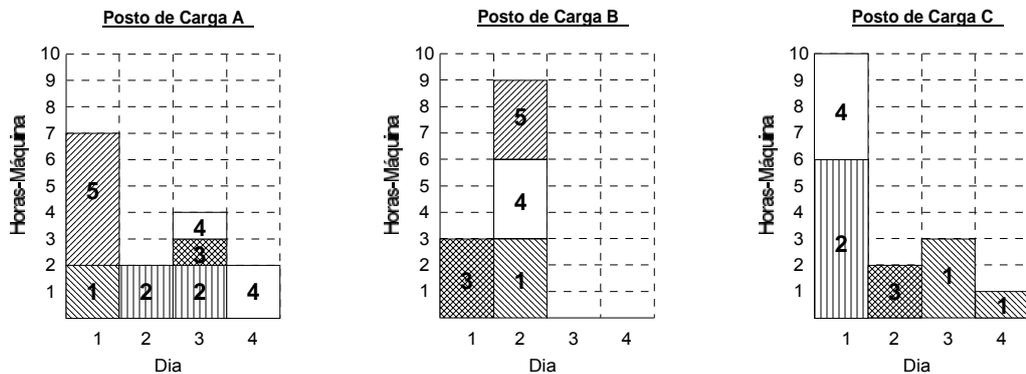


Linha de Tempo para o Artigo 2:



Esta linha de tempo começa no tempo 0 (zero) para cada artigo, uma vez que se está a carregar o trabalho adiantadamente. a construção da linha de tempo recorre aos dados que constam no quadro acima apresentado.

2º Passo: Elaboração de planos de carga a partir da informação contida nas linhas de tempo, tal como se pode ver nas seguintes figuras:



Nota: Os Números 1, 2, 3, 4 e 5 dentro das Barras correspondem aos Números dos Artigos

Nesta figura pode-se verificar a existência de um plano de carga (mapa de carga) para cada um dos postos de trabalho (máquinas).

Fez-se o carregamento das máquinas em capacidade infinita afim de se poder determinar a capacidade necessária para poder concluir o mais rapidamente a fabricação dos artigos. de facto, as datas de entrega mais

curtas para os vários artigos que é possível obter com este tipo de carregamento é de:

Artigo	Data de Entrega mais curta
1	Dia 4
2	Dia 3
3	Dia 3
4	Dia 4
5	Dia 2

Os planos de carga obtidos através do carregamento adiantado são bastante irregulares conforme se pode ver através da figura acima. de facto, tem-se uma enorme carga na máquina C no dia 1, seguida de cargas muito baixas nos dias 2, 3 e 4. na máquina B também se pode verificar uma sobrecarga no dia 2, existindo na máquina A também algum desequilíbrio.

Uma vez que a partir desta técnica, as datas de entrega são obtidas o mais cedo possível, os artigos poderão estar a serem produzidos antes de serem necessários. esta situação representa uma oportunidade para se adoptar o *nivelamento de carga*, fazendo-se atrasar o início de produção de alguns artigos.

Convém aqui referir que não existe nenhum método rigoroso de nivelamento de carga, que defina quais os artigos a sofrerem atraso e qual a duração temporal desse atraso.

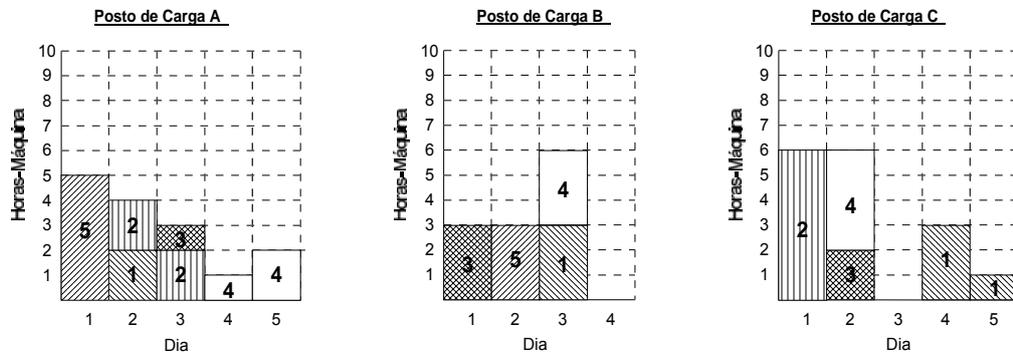
Ir-se-á de seguida aplicar o conceito de nivelamento de carga no exemplo anterior.

Assim, sem falhar nas datas de entrega acordadas com os clientes, o adiamento máximo que é possível em termos de tempo de início de produção (em horas) para cada um dos artigos, é o seguinte:

Artigo	Adiamento Máximo
1	7
2	6
3	10
4	6
5	0

Supõe-se que se decide adiar os artigos 1 e 4 para se conseguir um maior nivelamento de carga de trabalho. quando as datas de início para a fabricação dos produtos 1 e 4 são diferidos para o 2º dia, o planeamento das cargas torna-se nivelado, contudo os produtos 1 e 4 apenas estarão concluídos com 1 dia de atraso. Se os Clientes

aceitarem estes novos prazos, então ter-se-á conseguido obter um plano de carga das máquinas muito mais eficiente (ver figura abaixo).



Nota: Os Números 1, 2, 3, 4 e 5 dentro das Barras correspondem aos Números dos Artigos

Este exemplo ilustra como o carregamento pode ser utilizado para atingir os diversos objectivos na produção intermitente.

Portanto dever-se-á começar sempre pelo carregamento para diante. no caso de se obter uma carga nivelada e as datas de entrega não sofrerem atrasos ter-se-á conseguido um bom plano de carga à primeira. se a carga não estiver nivelada, talvez o início de produção de alguns artigos terá que ser adiado, até se conseguir um plano de carga mais nivelado.

Outra alternativa para um melhor nivelamento poderá ser a construção de um plano de carga para trás das máquinas.

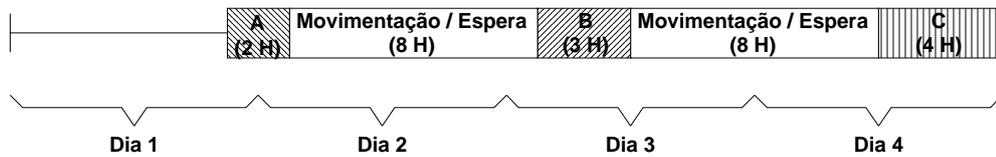
Para demonstrar o efeito que o adiamento das datas de início de produção tem no nivelamento da carga das máquinas, ir-se-á elaborar os planos de carga segundo a técnica de carregamento para trás, para o exemplo acima apresentado.

Plano de Carga das Máquinas - Técnica de Carregamento para trás:

1º Passo: Construção de uma linha de tempo para cada artigo tal como se pode ver na seguinte figura (apenas para os artigos 1 e 2):

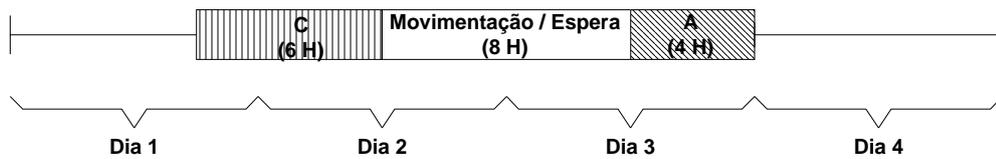
Linha de Tempo para o Artigo 1:

Data de Entrega



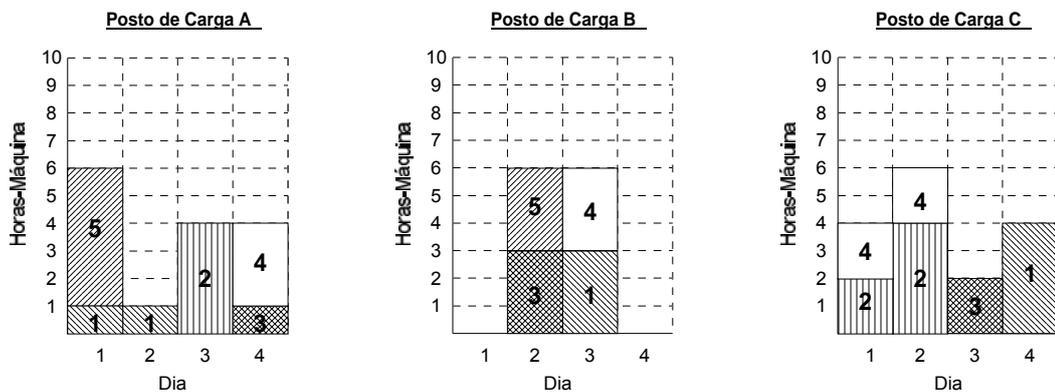
Linha de Tempo para o Artigo 2:

Data de Entrega



No carregamento retrógrado começa-se, portanto pelas datas de entrega e carregam-se os postos de carga com os artigos, recuando no tempo.

2º Passo:Elaboração de planos de carga a partir da informação contida nas linhas de tempo, tal como se pode ver nas seguintes figuras:



Nota: Os Números 1, 2, 3, 4 e 5 dentro das Barras correspondem aos Números dos Artigos

Também aqui se pode constatar que os planos de carga obtidos através da técnica de carregamento para trás são bastante irregulares. Por exemplo, o posto de carga B não produz nada no dia 1 e no dia 4. Seria desejável começar algum trabalho mais cedo afim de manter o posto de carga B ocupado no dia 1. Da mesma forma, a máquina A encontra-se subutilizada no dia 2. Para resolver este Problema poder-se-ia começar os artigos 1 e 2 cerca de 7 horas e de 6 Horas respectivamente mais

cedo, que é a folga máxima que estes artigos possuem (ver acima a tabela dos adiamentos máximos).

O que aqui se fez foi conseguir um compromisso entre o nivelamento da produção e a constituição de stocks, sendo estes 2 extremos, dois dos objectivos antagónicos da programação da produção intermitente.

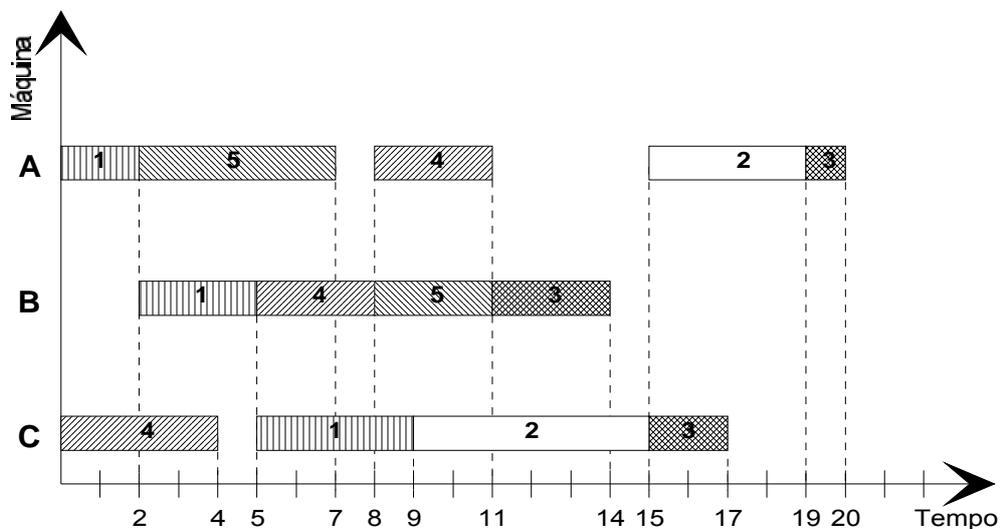
2.3.5 Sequenciamento da Produção

O sequenciamento está relacionado com a definição de uma ordem exacta (ou sequência) para o processamento dos artigos. no sequenciamento, as interferências e os tempos de espera de cada artigo são calculados directamente a partir de um plano (mapa de *Gantt*), pelo que não se pressupõe a existência de um tempo médio, tal como se verificava nos planos de carga.

Um Mapa de *Gantt* corresponde a uma tabela, em que na horizontal se faz representar normalmente o tempo (em dias, em semanas, ...) e na vertical, os recursos (máquinas, pessoas, horas-máquina, ...).

Pegando no exemplo apresentado no planeamento de cargas pode-se sequenciar os artigos num mapa de *Gantt*. Ao fazer isto, parte-se do princípio que cada posto de carga corresponde a 1 máquina. Então os artigos poderão ser planeados adiantadamente no tempo recorrendo à capacidade finita de uma máquina de cada tipo (A, B e C). também se pressupõe, arbitrariamente que os artigos serão planeados segundo a seguinte sequência: 1, 4, 5, 2, 3.

O mapa de *Gantt* que resulta de todos estes pressupostos pode ser observado na seguinte figura:



Após a construção de um mapa de *Gantt*, este poderá ter que ser avaliado através dos seguintes indicadores físicos:

- *performance* das máquinas: utilização das máquinas;
- eficiência do processo produtivo: tempo de fabricação dos artigos.

O indicador de utilização das máquinas pode ser obtido directamente a partir do mapa de *Gantt*, adicionando-se o tempo em vazio de cada máquina, ou seja:

$$T_{\text{vazio}} = 5 + 8 + 4 = 17 \text{ Horas}$$

e calculando a percentagem de utilização ou em vazio:

$$\text{Vazio} = 17 / 60 = 28,3\%$$

$$\text{Utilização} = 43 / 60 = 71,7\%$$

Notar que a utilização está fortemente relacionada com o prazo de fabricação dos artigos (20 horas neste caso). Nos 5 artigos, é necessário um total de 43 horas de tempo de processamento (somam-se os tempos de máquina de todos os artigos). Estas 43 horas de tempo de processamento permanecem constantes, independentemente do plano sequencial utilizado.

Por outro lado, o tempo de fabricação dos artigos corresponde à soma dos prazos de entrega de cada artigo. Minimizar este indicador é equivalente a minimizar o tempo de espera dos artigos no processo. No quadro abaixo apresentam-se os prazos de entrega e os tempos de espera de cada artigo. Estes indicadores também são obtidos directamente a partir do mapa de *Gantt*.

Artigo	Tempo de Espera (Horas)	Prazo de Entrega (Horas)
1	0	9
2	9	19
3	14	20
4	1	11
5	3	11
Total	27	70

De salientar que os prazos de entrega e os tempos de espera dependem, obviamente da sequência utilizada para a produção dos artigos.

Existem alguns algoritmos que permitem determinar o melhor sequenciamento a dar à produção dos diversos artigos, otimizando um ou vários indicadores de performance em termos de planeamento (eficiência do processo, utilização das máquinas, ...). Contudo, estes algoritmos são bastante limitados uma vez que se aplicam apenas nos casos mais simples, nomeadamente:

- sistemas de produção com n artigos e 2 máquinas;
- sistemas de produção com 2 artigos e m máquinas.

Contudo, a realidade é bem mais complexa, pelo que este tipo de algoritmos muito raramente se utilizam. Daí, não fazer qualquer sentido abordar estes algoritmos neste curso.

Num sistema de produção qualquer, a combinação de sequências possíveis para se processar os n artigos da carteira de encomendas nas m máquinas do processo, é dada pela seguinte expressão matemática:

$$\text{Número de Sequências possíveis} = (n!)^m$$

em que $n! = n \times (n-1) \times (n-2) \times (n-3) \times \dots \times 1$

Não é necessário ter-se muitos artigos em carteira nem muitas máquinas no processo produtivo (por onde aqueles artigos passam) para se chegar à conclusão que o número de sequências é tão elevado que se torna impossível fazer análise de indicadores a cada uma delas.

Exemplo:

Número de artigos diferentes em carteira = 4

Número de máquinas (= N° de operações) = 5

$$\begin{aligned} \text{Número de sequências possíveis} &= (4!)^5 = (4 \times 3 \times 2 \times 1)^5 \\ &= (24)^5 = 7.962.624 \text{ sequências.} \end{aligned}$$

Facilmente se compreende os motivos pelos quais os algoritmos existentes apenas dão resposta às situações mais simples.

2.3.6 Critérios de Prioridade

Já se viu acima que os algoritmos para a optimização do sequenciamento da produção não respondem eficazmente às necessidades da empresa em termos de programação da produção. Para ultrapassar esta dificuldade, existem alguns critérios de prioridade que poderão ser bastante úteis para a definição da sequência de produção, com vista à optimização do (s) indicador (es) pretendido (s) e para atingir os objectivos delineados para a programação da produção.

Por outro lado, os planos da produção descritos nos capítulos anteriores são bastante difíceis (ou mesmo impossíveis) de manter na prática, uma vez que as condições alteram-se permanentemente, como é o caso de:

- uma encomenda urgente que terá que ser satisfeita;
- uma máquina que avaria;
- um operador que falta;
- as matérias-primas que entram em ruptura de stock;
- etc...

O que vai acontecer, é que algumas operações irão ser levadas a efeito à margem dos planos emitidos. Neste caso, ter-se-á que recorrer aos critérios de prioridade.

Um critério de prioridade permite seleccionar o artigo a ser processado na máquina, onde ele se encontra junto com outros em fila de espera. Quando uma máquina ou operador se disponibiliza, o critério de prioridade é aplicado, seleccionando-se o próximo artigo a ser processado.

Um critério de prioridade é, portanto, dinâmico por natureza e ajusta-se permanentemente às condições de mudança. Ao contrário do que acontece com um plano de produção, um critério de prioridade não se pode desactualizar, permitindo rapidamente responder à pergunta que os operadores frequentemente colocam aos seus superiores hierárquicos:

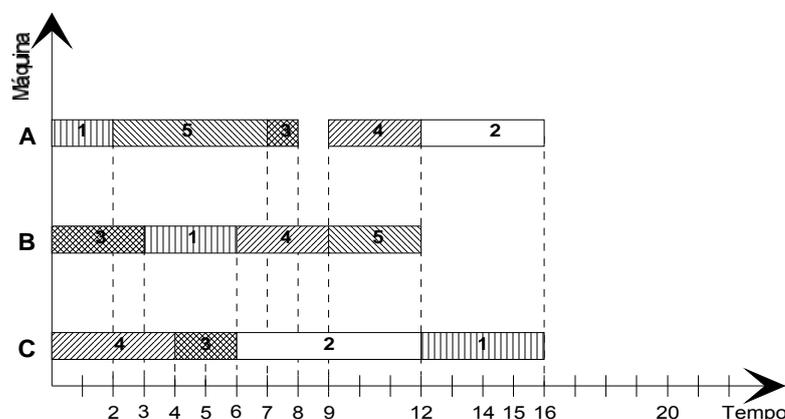
O que é que devo fazer a seguir?

Existem 4 critérios de prioridade que se encontram apresentados no quadro da página seguinte:

Critério de Prioridade	Descrição do Critério	Objectivos a atingir
SPT (Shortest Processing Time)	<ul style="list-style-type: none"> Neste critério será seleccionado o artigo com o tempo de processamento mais curto na máquina. Assim, quando um artigo se processa rapidamente, outras máquinas a jusante poderão receber mais cedo o trabalho, resultando numa rapidez no fluxo e numa elevada utilização das máquinas. 	<ul style="list-style-type: none"> Prazos de fabricação reduzidos Grande eficiência do processo Rapidez no fluxo de produção Elevada utilização das máquinas
EDD (Earliest Due Date)	<ul style="list-style-type: none"> Este critério está relacionado com as datas de entrega dos artigos. Com este critério o artigo que tiver a menor data de entrega, será processado em primeiro lugar. 	-----
MINSOP (Minimum Slack Time per Operation) Critério da Folga	<ul style="list-style-type: none"> A folga é definido como o tempo que resta até à data de entrega descontando o resto dos tempos de processamento para completar o artigo. Com este critério deve-se seleccionar o artigo que tiver a menor folga 	<ul style="list-style-type: none"> Bom serviço aos clientes (cumprimento dos prazos de entrega)
FIFO (First In - First Out)	<ul style="list-style-type: none"> Neste critério, o artigo que chega primeiro ao posto de carga (máquina), é processado em primeiro lugar. 	-----

Exemplo: No capítulo anterior, viu-se que a sequência de produção dos artigos assumida para a elaboração do mapa de Gantt foi a seguinte: 1, 4, 5, 2, 3. no entanto esta sequência poderá não ser a mais eficaz do ponto de vista dos indicadores de eficiência de processo e de performance da máquina.

Se se aplicar a regra *SPT - Shortest Processing Time*, obter-se-á o seguinte mapa de *Gantt*.



Os indicadores obtidos directamente a partir deste mapa de Gantt evoluíram de forma muito positiva, tal como se pode verificar através do quadro seguinte:

Indicador	Critério Aleatório	Critério SPT
Prazo de fabricação	20 Horas	16 Horas
Utilização operacional das máquinas	71,7%	89,6%
Soma dos tempos de espera	27 Horas	21 Horas
Soma dos prazos de entrega	70 Horas	64 Horas

As somas dos tempos de espera e dos prazos de entrega poderão ser obtidas da seguinte forma (apenas para o sequenciamento que utiliza o critério SPT):

Artigo	Tempo de Espera (Horas)	Prazo de Entrega (Horas)
1	7	16
2	6	16
3	2	8
4	2	12
5	4	12
Total	21	64

2.4 O Dossier Técnico de Fabrico. Ordens de Fabrico

2.4.1 Introdução

Tendo feito o plano de cargas ou a programação da produção e com base nos dados técnicos contidos nas gamas operatórias e nas nomenclaturas dos artigos a produzir, ter-se-á que realizar, de seguida, o dossier técnico da produção, que será posteriormente enviado às respectivas secções da fabricação. Em alguns casos, o responsável de planeamento poderá ter também, que fazer a distribuição de uma cópia dos planos de carga pelas respectivas secções (sobretudo nas secções críticas da produção ou nas secções de estrangulamento).

Uma das características principais da programação da produção é, de facto, o da elaboração de um dossier técnico de fabricação (associado a uma determinada ordem da fabrico), que identificam as datas de início (arranque) de cada uma das operações ou de cada fase / etapa, relacionadas com o processo produtivo dos artigos correspondentes.

O dossier técnico de fabricação é um conjunto de documentos emitidos pelo planeamento da produção (ou preparação do trabalho), afim de serem explorados no lançamento, uns na sua acção de programação,

outros na distribuição do trabalho e outros ainda, no controlo da produção.

Os documentos que normalmente fazem parte de um dossier de fabricação poderão ser os seguintes:

- ficha de acompanhamento;
- ficha individual de trabalho;
- ficha de requisição de material;
- fichas técnicas de operações.

Cada dossier técnico de fabricação encontra-se associado a um determinado número de ordem de fabrico, e todos os documentos respectivos encontram-se identificados com o mesmo número de ordem.

2.4.2 Ficha de Acompanhamento

A ficha de acompanhamento é um documento muito semelhante à gama operatória e que, tal como o nome indica, acompanha o lote dos artigos ao longo de todo o seu processo produtivo.

A importância desta ficha de acompanhamento é bastante evidente, já que permite:

- garantir a identificação e rastreabilidade do lote de fabricação (ou da ordem de fabrico);
- levantar dados para posterior tratamento (tempos, quantidades fabricadas, quantidades defeituosas,...);
- informar os vários responsáveis de secção do seguimento a dar aos artigos.

Os principais campos que devem constar numa ficha de acompanhamento são, portanto, os seguintes:

Informações Gerais	<ul style="list-style-type: none">- número do lote ou número da obra de fabrico;- data e rubrica do responsável de planeamento;- designação e referência do artigo;- quantidade a fabricar;- datas previstas de início e de conclusão da produção;- etc...
Informações Específicas por Operação	<ul style="list-style-type: none">- número da operação;- designação da operação;- data e hora previstas de início e conclusão da operação;- descrição ou número da máquina / posto de trabalho;- descrição da ferramenta para a execução da operação;- etc....

A ficha de acompanhamento também poderá permitir a anotação dos seguintes campos:

- hora de início e de fim da operação;
- quantidades boas e defeituosas produzidas;
- data e rubrica do operador que executou a operação;
- etc....

2.4.3 Ficha Individual de Trabalho

Nos sistemas produtivos onde as operações são executadas com frequência em vários postos de trabalho (o posto principal e vários alternativos), torna-se necessário a criação e distribuição de fichas individuais de trabalho.

Uma ficha individual de trabalho é uma ordem de execução de uma operação destinada ao operador. as fichas de trabalho permitem prestar informações mais detalhadas que as Fichas de Acompanhamento.

Estas fichas de trabalho poderão comportar as seguintes informações:

- a identificação do trabalho (lote, ordem de fabrico, produto ou componente,...);
- a identificação da secção e da máquina onde se irá realizar a operação;
- a descrição resumida da operação a realizar;

- a data e hora de início previsto para a execução da operação (arranque);
- a indicação do tempo concedido para a sua realização (por unidade e total);
- os números dos desenhos, a designação das ferramentas e instruções específicas de execução da operação;
- o material que terá que ser utilizado;
- etc....

Deverá ainda facultar o registo dos seguintes campos, por parte dos operadores:

- hora de início e fim da operação (tempo gasto na operação);
- tempos de paragem ou de interrupção e os respectivos motivos;
- data e rubrica do operador que executou a operação;
- número de unidades boas produzidas (e unidades defeituosas produzidas);
- etc....

2.4.4 Ficha de Requisição de Material

A ficha de requisição de material é obtida directamente a partir das nomenclaturas dos artigos e corresponde, na prática, a um vale, através do qual é levantado no armazém, o material necessário à execução da ordem de fabrico correspondente.

Este documento deverá, portanto, comportar toda a identificação da ordem de fabrico (ou lote) em execução (afim de se poder contabilizar o material), assim como a seguinte informação relativa ao material:

- definição do material que foi previsto pelo planeamento da produção (tipo, código e designação, dimensões, peso, quantidade, ...);
- indicações da mesma natureza, mas correspondentes ao material realmente fornecido pelo armazém (estas indicações deverão ser inscritas pelo próprio fiel de armazém).

2.4.5 Ficha Técnica de Operação

Em muitas empresas, as operações do processo de fabrico são de tal forma complexas que se torna necessário complementar os documentos do dossier técnico de fabricação com fichas técnicas de operação específicas.

Cabe ao departamento técnico ou ao departamento de métodos a criação e manutenção destas fichas específicas. muitas vezes estas fichas encontram-se afixadas junto dos respectivos postos de trabalho.

As fichas técnicas fazem uma descrição mais detalhada de cada operação, podendo-se encontrar os seguintes conjuntos de informações:

- informação geral (descrição do artigo, descrição da operação, descrição da máquina, etc...);
- descrição das ferramentas e dos porta-ferramentas;
- modos operatórios (instruções de trabalho elementares para as diferentes fases da máquina: arranque-funcionamento e paragem);
- Parâmetros do Processo e do Produto a verificar ou a controlar;
- desenho do produto com as cotas críticas assinaladas;
- etc....

Existe um outro tipo de fichas técnicas muito utilizado na fabricação, que se denomina por fichas técnicas do produto ou de componente. Este tipo de fichas técnicas especificam com algum detalhe todos os aspectos técnicos relacionados com os artigos em questão, nomeadamente:

- informação geral (descrição e código do artigo, tipo de artigo, ..);
- desenho ou esboço do artigo devidamente cotado;
- características técnicas do artigo;
- aspectos técnicos no processo fabril (material, ferramentas, ajustamentos, ...);
- parâmetros do processo a verificar, nas sucessivas operações;
- parâmetros do artigo a controlar, nas diferentes operações;
- etc...

O controlo da produção é, portanto, o corolário da programação da produção, estando devidamente suportado pela informação contida nos documentos do dossier técnico da fabricação.

O controlo da produção dá-se já na fase de execução do programa de produção, consistindo essencialmente nos seguintes passos (ver figura acima):

- ① arranque da produção (data e hora de início de cada operação);
- ② sequenciamento a dar à produção dos vários artigos em cada máquina, de acordo com o critério (ou critérios) de prioridade adoptado (s);
- ③ andamento de cada operação (nas fichas de trabalho, os operadores terão que registar, todas as anomalias ocorridas durante a execução da operação, tais como: avarias de máquina, falta de material, material defeituoso, falta de energia, ...). Esta informação é muito importante, para a análise dos desvios da produção e para se poder tomar decisões no sentido de colmatar estes problemas;
- ④ retorno da informação (*feed-back*) para o planeamento e controlo da produção, através do envio das fichas de trabalho e/ou de acompanhamento devidamente preenchidas.

Os principais objectivos do controlo da produção poderão ser, entre outros, aqueles que a seguir se apresentam:

- informação às chefias e operadores do dia / hora de início de cada operação para os vários artigos (ordens de fabrico). informação sobre os prazos de entrega;
- ajustamento permanente dos dados técnicos (gamas operatórias);
- apuramento de custos de produção (custos reais);
- elaboração futura de planos e programas de produção exequíveis e mais realistas;
- acompanhamento do desenrolar (ponto de situação) dos diversos artigos no processo produtivo (por exemplo, para se poder decidir da necessidade ou não de horas extraordinárias, no caso de ocorrerem alguns imprevistos na produção);
- cálculo de indicadores de eficiência dos operadores e da ocupação das máquinas;

- análise dos desvios da produção para se poder tomar decisões estratégicas no sentido de colmatar os principais problemas da fábrica (estrangulamentos, máquinas degradadas, rupturas de material, elevado número de defeitos, ...).

2.6 Técnica de MRP - Manufacturing Resources Planning

2.6.1 Introdução

O **MRP** é um conceito de gestão e planeamento da produção criado nos estados unidos, em 1965. Desde então, o **MRP** evoluiu bastante até se transformar no **MRP-II**. Embora sejam menos de 20% as empresas que utilizam as funcionalidades específicas do MRP-II, ele corresponde, contudo, à técnica de gestão e planeamento da produção mais divulgada nas empresas ocidentais.

À partida, **MRP** significava **Materials Requirements Planning (MRP - I)**. No entanto, com o decorrer dos anos, a evolução do conceito levou os promotores desta técnica a alterar o seu nome para **Manufacturing Resources Planning (MRP-II)**.

A técnica do MRP-II é bastante mais abrangente que a técnica do MRP-I, nomeadamente:

- **MRP-I**, para o cálculo das necessidades em termos componentes e matérias-primas, a partir das nomenclaturas;
- **MRP-II**, para a gestão global do plano agregado da produção no planeamento e controlo da produção;

O conceito MRP nasceu da importância que *Joseph Orlicky* deu aos 2 tipos fundamentais de necessidades:

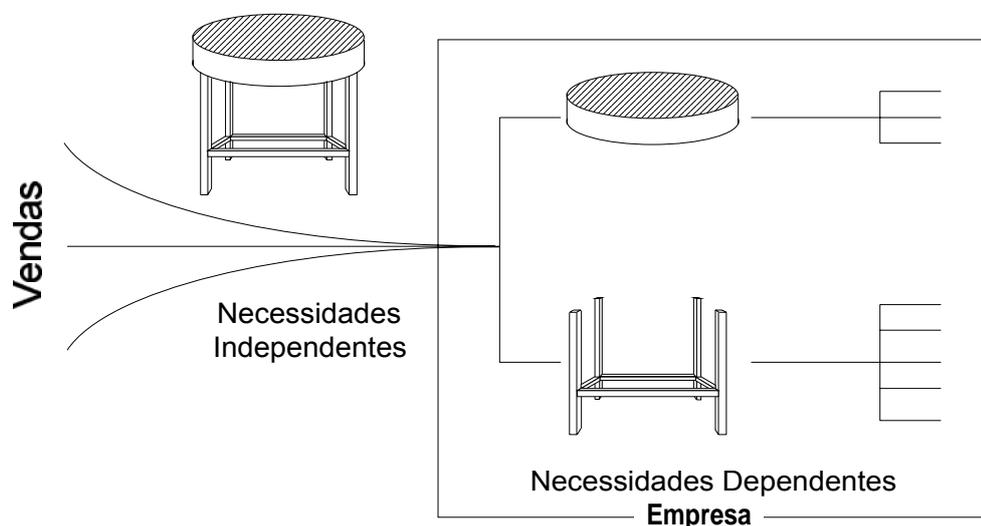
- necessidades independentes;
- necessidades dependentes.

No quadro da página seguinte são descritas as características destes dois tipos de necessidades:

Tipo de Necessidades	Descrição
Necessidades Independentes (entre si)	<ul style="list-style-type: none"> estas necessidades resultam da ligação que a empresa mantém com o mercado (procura independente). são constituídas principalmente pelas encomendas de produtos acabados. para este tipo de necessidades, a previsão dos consumos deve apoiar-se numa boa previsão de vendas.
Necessidades Dependentes	<ul style="list-style-type: none"> estas necessidades são geradas a partir das necessidades independentes. podem ser calculadas a partir da decomposição dos produtos acabados em subconjuntos, em componentes e em materiais, de acordo com as respectivas nomenclaturas. para este tipo de necessidades, a previsão dos consumos deve apoiar-se sobre um cálculo: o cálculo das necessidades que é o motor da técnica MRP.

Esta diferença, aparentemente insignificante, entre as necessidades dependentes e independentes é, contudo, extremamente rica. é nesta identificação que reside a base do conceito MRP.

Poder-se-á portanto concluir que as necessidades independentes apenas podem ser estimadas por previsões enquanto que as necessidades dependentes podem e devem ser calculadas.



O MRP aplica-se especialmente bem às empresas, fabricantes de produtos que tenham numerosos componentes constitutivos. É o caso das empresas electrónicas, mecânicas, electrodomésticas, têxteis... As tipologias de empresas que aplicaram com êxito os conceitos MRP são bastantes numerosas.

2.6.2 MRP e diferentes tipos de produção

No MRP, o cálculo das necessidades está intimamente relacionado com o tipo de sistema de produção em vigor na empresa:

- produção por encomenda
- produção por reposição de stocks

Produção por Encomenda

No caso das Empresas que trabalham por Encomenda (onde o Prazo de Encomenda é superior ao Prazo de Fabrico), a Previsão das Necessidades de Produção far-se-á a partir das Encomendas, após o Cálculo da Carga de Trabalho Global provocado pelas mesmas Encomendas.

Produção por Reposição de Stocks

No caso das Empresas que trabalham para *Stock* (onde o Prazo de Encomenda é inferior ao Prazo de Fabrico), o Produto deverá ser fabricado antes do Recebimento da Encomenda. O Sistema deverá, então, apoiar-se principalmente nas Previsões de Venda.

As diferenças de tempo consideradas para cada fase do fabrico impõem um horizonte de previsão tanto mais longo quanto mais prolongado for o ciclo de produção.

Em consequência a empresa que queira evitar a perda de tempo entre encomendas de produtos acabados e aprovisionamento de matérias-primas deve dotar-se de um sofisticado sistema de previsão de vendas. E isto para o curto, médio e longo prazo. Contudo a empresa deve, cada vez mais, procurar reduzir ao máximo os seus ciclos de produção, uma vez que as previsões de vendas estão a tornar-se cada vez mais falíveis.

Há que salientar desde já, que na técnica MRP, o fabrico não é gerido directamente a partir das encomendas, mas sim, a partir de um **Plano Director de Produção** (PDP). É o PDP que irá definir as necessidades suplementares a todos os níveis, tendo em conta os artigos em curso de fabricação, em cada fase, e os eventuais *stocks* em diferentes níveis de nomenclatura.

Ir-se-á desenvolver apenas a técnica MRP-II, que, pela sua globalidade permite tratar uma grande parte dos problemas de gestão e planeamento da produção.

2.6.3 A Arquitectura do MRP-II

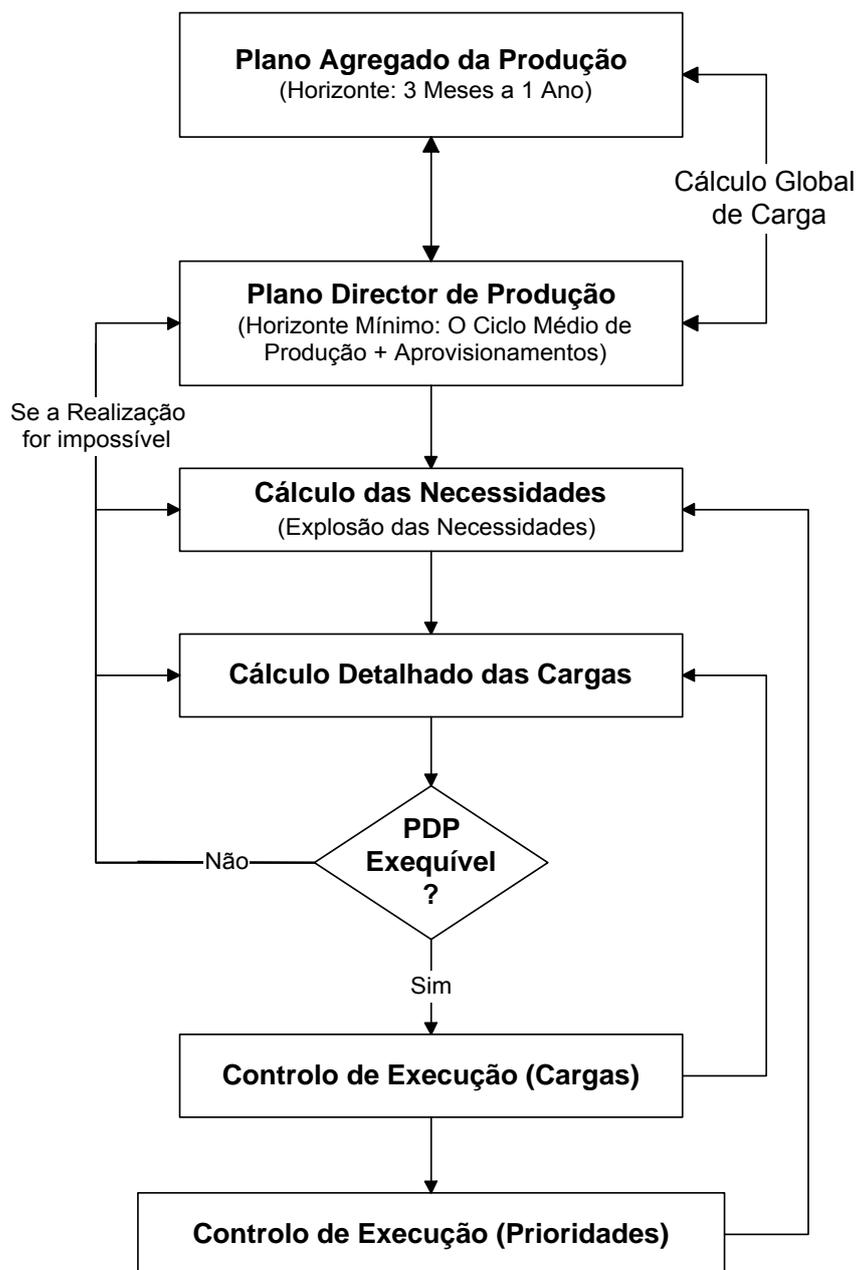
A técnica MRP-II permite planear a produção desde o longo prazo até ao curto prazo. É, igualmente, um método de simulação da actividade industrial (comparação entre a carga e a capacidade) que permite dar respostas a perguntas como as que a seguir se apresentam:

- O que se passará no caso de surgir uma encomenda importante e urgente?
- Quais serão as consequências?

É um método de trabalho que permite a todos os serviços da empresa gerir a produção, utilizando a mesma Linguagem.

O fluxo funcional apresentado na página seguinte, mostra o encadeamento das principais Funções do MRP-II, em termos de planeamento e controlo da produção.

Também se pode observar a existência de Elos de Regulação (*Feedback*), constituindo-se o MRP-II, portanto, como um circuito fechado de informação, na medida que se auto-reajusta a partir do controlo da produção.



Podem-se portanto destacar como principais funções da técnica MRP-II, as constantes do quadro da página seguinte.

<p>Plano Agregado da Produção (Plano Industrial e Comercial)</p>	<ul style="list-style-type: none"> ☑ tem por objectivo formalizar a direcção que a empresa seguirá nos meses seguintes; ☑ é elaborado por famílias de produtos, estabelecendo um calendário para as vendas e para o nível de <i>stocks</i> durante um período variável, conforme o tipo de fabrico (geralmente este plano pode cobrir um período até 1-2 anos).
<p>Plano Director de Produção (PDP)</p>	<ul style="list-style-type: none"> ☑ plano que define as quantidades de produtos acabados que se pretendem fabricar nas semanas ou meses seguintes.; ☑ é um documento de diálogo indispensável (um contrato) entre os comerciais e a produção.
<p>Cálculo das Cargas Globais</p>	<ul style="list-style-type: none"> ☑ este cálculo permite verificar, globalmente, se as necessidades planificadas estão compatíveis com a capacidade da empresa.; ☑ de facto, é inútil e perigoso avançar mais se, ainda em fase de plano agregado da produção e de programa director de produção, se verificar a impossibilidade de concretização.; ☑ é a este nível, portanto, que as decisões de capacidade devem ser tomadas.
<p>Cálculo das Necessidades Dependentes (Explosão das Necessidades)</p>	<ul style="list-style-type: none"> ☑ a partir da produção planificada pelo pdp para satisfazer as necessidades independentes, o cálculo das necessidades permite avaliar as necessidades dependentes que daí resultam.
<p>Cálculo Detalhado das Cargas</p>	<ul style="list-style-type: none"> ☑ a verificação das cargas globais permite eliminar uma grande parte dos problemas de carga a nível dos postos; ☑ contudo, podem subsistir alguns problemas locais, principalmente nos postos de estrangulamento; ☑ é preciso, então, verificar se as cargas induzidas pelo cálculo das necessidades não são superiores à capacidade do ponto em causa, porque, se assim for, o prazo dos artigos que passarem por este ponto, será dilatado e provocará, necessariamente, atrasos.
<p>Acompanhamento e Controlo do Fluxo de Carga</p>	<ul style="list-style-type: none"> ☑ esta fase permite estabelecer um controlo nos postos mais importantes para que o prazo entre o momento em que o artigo chega ao posto e o momento em que ela o abandona, não seja sensivelmente diferente do prazo utilizado no cálculo das necessidades (e que figura nas gamas operatórias).
<p>Controlo de Execução (Prioridades)</p>	<ul style="list-style-type: none"> ☑ esta fase permite estabelecer um controlo para que o conjunto das ordens de fabrico que devem chegar a um posto se verifique no momento previsto pelo MRP; ☑ o acompanhamento permitirá pôr em evidência as correcções a efectuar no planeamento, através das ligações ou elos de regulação (feed-back)

Para além do encadeamento hierárquico de funções, o MRP-II é um sistema com elos que permite a sua própria regulação. Estes elos de regulação encontram-se descritos a seguir:

Elos de Regulação

- O 1º Elo de regulação permite subir ao **PDP**, no caso do cálculo detalhado das cargas indicar uma impossibilidade de respeitar os compromissos assumidos pelo **PDP**.
- O 2º elo, respeitante às capacidades, situa-se entre o controlo de execução das cargas e o cálculo detalhado das cargas.
- O último elo, respeitante às prioridades, situa-se entre o controlo de execução das prioridades e o cálculo das necessidades.

Estes Elos de Regulação são muito importantes na implementação da técnica MRP-II. Eles permitem introduzir nos cálculos, os dados recolhidos no terreno e regular o sistema, introduzindo nos cálculos, as subcargas ou as sobrecargas, os avanços ou os atrasos e regular, assim, os problemas resultantes da sua existência.

Depois desta breve apresentação das principais funções do MRP-II, os capítulos seguintes irão retomar, em pormenor, a aplicação de alguns dos módulos mais importantes.

2.6.4 O Plano Agregado da Produção

2.6.4.1 O que é o Plano Agregado da Produção?

Já se viu acima que o plano agregado da produção de uma empresa é estabelecido anualmente, devendo, porém, ser revisto em reuniões mensais entre a administração e todas as direcções funcionais (industrial, comercial, financeira, planeamento,...). O plano agregado da produção permite um enquadramento global da actividade, ao nível das famílias de produtos (de 5 a 20 famílias, conforme as empresas).

Sem dúvida que o horizonte de planeamento depende do ciclo de fabricação e da compra do produto. Para um produto cujo ciclo é de 4 meses, pode-se ter que prever um horizonte de planeamento agregado da produção para 2 anos, pormenorizando-se, por exemplo, o 1º ano, por mês, e o 2º ano, por trimestre.

2.6.4.2 Organização de um Plano para uma Família de Produtos

Supõe-se um caso simples para o qual são constantes as previsões de venda da família de produtos (400 unidades) e para o qual a direcção geral deseja reduzir, progressivamente, os *stocks*.

Períodos	Passado			Futuro					
	- 3	- 2	- 1	1	2	3	4	5	...
Previsão	400	400	400	400	400	400	400	400	400
Real	390	420	410						
Vendas	Desvio	- 10	+20	+10					
Previsão	375	375	375	375	375	375	375	375	374
Real	400	370	385						
Produção	Desvio	+25	-5	+10					
Previsão	305	280	255	240	215	195	175	150	
Stock	Real	330	340	290	265				
Desvio	+35	+10	+10						

O passado é fundamental pois permite conhecer a fiabilidade da previsão em relação ao real.

Pode-se, assim, estabelecer o calendário para os meses seguintes, ligando as previsões de venda, a previsão da produção e os *stocks* desejados através da seguinte relação:

$$\begin{array}{r} \text{Previsão} \\ \text{de} \\ \text{Produção} \end{array} = \begin{array}{r} \text{Previsão} \\ \text{de Vendas} \end{array} + \begin{array}{r} \text{Nível de} \\ \text{Stock} \\ \text{pretendido} \end{array} - \begin{array}{r} \text{Nível de} \\ \text{Stock} \\ \text{actual} \end{array}$$

A previsão de produção deve ser convertida em horas de trabalho (ex.: horas-máquina) para permitir um cálculo global de cargas, ao nível do plano agregado da produção. no exemplo acima, se um produto da família requer 50 minutos *standard* de produção, a necessidade aproximada em capacidade para esta família de produtos será de $375 \times 50 = 18\,750$ minutos = 312,5 horas.

A reunião mensal tem como objectivo a análise do plano agregado da produção de cada família de produtos. A administração e os directores funcionais estudam, sucessivamente, as vendas, a produção e os *stocks*. Qualquer desvio superior a 5% deve ser cuidadosamente analisado. Além disso, deve ser efectuada uma verificação da carga global para cada família de produtos, recorrendo-se (se possível) a trocas de capacidade entre as diferentes famílias de produtos.

Se se notar algum desvio entre a carga global e a capacidade da fábrica, será necessário corrigir o plano agregado da produção através das seguintes variáveis de actuação (a maior parte destas acima):

No caso de Sobrecarga:	No caso de Subcarga:
<ul style="list-style-type: none"> recurso a horas extraordinárias transferência de pessoal das secções com subcarga recurso a subcontratação recurso a pessoal temporário contratação de novo pessoal 	<ul style="list-style-type: none"> supressão de horas extraordinárias transferência de pessoal anulação dos subcontratos despedimento de pessoal constituição de <i>stocks</i>

Também já se viu acima que existe uma relação directa entre o plano agregado da produção e os outros planos operacionais, de médio e longo prazo da empresa, como é o caso do plano financeiro, dos planos técnicos e comerciais.

2.6.5 O Plano Director de Produção (PDP)

2.6.5.1 O que é o PDP?

O **PDP** é o plano que estabelece a ligação entre o plano agregado da produção e o cálculo das necessidades.

Se o plano agregado da produção trata as famílias de produtos, o plano director de produção trata os produtos ou, eventualmente, os subconjuntos funcionais de maior importância.

Se, em geral, se divide um plano agregado da produção em períodos mensais, o plano director de produção apresenta uma periodicidade semanal ou mesmo diária.

O **plano director de produção** é um elemento essencial da técnica MRP. A sua função é reunir o conjunto de necessidades de uma produção e estabelecer um calendário da produção a efectuar.

A partir desta fase, é importante notar que o plano director de produção não é uma decomposição, por período, das previsões comerciais, mas, sim, a tradução destas num programa de produção, compatível com as capacidades da fábrica, satisfazendo da melhor maneira as previsões comerciais.

2.6.5.2 Organização do PDP

A finalidade do PDP é, portanto, elaborar um calendário dos produtos acabados a produzir, em função:

- das previsões de vendas;
- das encomendas de clientes;
- da previsão do *stock* de produtos acabados.

Exemplo: Considere-se um produto cujo lançamento em fabricação se efectua por lote de 100 peças. O *stock* de segurança é de 12 unidades:

	Períodos (Semanas)												
			2	3									
Previsão de Vendas			20	40	45	45		50		40	40		
Encomendas de Clientes	40	20	5										
Previsão do Stock	120	80	40	-5	50	5	60	10	60	20	-20	80	
PDP (ordens firmes)				100									100

Neste quadro as previsões de vendas são fornecidas pelo serviço comercial. as encomendas de clientes representam as encomendas firmes. Para a semana 1, por exemplo, elas são iguais ao previsto. logo, todas as previsões comerciais foram transformadas em encomendas firmes. Isto representa a melhor das situações, mas também podem ser diferentes se houver erros de previsão. neste caso, o software da técnica MRP deverá ser capaz de reagir a estes erros de previsão.

A previsão de stock para 1 semana calcula-se da seguinte maneira:

$$\begin{aligned} \text{stock no fim da semana 0} &= 120 \\ \text{previsão de vendas na semana 1} &= 0 \\ \text{encomendas clientes na semana 1} &= 40 \\ \text{previsão de stock no fim da semana 1} &= 120 - 40 = 80 \end{aligned}$$

No limite de um horizonte de planeamento, próprio da empresa, o **PDP** é constituído por ordens firmes, colocadas pelo responsável de planeamento que tenta manter o stock previsional superior ao stock de segurança. para além do horizonte do planeamento, o PDP funciona como um cálculo das necessidades.

Esta linha não deve ser calculada automaticamente, mas sim controlada pelo responsável do planeamento. Além disso, para que as ordens firmes possam ser efectivamente realizadas pela empresa, o mesmo responsável terá que estar atento, afim de verificar a exequibilidade do plano, isto é, verificar se o plano é compatível com a capacidade disponível da fábrica.

O PDP é reactualizado em cada período (semana ou mesmo dia). É um “Cálculo Deslizante” que se efectua introduzindo todas as novas informações disponíveis.

Exemplo: Retomando o exemplo anterior, considere-se o cálculo para a semana 2 com uma encomenda mais baixa que o previsto (20 unidades em vez de 40), ou seja, que 20 unidades previstas no calendário anterior não se transformaram numa encomenda firme, mas com uma previsão comercial mais alta para a semana 3:

	Períodos (Semanas)										
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
Previsão de Vendas		40	40	45	45	50	50	40	40	40	
Encomendas de Clientes	20	20	5								
Previsão de Stock	80	60	0	55	10	65	15	65	25	-15	45
PDP			100		100		100			100	

Observa-se que a ordem firme de 100 na semana 7 pode ser transferida para a semana 8 porque o *stock* de segurança (12 unidades) ainda não foi atingido na semana 7.

O responsável de planeamento toma, então, a decisão de transferir ou não a ordem firme em função das capacidades da fábrica e do conjunto de informações de que dispõe. deve, igualmente, verificar que a soma dos PDP dos produtos de uma mesma família continua no enquadramento imposto pelo plano agregado da produção.

A última linha do plano director de produção é, portanto, uma linha de ordens firmes: não podendo ser modificada automaticamente pelo *software* MRP, mas unicamente por iniciativa do responsável do planeamento.

Se, muitas vezes, é possível transferir-se uma ordem firme para um período posterior, superior ao prazo de produção, o mesmo não se passa quando se pretende alterar uma ordem que já está na fase de montagem. Para distinguir estes casos, definem-se três zonas:

- **zona firme** (zona de montagem), que não deve ser modificada;
- **zona de previsão** (zona de transformação), que é negociável;
- **zona livre** (zona de aprovisionamento), que pode, ainda, ser modificada.

Estas diferentes zonas são determinadas em função dos prazos de montagem, transformação e aprovisionamento.

As regras de gestão aplicadas a cada uma destas zonas serão, sem dúvida, diferentes. Por exemplo, o serviço de planeamento da produção é o único que tem o direito de modificar uma quantidade, quer ela esteja em excesso ou em falta.

Sendo a zona firme muito restritiva, procurar-se-á, reduzir os prazos, a fim de reduzir a duração temporal desta zona.



2.6.6 O Cálculo Global de Carga

Para o estabelecimento de um plano director de produção realista ter-se-á que verificar a exequibilidade do plano das necessidades líquidas comerciais, isto é, dos produtos a fabricar.

Consoante as empresas, estas necessidades encontram-se definidas em termos de famílias de produtos e/ou em termos de referências.

O cálculo global de carga consiste numa simulação muito genérica, onde não se vai utilizar os dados técnicos detalhados dos produtos, mas sim a informação relativa aos seguintes macro-dados:

- macro-gamas dos produtos;
- centros de carga (secções).

As macro-gamas fornecem, para cada produto ou família de produtos, a carga global por centro de carga ou secção. Também se deverá ter em linha de conta a carga dos recursos críticos, vulgarmente denominados por pontos de estrangulamento.

O Cálculo Global de Carga (ou simulação global) terá que ser rápido, pois ter-se-á que analisar várias soluções alternativas, fazendo variar:

- as capacidades dos meios de produção;
- as quantidades dos produtos a fabricar;
- os prazos de entrega.

Recorde-se para o efeito, que se está ainda perante um horizonte de planeamento longínquo e, portanto, algo incerto.

Os resultados deste cálculo global de carga permitirão estabelecer o equilíbrio entre a capacidade e a carga, no horizonte considerado, em função das decisões adoptadas ao nível de:

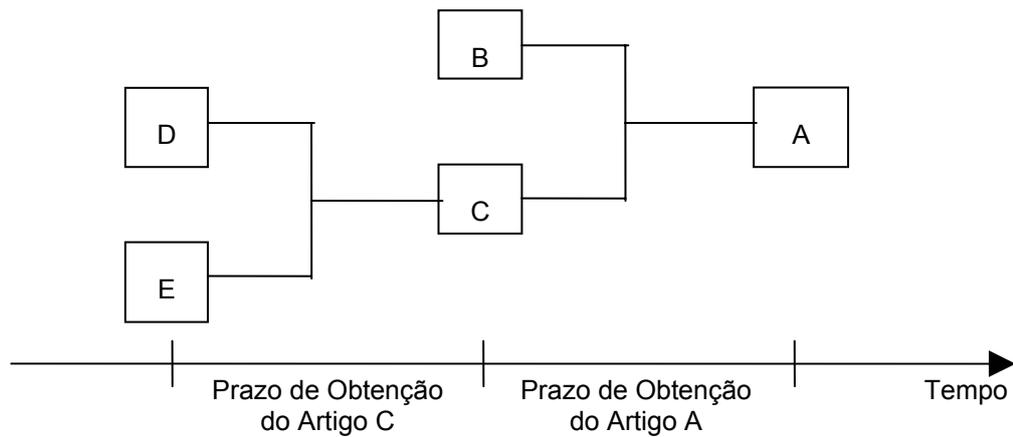
- transferência de pessoal (exige a polivalência dos colaboradores);
- flexibilidade dos horários semanais (horas extraordinárias);
- apelo à subcontratação;
- modificação do plano director de produção (antecipação do fabrico de alguns produtos).

A operação do cálculo global de carga deverá ser efectuada em diálogo com os serviços comerciais, com os quais se irá propor algumas modificações ao seu projecto inicial.

O cálculo de exequibilidade neste nível de planeamento, permite definir um plano director de produção realista que irá assegurar um bom programa de produção, facilmente exequível no curto prazo.

2.6.7 O Cálculo das Necessidades

O cálculo das necessidades líquidas estimula o fluxo logístico dos materiais (ver a figura seguinte) ao longo do processo produtivo da empresa:

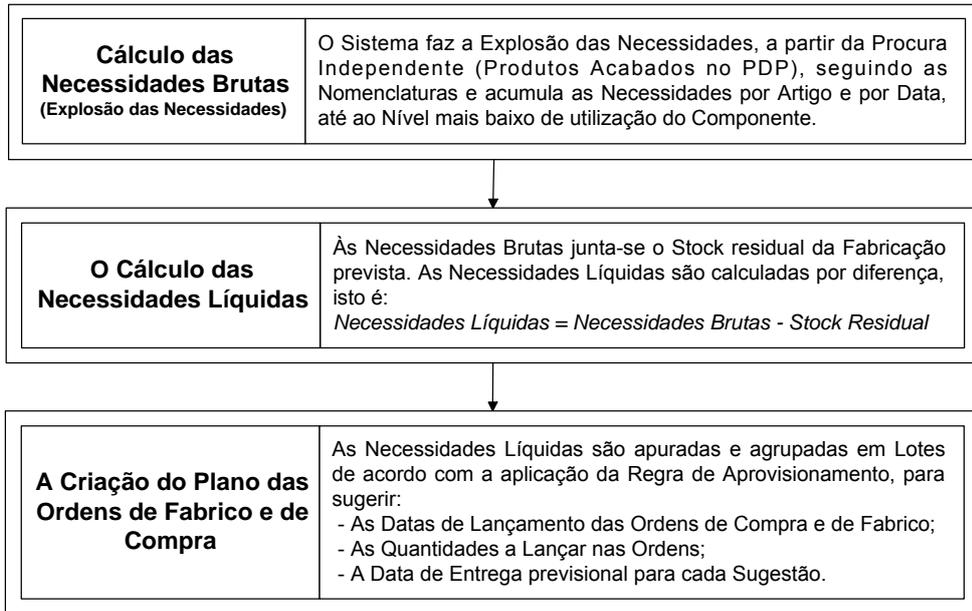


O cálculo das necessidades apoia-se nos dados técnicos, no calendário de fabricação, nas informações de stock e tem em linha de conta as diversas restrições em termos de:

- prazos dos fornecedores;
- prazos dos subcontratados;
- prazos dos centros de carga (secções do processo fabril).

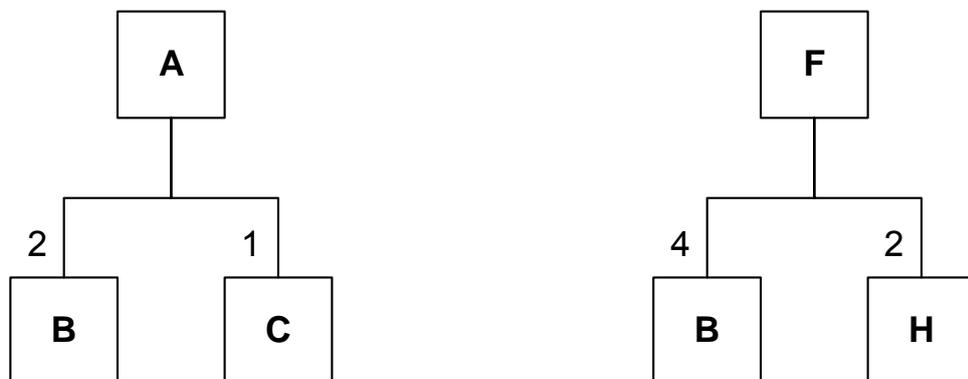
Contrariamente ao modelo tradicional de gestão de stocks, este método de cálculo das necessidades de materiais tem em linha de conta a presença dos subconjuntos e componentes comuns a diversos produtos acabados.

O cálculo das necessidades líquidas pode ser realizado a partir das etapas sistematizadas no quadro da página seguinte.

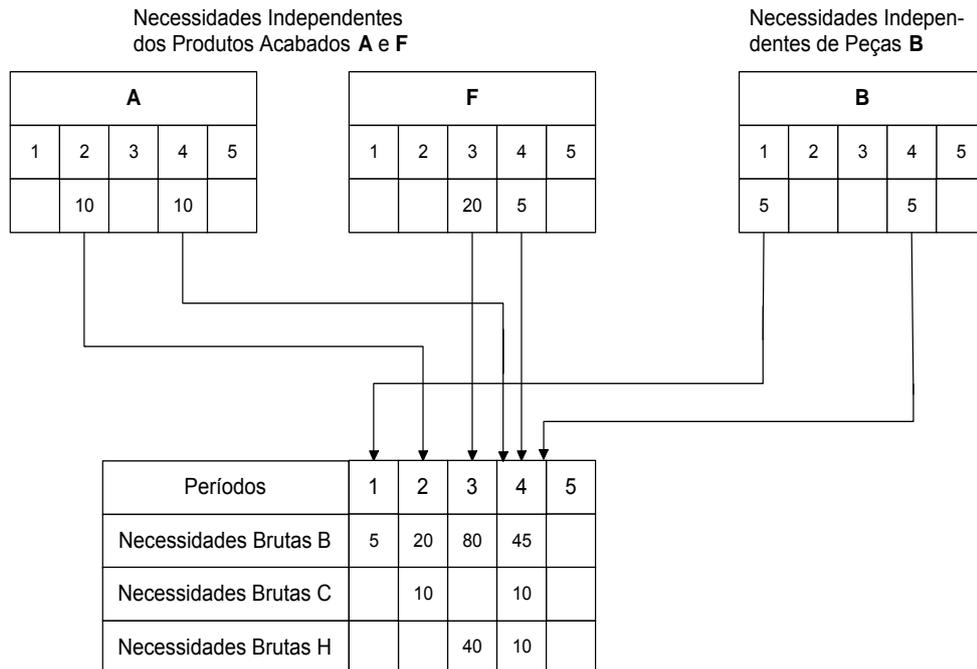


Nas figuras seguintes apresenta-se um exemplo esquematizado de cálculo das necessidades brutas (explosão das necessidades):

Admitam-se dois produtos finais A e F, com a seguinte nomenclatura (ou estrutura):



O cálculo de necessidades, quer dos produtos finais quer dos intermédios (casos de B, C e H) será então, conforme apresentado na figura da página seguinte.



Com este tipo de planificação, consegue-se uma diminuição significativa dos stocks e da frequência das rupturas, já que o cálculo das necessidades permite:

- a sincronização das necessidades e dos aprovisionamentos com uma programação ao mais tarde possível dos lotes;
- a redução dos stocks de segurança dos artigos componentes;
- a comparação frequente daquilo que se pretende fazer com a capacidade disponível.

A manutenção dos stocks (ver figura abaixo) e o seguimento das ordens permitem tratar os movimentos reais de stocks assim como os movimentos previsionais correspondentes às ordens desencadeadas a seguir:

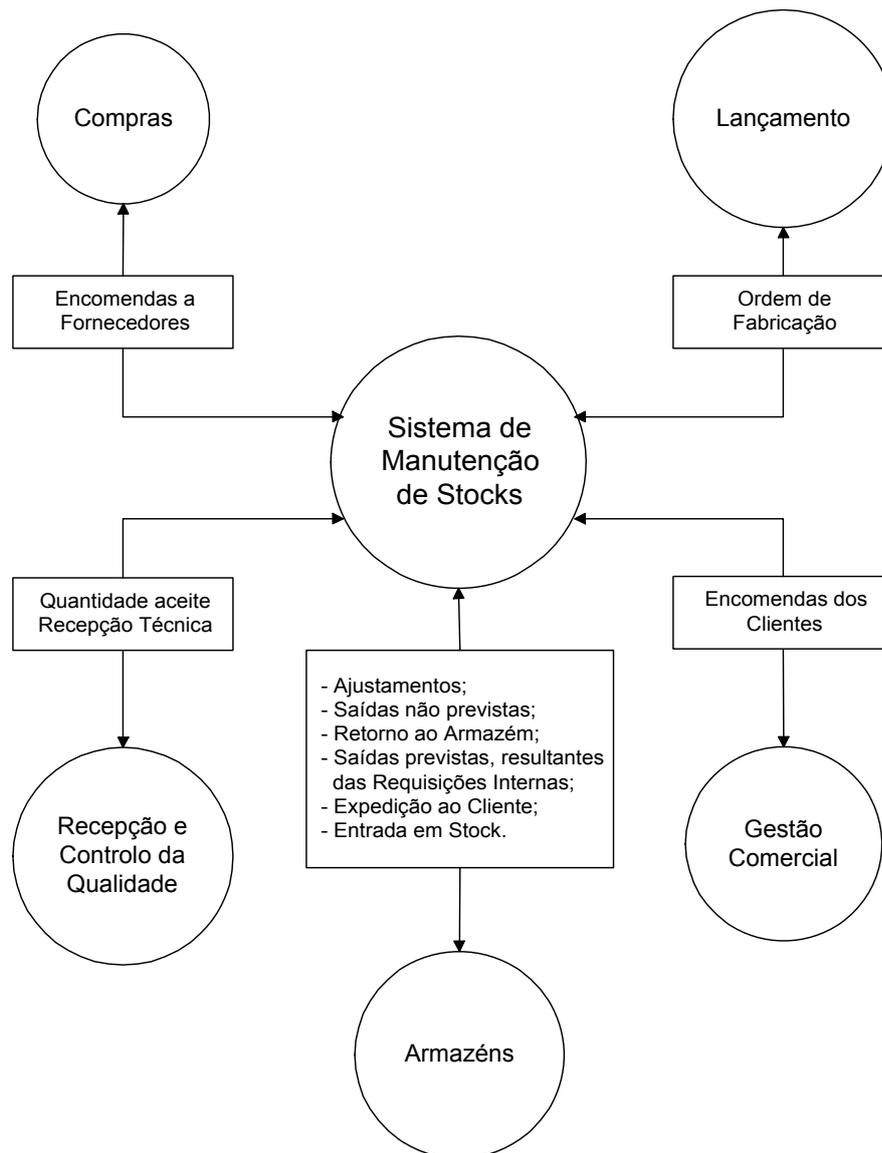
- situação das ordens de compra e de fabricação;
- situação das reservas.

A actualização destes stocks e dos stocks em curso gera a informação de base necessária à interrogação:

- do stock disponível previsionais para um determinado artigo;

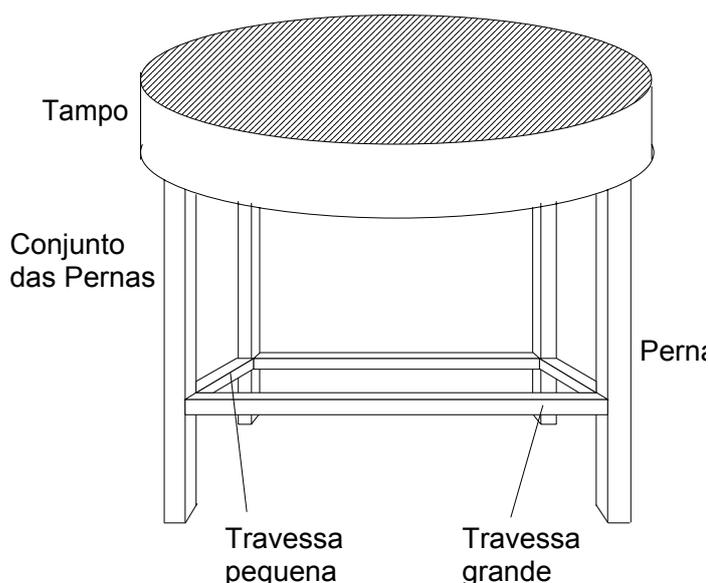
- dos componentes disponíveis para uma ordem;
- das rupturas previsionais para as ordens desencadeadas;
- do histórico dos movimentos de *stock*.

Sistema de Informação associado à Manutenção de Stocks



Para uma melhor compreensão do Cálculo das Necessidades, a melhor forma de o fazer é através da apresentação de um Exemplo concreto. É o que se propõe fazer a seguir.

Exemplo: Supõe-se uma empresa que fabrica um tipo de mesas, como a que se apresenta na figura seguinte:

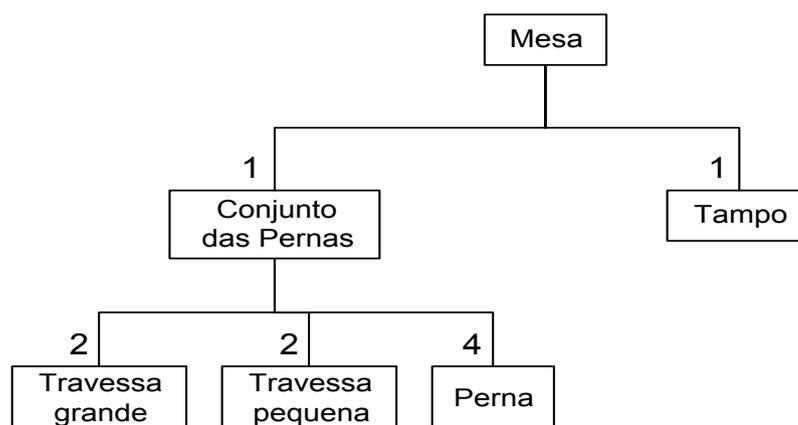


A mesa acabada é composta por um tampo e por um conjunto de pernas. o conjunto de pernas, por sua vez, é composto por:

- 4 pernas;
- 2 travessas pequenas;
- 2 travessas grandes.

Neste exemplo, os conjuntos das pernas são fabricadas em avanço e armazenados em stock. esta estratégia permite responder mais rapidamente às solicitações de mercado, uma vez que não é necessário esperar pela montagem de toda a mesa a partir dos seus componentes individuais. Este tipo de estratégia é tanto mais comum, quanto mais os princípios da diferenciação retardada estiveram presentes na empresa.

A nomenclatura para esta mesa pode ser representada da forma arbórescente:



Parte-se do princípio de que os componentes da mesa são todos adquiridos ao exterior, caso contrário ter-se-ia que prever um 4º nível na nomenclatura para a madeira utilizada para fabricar as pernas, as travessas e o tampo.

Outra informação fundamental para se proceder à explosão das necessidades (cálculo das necessidades brutas) é os prazos de montagem e de aprovisionamento (*lead time*) previstos para os vários artigos.

Prazos de Fabricação e de Aprovisionamento	
Artigo	Semanas
Mesas acabadas	1
Conjuntos de pernas	1
Pernas em madeira	1
Travessas pequenas em madeira	1
Travessas grandes em madeira	1
Tamos em madeira	2

Assim, para o planeamento, demora-se uma semana para a montagem da mesa final, a partir do conjunto de pernas e do tampo. Este prazo de montagem inclui o tempo médio de espera devido às interferências causadas pelos outros artigos, que obviamente é muito maior que o tempo de processamento necessário. Se as mesas tiverem grande urgência numa base de prioridades, elas podem ser montadas em apenas algumas horas.

Agora já é possível, através da explosão das necessidades, a construção de um plano de materiais (plano MRP), para as mesas acabadas e para todos os seus componentes. O plano de materiais resultante pode visto a partir das tabelas abaixo apresentadas.

O plano director de produção apresenta, neste caso as seguintes necessidades independentes de mesas acabadas (resultantes das encomendas firmadas e da previsão da procura):

Previsão da procura

- 200 unidades na semana 4;
- 150 unidades na semana 5;
- 100 unidades na semana 6.

Plano de Materiais - MRP

Semana					
1	2	3	4	5	6

Mesas L: 1

Necessidades Brutas (Informação do PDP)				200	150	100
Stock Inicial e Entregas Plan.:	<u>50</u>					
Necessidades Líquidas				150	150	100
Plano de Lançamento			150	150	100	

Tampos L: 2

Necessidades Brutas			150	150	100	
Stock Inicial e Entregas Plan.:	<u>50</u>	50				
Necessidades Líquidas			50	150	100	
Plano de Lançamento	50	150	100			

Conjuntos de Pernas L: 1

Necessidades Brutas			150	150	100	
Stock Inicial e Entregas Plan.:	<u>100</u>					
Necessidades Líquidas			50	150	100	
Plano de Lançamento		50	150	100		

Pernas L: 1

Necessidades Brutas		200	600	400		
Stock Inicial e Entregas Plan.:	<u>150</u>	100				
Necessidades Líquidas			550	400		
Plano de Lançamento		550	400			

Travessas pequenas L: 1

Necessidades Brutas		100	300	200		
Stock Inicial e Entregas Plan.:	<u>50</u>					
Necessidades Líquidas		50	300	200		
Plano de Lançamento		50	300	200		

Travessas grandes L: 1

Necessidades Brutas		100	300	200		
Stock Inicial e Entregas Plan.:						
Necessidades Líquidas		100	300	200		
Plano de Lançamento		100	300	200		

Tal como se pode ver através deste plano, existem actualmente 50 mesas acabadas em stock. Portanto, pode-se subtrair estas mesas disponíveis, das necessidades brutas (que surgiram do plano director de produção) para se chegar às necessidades líquidas. De seguida estas necessidades líquidas são adiantadas numa semana, devido ao prazo de montagem previsto, obtendo-se o plano de lançamento para as ordens de montagem das mesas. Assim, para satisfazer as necessidades brutas do PDP, as ordens de montagem terão que ser lançadas para montar 150 mesas na semana 3, 150 mesas na semana 4 e 100 na semana 5.

Este plano de lançamento para as mesas é utilizado para calcular as necessidades brutas (necessidades dependentes) para os tampos e os conjuntos de pernas, no próximo nível da nomenclatura (nível 2). O ciclo repete-se até se chegar aos componentes do último nível da nomenclatura. Quando se chegar ao plano de lançamento das ordens de compra dos artigos posicionados no último nível da nomenclatura, dá-se por concluída a fase de cálculo das necessidades.

Em que é que o plano de materiais nos pode informar?

Em primeiro lugar, informa-nos que se deve lançar imediatamente (na semana 1) as ordens de compra aos nossos fornecedores, para o fornecimento de:

- 50 tampos;
- 50 travessas pequenas;
- 100 travessas grandes.

O plano de materiais também nos faculta os planos de lançamento (da ordens de montagem e de compra) para cada uma das semanas, num futuro próximo. Se o PDP e se todas as outras condições permanecerem constantes, estas ordens planeadas irão ser executadas na devida altura.

Pode-se portanto estabelecer um plano de aprovisionamentos dos componentes externos de acordo com o plano director de produção para as mesas, isto é:

Período	1	2	3	4
Tampos	50	150	100	
Pernas		550	400	
Travessas pequenas	50	300	200	
Travessas grandes	100	300	200	

Verifica-se neste plano, que as ordens de compra propostas são iguais às necessidades líquidas obtidas a partir do plano MRP.

Muitas vezes, o que acontece na realidade, é que se tem que agrupar as Necessidades Líquidas dos Materiais a adquirir, até se obter uma Quantidade economicamente viável, para se proceder ao Lançamento efectivo da Compra. Este mesmo princípio pode ser aplicado às Ordens de Fabrico, para se constituir Lotes Económicos de Fabricação (LEF).

Assim, por exemplo, se estabelecer uma quantidade económica de 400 unidades (ou mais) para o fornecimento de pernas e travessas e de 200 unidades (ou mais) para o fornecimento dos tampos, então o plano de aprovisionamento terá a seguinte composição:

Período	1	2	3	4
Tamos	200		200	
Pernas		550	400	
Travessas pequenas	400		400	
Travessas grandes	400		400	

Comentário:

Não é necessário escolher um exemplo complicado para se aperceber do número de operações geradas pelo cálculo das necessidades. De facto, embora simples, os cálculos aumentam rapidamente com o número de produtos a gerir e a complexidade das nomenclaturas. a aplicação do MRP numa empresa implica, necessariamente, material informático, capaz de se encarregar do conjunto dos cálculos.

2.6.8 Cálculo Detalhado das Cargas

Sobre um horizonte superior à duração do ciclo de produção, trata-se de verificar a exequibilidade do plano de fabricação (plano das ordens de fabrico), resultado da determinação das necessidades líquidas dos artigos a fabricar, em função das capacidades disponíveis.

Nesta fase ter-se-á que utilizar os dados técnicos, de uma forma mais precisa e rigorosa, nomeadamente:

- as nomenclaturas;
- as gamas operatórias;
- os postos de carga.

O cálculo das necessidades líquidas irá fazer-se acompanhar da planificação de cada artigo, necessária à realização do plano de fabricação.

Esta planificação obtém-se utilizando o prazo de obtenção médio de cada artigo nas nomenclaturas ou calculando este prazo a partir da gama operatória respectiva. Neste último caso, a gama operatória terá que ser bastante completa, englobando todos os tempos relacionados com o ciclo logístico dos artigos durante o processo fabril, nomeadamente:

- tempo de espera junto à máquina (em fila de espera)
- tempo de execução;
- tempo de mudança de série (tempo de preparação);
- tempo a aguardar transporte;
- tempo de controlo (auto-controlo);
- tempo de transporte / manuseamento;
- outros tempos eventuais.

As datas de início e de conclusão vão estar atribuídas a cada artigo a fabricar.

As ordens de fabrico resultantes deste cálculo gerem cargas de trabalho em cada posto de carga e torna-se, portanto, necessário verificar o equilíbrio carga / capacidade por posto e geralmente por dia ou semana.

O carregamento é efectuado em capacidade infinita, isto é, faz-se a planificação sem se preocupar com a capacidade dos postos. As acções correctivas no caso da sobrecarga são da mesma natureza que as referidas no cálculo global de carga.

2.6.9 O MRP e a Informática:

Considerando o enorme volume de cálculos necessários ao MRP, torna-se indispensável o auxílio de um instrumento informático. Mas é preciso estar-se atento, pois no caso de aparecerem erros na gestão de ficheiros, o conjunto do sistema perde vantagens. Com a perda de credibilidade assistir-se-ia ao aparecimento de sistemas de gestão manuais, paralelos ao sistema informático, transformando-o num investimento caro em relação à sua utilidade. O bom funcionamento de

um MRP necessita de uma manutenção adequada dos ficheiros, nomeadamente dos ficheiros relativos aos dados técnicos.

Para o correcto funcionamento do MRP é fundamental que a fiabilidade dos dados técnicos e em particular a nomenclatura (ou estrutura do produto) e os stoks, se mantenha em níveis iguais ou superiores a 98%.

Conclusões

O *MRP-II* é, portanto, um conjunto de instrumentos destinados a planear todos os aspectos da gestão de produção desde o plano agregado da produção, que permite ter uma visão global e dar uma direcção à empresa, até ao controlo de execução, que permite verificar a correcta execução das ordens de fabrico, no “terreno”.

Síntese do Capítulo 7

A sequência das operações necessárias à fabricação ou à montagem de um artigo, as características de cada uma destas operações, associadas aos respectivos tempos de execução e à identificação dos artigos através dos seus códigos e nomenclaturas, constituem-se como o conteúdo fundamental das gamas operatórias.

No presente capítulo e a partir da apresentação dos princípios que regem a elaboração das gamas operatórias, desenvolveram-se também:

- os conceitos, técnicas e critérios de planeamento e programação, tendo em vista a necessária flexibilidade de resposta a encomendas e ao cumprimento dos prazos;
- os conceitos e técnicas de cálculo para a equilibragem/balanceamento de postos de trabalho e linhas de produção, tendo em vista a optimização de recursos.

Finalmente apresentou-se também, de forma sucinta, os princípios e regras de acção para o funcionamento da metodologia MRP.

As Novas Regras da Produção

Objectivos Específicos

- Sensibilizar os formandos para as novas regras da gestão da produção "just in time"
- Dar a conhecer a técnica de cartografia, para análise dos desperdícios de tempo de mão-de-obra, optimização das implantações dos postos de trabalho, redução dos stocks em curso e do tempo de escoamento ou "lead time"
- Interpretar a folha de registo de dados para a cartografia de fluxos e o potencial de novas implantações-tipo
- Dar a conhecer os princípios de arrumação, limpeza, ordem, organização e rigor, a garantir nos postos de trabalho e da sua envolvente, tendo em vista a gestão optimizada dos fluxos, da qualidade e o respeito dos prazos
- Capacitar os formandos para a implementação da técnica de mudança rápida de ferramentas, flexibilização dos postos e diminuição da dimensão das séries de produção.

1 Introdução

A gestão da produção aos dias de hoje confronta-se com desafios importantes e complexos, porque muito dispersos no que respeita a objectivos e domínios, desde a qualidade (garantir a conformidade), passando pelo controlo dos custos, pela segurança nos prazos, a que se acresce a necessária flexibilidade.

Não actuando isolada, a produção tem de responder a inúmeras solicitações decorrentes da permanente evolução dos mercados e das especificidades de cada produto, de cada cliente da inovação tecnológica, de novos e sofisticados sistemas de distribuição.

Desde finais dos anos 70, que os sistemas produtivos vêm sofrendo uma forte influência das práticas industriais japonesas, centradas no rigor, na

orientação para o cliente e num grande envolvimento das pessoas.

Falar em novas regras de produção é falar necessariamente nas pessoas, no contributo permanente que delas se espera e na criação de condições para que o potencial criativo na organização, possa vir no dia a dia a ser aproveitado no sentido da melhoria contínua, do desempenho e das prestações de cada posto de trabalho, de cada secção, de cada fábrica, em síntese, da empresa em geral.

Face à complexidade do sistema produtivo, os sectores industriais mais desenvolvidos e nomeadamente o do automóvel e o da electrónica, de consumo têm vindo ao longo dos anos a criar e desenvolver metodologias, baseadas na criatividade das pessoas e no aperfeiçoamento da comunicação e informação interna e externa e muito em particular, no potencial do trabalho e em equipa, que de um modo geral podemos chamar de novas regras, em confronto com a tradicional abordagem científica, conceptualizado por Taylor e posta em prática no início do século passado, por entre outros, Henry Ford.

Sendo um campo vastíssimo centrado na imperativa gestão “no momento certo” JIT-Just in Time e podendo abordar desde as metodologias de identificação e resolução de problemas, passando pela manutenção produtiva total ou pela própria gestão de projectos de concepção e industrialização de novos produtos, as novas regras da produção têm três pilares básicos, três conceitos que se consideram prioritários sistematizar e assumir como “regras” ou práticas correntes a disseminar e consolidar na empresa e muito em particular nos sectores produtivos. Esses três pilares básicos são:

- a Cartografia dos fluxos, como associado ao conceito de “caça ao desperdício”;
- os 5 S ,face à necessidade de visibilidade e rigor nas tarefas correntes no terreno;
- o SMED ou troca rápida de ferramentas, para garantir a fluidez e flexibilidade dos fluxos, face às necessárias e cada vez mais frequentes mudanças requeridas pelos clientes.

2 Cartografia de Fluxos

Na empresa e em particular nos sectores produtivos, verificam-se muitos desperdícios no sentido de tarefas ou actividades que não acrescentam valor ao produto.

O valor pode ser visto quer na perspectiva cliente, quer na da empresa.

Do ponto de vista do cliente, valor será a relação qualidade/preço enquanto que para a empresa e especificamente na perspectiva do processo produtivo, será a relação conformidade (o que está especificado) /custo (de a realizar, bem, à primeira e no momento certo).

A generalidade dos processos produtivos é todavia caracterizada por elevada entropia, no sentido em que as pessoas, os meios, as informações, os métodos e a organização estão sujeitos a perturbações de vária ordem assistindo-se por vezes ao crescimento dos sectores produtivos de forma improvisada, pouco reflectida ou racionalizada.

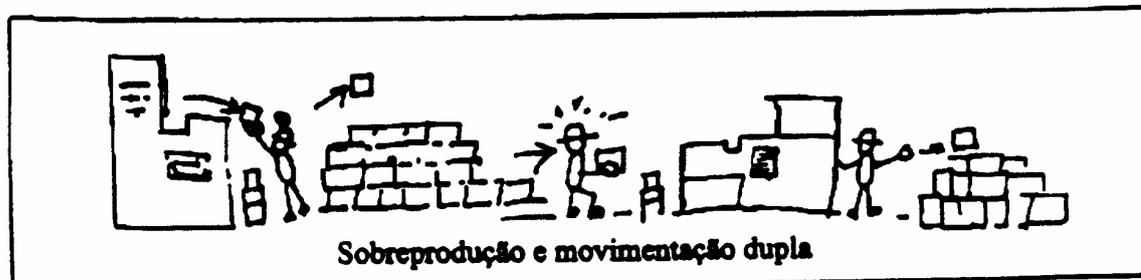
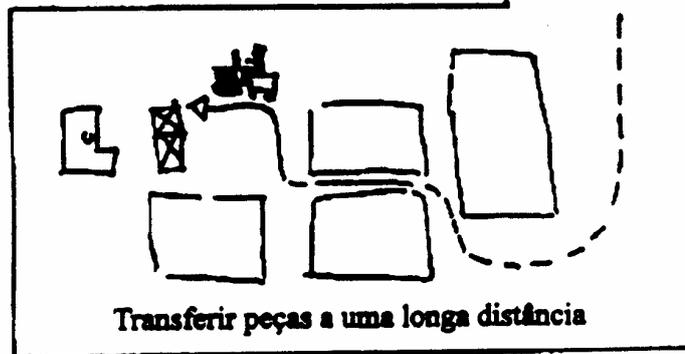
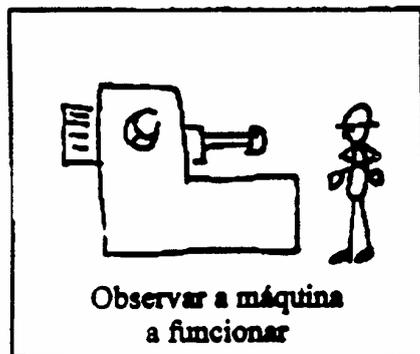
Acumulam-se erros e ineficiências que perduram por meses, às vezes por anos, verificando-se perdas, desvios ou disfuncionamentos de vária ordem de grandeza e tipologia.

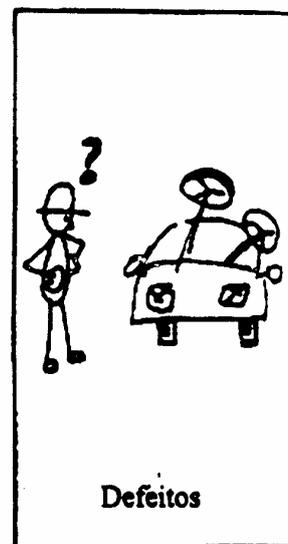
Movimentações excessivas e desnecessárias, postos estrangulados que geram a montante stocks elevados, por vezes com elevado número de não conformes e ocupando áreas úteis, circuitos de peças em contra-fluxo, são só alguns exemplos dos desperdícios que se geram nos sectores produtivos.

São estas perdas/prejuízos que a técnica de cartografia auxilia a erradicar, ou no mínimo diminuir para limites razoáveis e controláveis.

Podendo conduzir a resultados significativos no imediato, deve todavia tornar-se prática corrente na empresa e tendencialmente ser aplicada em quaisquer novos projectos ou transformações dos sectores produtivos, isto é, aplicar a cartografia com carácter preventivo e no sentido de analisar e prevenir, riscos de potenciais ineficiências.

Os Desperdícios na Empresa



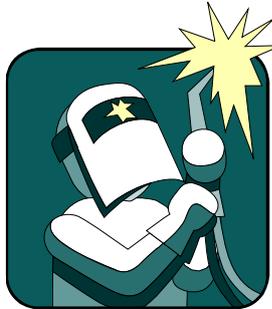


Actividades de Valor Acrescentado

Operações que modificam fisicamente o produto e que contribuem para a(s) função(ões) principal(ais) do mesmo, desde que perceptível(eis) pelo cliente final.

Exemplos:

- ✓ Máquinas / ferramentas – Operação de corte e estampagem
- ✓ Tratamentos superfícies – Cromagem, zincagem, niquelagem
- ✓ Outras operações:
- ✓ Misturar
- ✓ Fundir
- ✓ Soldar
- ✓ Montar
- ✓ Embalar



Actividades que não acrescentam valor ao produto

Operações e tarefas de desperdício de tempo/materiais, que apenas fazem aumentar o custo do produto, mas não o seu valor

Exemplos:

- ✓ Contar
- ✓ Movimentar
- ✓ Transportar
- ✓ Armazenar
- ✓ Inspeccionar



2.1 A Necessidade da Realização de Cartografias dos Fluxos

Para se ser mais competitivo ter-se-á que:

- ✓ Melhorar a qualidade, a flexibilidade e a reactividade;
- ✓ Aumentar a capacidade de resposta;
- ✓ Reduzir todos os custos de produção;

- ☑ Envolver-se na melhoria contínua (KAIZEN);
- ☑ Eliminar os desperdícios ;
- ☑ Reduzir as áreas ocupadas;
- ☑ Reduzir as operações de manuseamento e de transporte;
- ☑ Reduzir os tempos de mudança de ferramentas;
- ☑ Suprimir os pontos de estrangulamento;
- ☑ Equilibrar os meios;
- ☑ Ter em linha de conta a noção dos fluxos nos novos projectos;
- ☑ Evidenciar os disfuncionamentos e os tempos de escoamento;
- ☑ Como fazer?;
- ☑ Fazer uma “fotografia” da situação das instalações;
- ☑ Registrar todas as observações;
- ☑ Construir um dossier objectivo para servir de base para discussão entre todos os interessados.

2.2 Objectivos das Cartografias dos Fluxos

Os objectivos principais relacionados com a realização de uma Cartografia dos fluxos são:

- criar uma ferramenta de diálogo entre os diferentes elementos de grupos pluridisciplinares e autónomos, destacados para a eliminação das fontes de desperdício e para a organização flexível da produção, envolvendo:
 - pessoal da área da produção;
 - pessoal da área da qualidade;
 - pessoal da área técnica;
 - pessoal da área da manutenção;
 - pessoal de outras áreas.

- permitir o conhecimento detalhado dos fluxos dos produtos e das peças ao longo do processo produtivo (actual ou previsional);
- propor acções de melhoria na eliminação de desperdícios, nomeadamente nas seguintes áreas:
 - simplificação do fluxo;
 - redução dos stocks;
 - implantação das máquinas;
 - eliminação de operações de manuseamento e de transporte.

2.3. Definição de uma Cartografia dos Fluxos

Uma Cartografia dos Fluxos constitui uma ferramenta de trabalho que faz uma representação esquemática do circuito (fluxo) de uma peça ou de um produto. Ela expõe as principais operações do fluxo de produção de uma peça ou de um conjunto de peças e mete em evidência todas as operações que não acrescentam valor ao produto final.

Existem 3 níveis ou tipos de Cartografia dos Fluxos:

- MACROCARTOGRAFIA
- CARTOGRAFIA GEOGRÁFICA
- MICROCARTOGRAFIA

2.4 Domínio de Aplicação

A realização de uma Cartografia dos Fluxos pode ser realizada ao nível de:

- uma máquina ou sequência de máquinas;
- uma linha ou troço de linha;
- um processo fabril ou troço do processo fabril;
- ligação entre fábricas.

2.5 Noções Fundamentais sobre Cartografia

2.5.1 As Operações de Valor Acrescentado

Uma operação de valor acrescentado é uma operação de transformação (e apenas de transformação) que responde às necessidades dos clientes. trata-se de uma operação que, em princípio, o cliente está disposto a pagar.

Operações de Transformação:

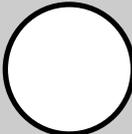
Definição	Símbolo utilizado	Exemplos
Qualquer operação que actua fisicamente no estado do produto contribuindo para a sua função principal (ou funções principais).		<ul style="list-style-type: none"> • Maquinação • Estampagem • Soldadura • Montagem • Tratamento superfície • Tratamento térmico • Lavagem, • etc.....

2.5.2 As Operações sem Valor Acrescentado

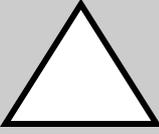
Operações de Transporte:

Definição	Símbolo utilizado	Exemplos
Qualquer operação de transferência de uma peça ou de um lote de peças entre dois pontos (máquina, local de stock, linha, secção, ...) utilizando um meio de transporte rolante não afecto às instalações.		<ul style="list-style-type: none"> • Camiões • Empilhadores • Porta-paletes • Mesas móveis (c/ rodas) • Transfer para transporte • Robot de transporte • Ponte rolante • Tapete rolante • Rampa inclinada • etc.....

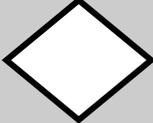
Operações de Manuseamento:

Definição	Símbolo utilizado	Exemplos
Qualquer movimento de uma peça ou de um lote de peças integrado nos meios de fabricação. Também pode ser uma operação de carregamento ou descarregamento de meios de transporte.		<ul style="list-style-type: none"> • Movimento manual de peças: <ul style="list-style-type: none"> - em contentor, - em caixa, • Movimento automático de peças através de: <ul style="list-style-type: none"> - robot de abastecimento ou manuseamento - alimentador automático ou pneumático de materiais - posicionador automático de peças na máquina • Carregamento e descarregamento de uma máquina (manualmente ou automatizado) • Acondicionamento e desacondicionamento de peças • Carregamento e descarregamento de um meio de transporte • etc...

Operações de Stockagem:

Definição	Símbolo utilizado	Exemplos
São operações relacionadas com o stock por diversas razões. Os exemplos descritos neste quadro expressam bem a ideia deste tipo de operações de desperdício		<ul style="list-style-type: none"> • Stock de peças em curso, a montante da uma Máquina (a aguardar vez para serem processadas) • Stock de peças em curso, a jusante da uma máquina (a aguardar que as restantes peças do lote sejam processadas) • Stock de peças em curso, em local propositadamente criado, a aguardar disponibilidade a jusante de máquinas e/ou de operadores • Stock motivado por avanço de produção e de segurança • Stock em armazém (automatizado ou não) • etc.....

Operações de Controlo:

Definição	Símbolo utilizado	Exemplos
Acções de controlo no processo com influência no fluxo das peças		<ul style="list-style-type: none"> • Controlo de conformidade • Triagem de peças • Recepção técnica • Inspeção ou controlo final

Operações Diversas:

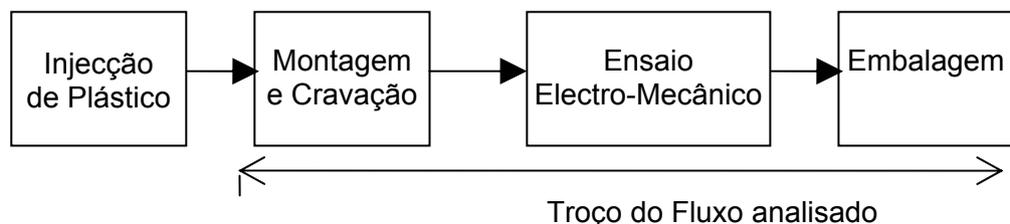
Definição	Símbolo utilizado	Exemplos
Todas as restantes operações não consideradas. As operações diversas representam tempos de espera (peça a peça ou com stock)		<ul style="list-style-type: none"> • Operações administrativas • Recepção administrativa • Etiquetagem • Escolha de produção • Pesagem • Contagem • etc....

2.6 As diferentes Cartografias

2.6.1 Macrocartografia e Cartografia Geográfica

As diferentes cartografias correspondem a uma visão da realidade do processo produtivo, de uma perspectiva mais abrangente à análise em detalhe, em função da complexidade dos fluxos logísticos e nomeadamente pela preocupação em detectar potenciais ganhos de custos no domínio do transporte, das infra-estruturas e outras.

Exemplo simplificado de limites de Macrocartografia (entre secções/sectores):



Macrocartografia

Representação global de um fluxo ao nível do ciclo de logística de um produto. esta representação distingue apenas as grandes funções operatórias do fluxo das peças.

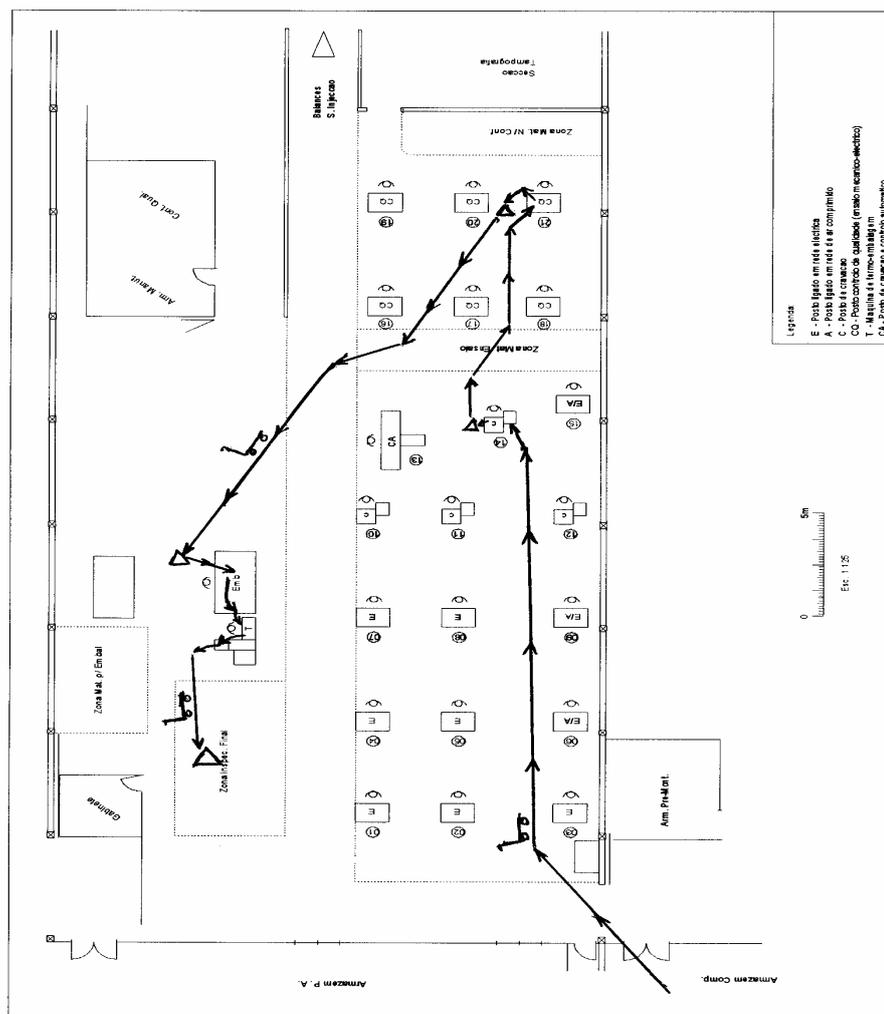
A realização de uma Macrocartografia, permite clarificar bem os limites funcionais do estudo cartográfico de um fluxo. Os limites mais concretos serão indicados numa planta do lay-out fabril.

Cartografia Geográfica

Representação geográfica de um fluxo. Esta representação posiciona as sucessivas operações do fluxo das peças numa planta do lay-out fabril.

Algumas informações relevantes, recolhidas no terreno, já poderão ser aqui apresentadas.

CARTOGRAFIA GEOGRÁFICA



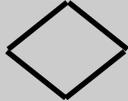
2.6.2 Folha de Análise para Cartografia dos Fluxos

Trata-se de um suporte documental que permite recolher as informações no terreno ou a partir de uma planta de lay-out fabril.

Caracteriza-se por permitir distinguir os diferentes tipos de operações observadas e servir de base para a realização da microcartografia dos fluxos. Em anexo apresenta-se um exemplo de Folha de Análise.

FOLHA DE ANÁLISE											
Folha: 1/1.	Cartografia dos Fluxos						Nome: Manuel Valente	Data:			
Actual ● Proposto ○	Designação do Artigo: Série:										
Nº Op	Conteúdo das Operações	OPERAÇÕES					Quantidade	Distancia	Tempo	Área	Especificações úteis
		Transformação	Transporte	Manuseamento	Stockagem	Controle					
	Abastecimento de Corpos ao Posto 14	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	2000	40m	2'		com carro; pelo Resp. Armaz.
	Stock de Componentes em curso	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	544		62'		em cima do posto montagem
	Montar Componentes no Corpo	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1		7"		
	Colocar Corpo mont. na Máq. Cravar	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1		1"		
	Cravação Automática do Corpo	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1		9"		Máq. Cravar automática Nº14
	Descarga para Contentor	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1		1"		automaticamente pela Máq.
	Stock de Produtos em curso	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	406		62'		em contentor junto ao posto
	Transportar Content. p/ local adjacente	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	812	0,5m	2"		manualmente pela operadora
	Stock de Produtos em curso	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	812		588'		em contentor
	Transportar Contentor P. Controle 21	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	812	14m	10"		manualmente; 2 operadoras
	Descarga dos produtos p/ cima Mesa	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	812		3"		manualmente; 2 operadoras
	Stock de Produtos em curso	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	422		960"		em cima da mesa de controle
	Ensaio eléctrico-mecânico do Produto	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1		2"		com Aparelho de Ensaio
	Stock de Produtos em curso	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	13		26"		em cima da mesa de controle
	Descarga de Produtos para Contentor	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	25		2"		manualmente pela operadora
	Stock de Produtos em curso	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	377		930"		em contentor junto à mesa
	Transportar Content. p/ local adjacente	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	780	2m	4"		manualmente pela operadora
	Stock de Produtos em curso	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	780		68'		em contentor
	Transportar Contentor P. Embal. 109	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	780	20m	31"		com carro; operadora embal.
	Descarga dos produtos p/ cima Mesa	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	780	2m	10"		manualmente pela operadora
	Stock de Produtos em curso	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	380		410"		em cima da mesa
	Embalar em Caixa Esferov. 20 produtos	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	20		20"		cada caixa esferovite leva 20
	Stock Produtos embalados em curso	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	4000		33'		em cima da mesa (Qte média)
	Transportar p/ junto M. termo-embalar	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	200	3m	6"		10 caixas / vez; manualmente
	Stock Produtos embalados em curso	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	380		98"		mesa junto à máq termo-emb.
	Transportar p/ cima M. termo-embalar	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	200	1m	2"		10 caixas / vez; manualmente
	Stock Produtos embalados em curso	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	100		35"		5 caixas
	Colocar Etiqueta e termo-embalar	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	20		7"		com a Máq. Termo-embalar
	Stock Produtos embalados em curso	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	300		322"		em cima da mesa; c/ plástico
	Transportar p/ local embalagem final	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	120	1,5m	2"		manualmente; 6 caixas esfer.
	Acondicionar as 6 Caixas esferovite	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	120		3"		em caixa exterior
	Stock Produtos embalados em curso	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	120		5"		em caixa exterior
	Fechar Caixa exterior com Fita de Papel	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	240		12"		manual/; em cima duma mesa
	Colocar Caixa exterior em cima do carro	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	240	1m	2"		manualmente
	Stock Produtos embalados em curso	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	4800		77'		em cima do carro (Qte média)
	Transportar carro com 40 caixas	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	9600	6,5m	23"		para zona de inspeção final
	Stock Produtos embalados em curso	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	4800		80"		em cima do carro (Qte média)
	Descarregar Caixa exterior c/ o Artigo	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	240	1m	4"		para o devido local

Sempre que possível deverá incluir-se nas operações observadas, toda a informação recolhida no terreno, nomeadamente:

Descrição das Operações	Representação Simbólica	Informação útil
Operações de transformação		<ul style="list-style-type: none"> – Quantidade envolvida na operação; – Tempo ou duração da operação.
Operações de transporte		<ul style="list-style-type: none"> – Quantidade envolvida na operação; – Tempo ou duração da operação; – Distância percorrida.
Operações de manuseamento		<ul style="list-style-type: none"> – Quantidade envolvida na operação; – Tempo ou duração da operação; – Distância percorrida (eventualmente).
Operações de stockagem		<ul style="list-style-type: none"> – Quantidade média de stock; – Tempo de stockagem; – Área ocupada com o stock.
Operações de controlo		<ul style="list-style-type: none"> – Quantidade envolvida na operação; – Tempo ou duração da operação.
Operações diversas		<ul style="list-style-type: none"> – Quantidade envolvida na operação; – Tempo ou duração da operação.

Notas Importantes:

- Deve-se realizar uma folha de análise por troço do processo a analisar:
 - assim, para cada componente ou peça a estudar a montante da montagem (onde se irá constituir o produto final), deve-se realizar uma folha de análise individual.
 - na montagem e a jusante desta dever-se-á realizar uma outra folha de análise.
 - contudo poder-se-á realizar uma cartografia (e uma folha de análise) que englobe todo o troço do ciclo logístico da produção em estudo com base no componente ou na peça que possua o maior número de operações a montante da montagem.
 - as restantes ramificações (correspondentes aos restantes componentes) terão que ter a sua própria folha de análise e cartografia dos fluxos.

- Qualquer elemento ou informação necessários à compreensão e à análise do fluxo (tempo de mudança de ferramentas, tempo de preparação,...) devem constar na coluna “especificações úteis”.
- Se existirem várias máquinas para uma mesma operação, escreve-se o número de máquinas na coluna “especificações úteis”.

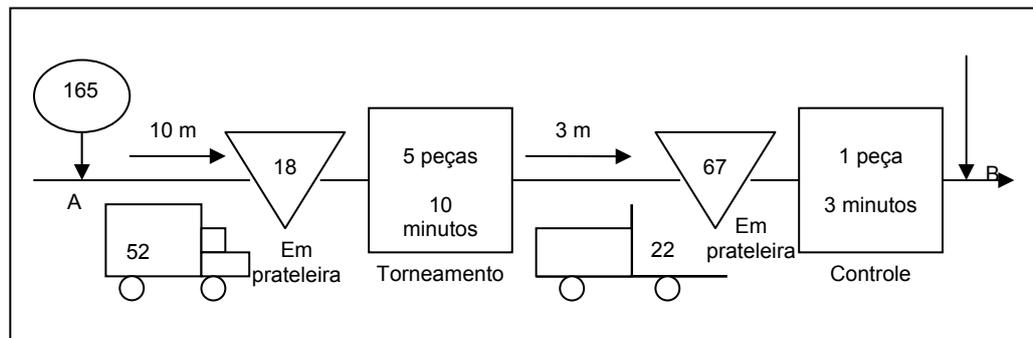
2.6.3. Microcartografia dos Fluxos

A Microcartografia corresponde a uma representação esquemática detalhada, operação a operação, do fluxo de uma peça ou de um conjunto de peças.

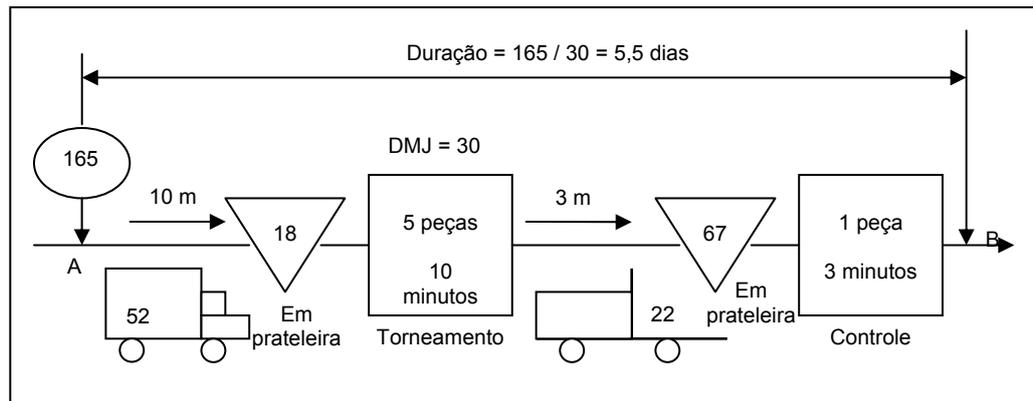
Para a realizar deve primeiro preencher-se a Folha de Análise, o mais exaustivamente possível (tal como se viu acima).

Na Microcartografia são esquematizadas as sequências operatórias, as movimentações e stocks, sendo normalmente utilizada para uma primeira análise das capacidades dos postos de trabalho, sistemas e áreas de stockagem vizinhas, distâncias percorridas, tempos tecnológicos, de controlo, etc

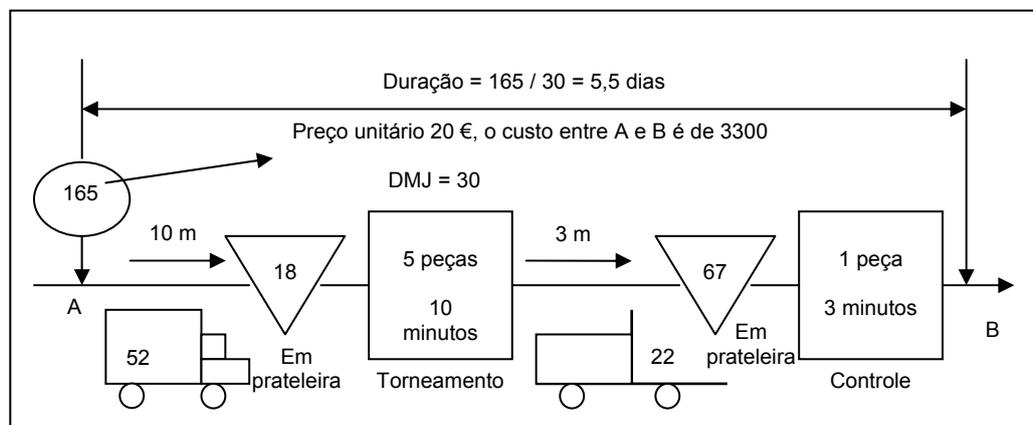
Exemplo esquematizado de um registo de microcartografia:



Exemplo de um diagrama de quantidades.



Exemplo de diagrama de demora.



Exemplo de diagrama de custos.

2.7 Outra Documentação Necessária

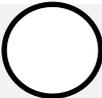
2.7.1 Quadro de Dados Fundamentais

Para uma maior eficácia no preenchimento de uma Folha de Análise para a realização de uma Cartografia dos Fluxos, é conveniente sintetizar os dados recolhidos no terreno, criando para o efeito um quadro síntese.

Os dados contidos nesse quadro, cuja tipologia se apresenta na página seguinte, poderão ser agrupados em 6 partes, de acordo com o tipo de medição a efectuar.

Síntese de informações a constar no quadro de dados cartográficos:

O trajecto:	- Os limites do estudo; - As distâncias percorridas; - Os meios de transporte e de manuseamento utilizados; - etc....
A quantidade:	- As quantidades por embalagem; - O número de embalagens; - A dimensão dos lotes; - O tipo de embalagem; etc....
As diferentes operações:	- Ver capítulo 5 deste manual
O tempo:	- Os tempos de escoamento das peças; - Os tempos das operações; - Os tempos de espera; etc....
A ocupação das instalações:	- As áreas ocupadas pelos stocks (armazéns, zonas de stock em curso de produção,); - As zonas de stock dinâmico previstas; etc....
O pessoal:	- Os operadores; - Os horários de trabalho; - Os clientes; - Os fornecedores; - etc.....

QUADRO SÍNTESE <i>Cartografia dos Fluxos</i>					
Símbolo	Número	Quantidade	Tempo (min.)	Distância (m)	Área (m ²)
					
					
					
					
					
					
TOTAL					

2.8 Metodologia para a Realização de uma Cartografia dos Fluxos

2.8.1 A Iniciação da Cartografia

Numa fase inicial a cartografia visa objectivos bem específicos:

Objectivos:

- Definir claramente o Campo (ou limites) de Estudo (um perímetro concreto).
- Preparar as Fases seguintes de Documentação.

Método:

1. Caracterizar os produtos observados:	Famílias, referências, peças aprovisionadas, peças fabricadas, etc....
2. Determinar os limites do estudo:	Departamento, secção, linha de fabricação delimitados por fronteiras físicas.
3. Recolher os dados fundamentais:	Horários De Trabalho, Cadências, Tempos Necessários, Tempo Afectado, Número De Operadores, Número De Clientes, Número De Fornecedores, Etc.

Resultados:

- Uma macrocartografia
- Uma cartografia geográfica
- Um quadro de dados fundamentais

2.8.2 A Documentação do Fluxo

Na fase de documentação do fluxo a analisar , pretende-se:

Objectivo: Listar e quantificar as Operações do Fluxo das Peças.

Método:

<p>1. Seguir o caminho percorrido pelas peças:</p>	<p>Pode-se começar a partir do início das operações (ordem cronológica e sequencial), acompanhando o fluxo das peças durante todo o troço que se pretende analisar.</p>
<p>2. Estabelecer uma folha de análise cartográfica:</p>	<p>As operações são separadas umas das outras e distinguidas segundo a sua classificação: valor acrescentado, transporte, manuseamento, stockagem, controlo ou operações diversas. Notas: - uma mudança de meio implica uma mudança de operação; - a chegada de um fluxo secundário pode ser indicado por uma linha não documentada.</p>
<p>3. Quantificar as operações a partir dos dados recolhidos no terreno:</p>	<p>Distâncias, quantidade por embalagem, tempos das operações, etc....</p>

Resultados:

- Uma Folha de Análise completada.
- Um Quadro Síntese para o Fluxo analisado.

2.8.3 A Realização da Cartografia dos Fluxos

Na realização concreta da cartografia visa-se o seguinte objectivo:

Objectivo: Reunir num sinóptico geral, as informações anotadas nas várias folhas de análise.

Método:

<p>1. Realizar o esquema cartográfico para cada fluxo analisado:</p>	<p>Desenha-se o fluxo utilizando-se a sucessão dos símbolos das diferentes operações. Juntam-se os dados quantificados, necessários à compreensão da microcartografia: distâncias, quantidades, tempos, embalagens, meios de transporte, etc....</p>
<p>2. Reunir as várias microcartografias num esquema global:</p>	<p>A partir dos pontos de junção das diferentes ramificações de fluxos de peças, pode-se reconstituir integralmente o fluxo, fazendo reunir as várias microcartografias.</p>

3. Criar uma folha de comentários eventuais sobre as várias recolhas efectuadas:

Comentários sobre os meios utilizados, sobre a organização, a limpeza dos locais, a arrumação, os movimentos dos operadores, etc.

Resultados:

- Um sinóptico microcartográfico do fluxo analisado.
- Os tempos de transformação e de escoamento para o fluxo global.

2.8.4 A Medição dos Resultados

Para uma melhor e mais eficiente apresentação e compreensão dos resultados do estudo, devem ser definidos alguns indicadores físicos.

Os indicadores que se apresentam a seguir exemplificam de uma forma simples, o nível de eficiência do processo fabril de uma empresa:

- **Tempo de escoamento** = Σ tempos de todas as operações do fluxo
- **Eficiência do processo** = $\frac{\Sigma \text{ tempos operações transformação}}{\text{tempo de escoamento}} \times 100\%$
- **Stock em curso** = Σ quantidades de todas as operações de stockagem
- **Distância média percorrida** = Σ distâncias das operações de transporte e de manuseamento

Junto com estes Indicadores também se deverá fazer uma apresentação do quadro síntese e da cartografia geográfica do(s) fluxo(s) analisado(s).

2.8.5 A Exploração da Cartografia dos Fluxos

2.8.5.1 Análise das Informações Obtidas

No sentido de explorar as informações evidenciadas nos registos cartográficos e nomeadamente a Folha de Análise e o Quadro Síntese, são várias as questões a colocar:

- Qual a impressão geral que se obtém a partir da análise dos resultados?
- O que é que nos choca do ponto de vista da cartografia realizada?
 - o número de manuseamentos?
 - as quantidades em stock?
 - o tempo de escoamento (soma dos tempos medidos)?
 - as áreas ocupadas?
- Qual o maior problema / disfuncionamento ou a maior anomalia que “salta à vista” a partir da cartografia realizada?
- O que é que justifica tantas operações?
- Podem-se eliminar algumas?
- A partir de um seguimento de operações seleccionadas:
 - porquê esta operação?
 - porquê neste local?
 - porquê neste momento?
 - o cliente paga a operação?

2.8.5.2 Simplificação e Melhoria

Estudar as Operações que se podem:

- eliminar;
- combinar;
- permutar;
- melhorar;

- reduzir, etc

Reduzir os manuseamentos, ganhar áreas, reduzir o número de levantamentos e depósitos de peças, reduzir o número de acondicionamentos e desacondicionamentos, adaptar a dimensão dos lotes, reduzir a dimensão dos lotes, reduzir o tempo de escoamento, etc...

Esboçar uma nova cartografia simplificada teórica, eliminando as deslocações inúteis, os tempos perdidos, os stocks, etc...

2.8.5.3 Estabelecer uma Nova Cartografia

A nova cartografia será obtida a partir das decisões tomadas na etapa precedente. esta solução implicará uma organização no sentido do *just-in-time* das máquinas (ex.: célula ou linha de fabrico). dever-se-á prever o equilíbrio da organização em fluxo contínuo e as probabilidades das avarias de máquinas, etc.

Nesse sentido é corrente adaptar o quadro síntese anteriormente referido, à nova organização (nova cartografia) prevendo para o efeito a anotação dos objectivos a atingir no domínio das variáveis em que se concentra o progresso desejado (menos stocks em curso, menos distâncias, tempos inúteis eliminados/diminuídos, etc).

SÍMBOLO DA ACTIVIDADE	ACTUAL					FUTURO				
	Nº	Q	T	D	A	Nº	Q	T	D	A
Transformação 										
Transporte 										
Manuseamento 										
Stockagem 										
Controlo 										
Diversas 										
TOTAIS										

2.9 Lay-out Fabril - Simplificação dos Fluxos de Produção

2.9.1 Problemas Típicos Relacionados com os Lay-Out's Clássicos:

- ✓ Prazos de produção extremamente longos (tempos de escoamento longos);
- ✓ Stocks em curso elevados;
- ✓ Manuseamentos excessivos das peças ao longo do processo produtivo;
- ✓ Percursos extensos e complexos;
- ✓ Elevado número de peças defeituosas;
- ✓ Planeamento complexo da fabricação.

2.9.2 Simplificação dos Fluxos. Células de Produção

Existem várias formas de o fazer, desde a simples aproximação das secções (embora sendo ainda do tipo funcional) de acordo com o fluxo produtivo até à criação de linhas ou células de produção, ou mesmo

agrupar máquinas que se encontram dispersas em secções homogéneas em pequenas unidades de acordo com o fluxo de produção.

2.9.2.1 Células de Produção

As células de produção podem ser organizadas de acordo com diversos tipos de lay-out (implantações) conforme a seguir se sistematiza:

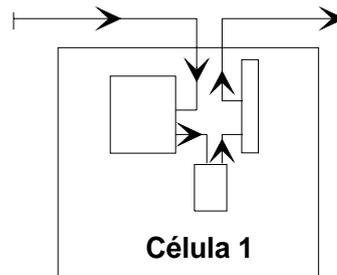
Lay-out Funcional:

- adequado apenas aos pequenos volumes de produção;
- muitas referências.

Lay-out em Linha:

- adequado apenas aos grandes volumes de produção;
- poucas referências.

Exemplo de uma Célula de Produção:



✘ As máquinas que são agrupadas numa célula, formam geralmente um “U” ou um “L”, de forma a minimizar o espaço a percorrer pelos colaboradores que nela operam.

✘ A célula de produção constitui uma pequena unidade flexível que permite produzir uma família de referências (com características semelhantes) de forma contínua e nas quantidades que o mercado ditar.

Definição: Uma **Célula Flexível de Produção** é um conjunto de máquinas, implantadas segundo uma sequência lógica de operações, capaz de realizar uma família de peças ou produtos, passando rapidamente, do fabrico de uma peça a outra.

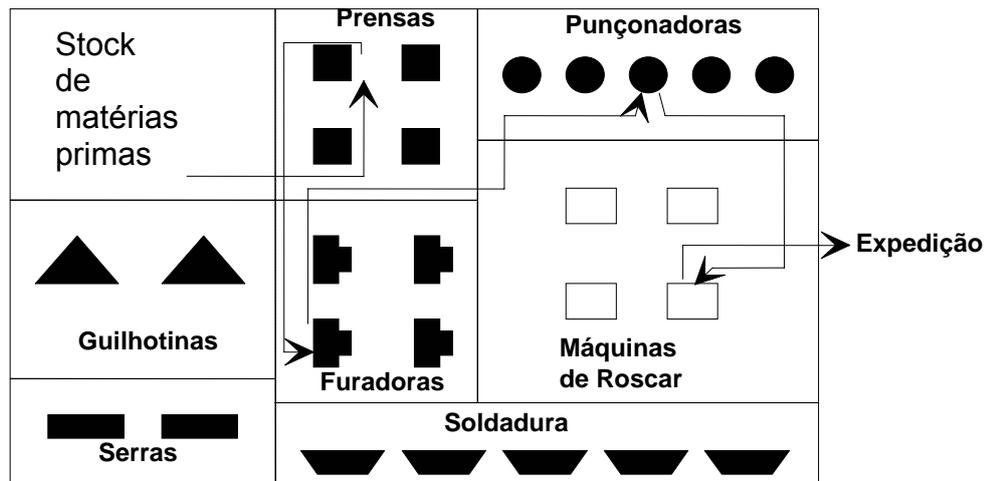
2.9.3 Benefícios Resultantes da implementação das Células de Produção

Os benefícios resultantes da implementação das células de produção na fabricação (comparados com o Lay-out funcional) são de diversa índole, podendo citar-se:

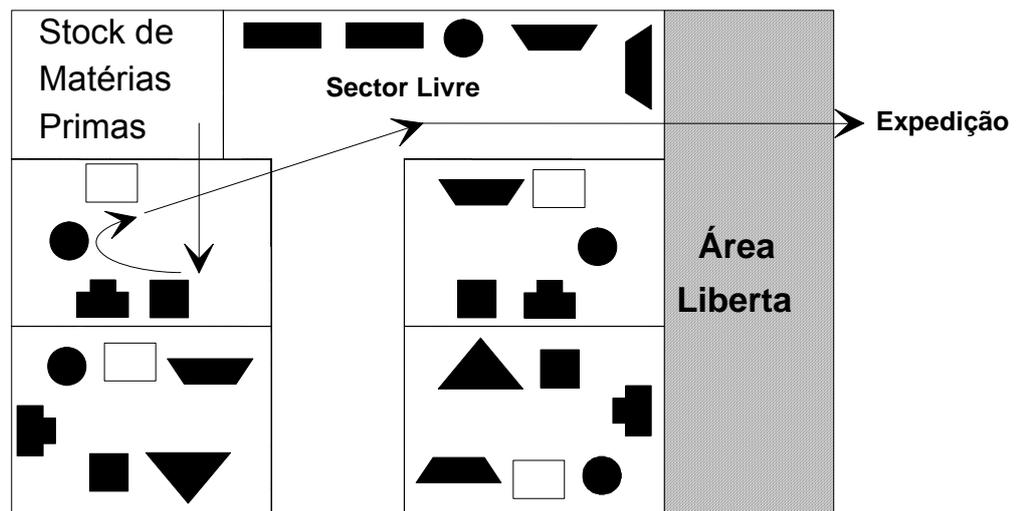
- redução drástica do tempo de escoamento (e dos prazos de produção);
- diminuição significativa do stock em curso;
- eliminação de operações de manuseamento e de transporte;
- encurtamento e simplificação do percurso das peças;

- diminuição drástica do número de peças defeituosas (reacção rápida na detecção de defeitos);
- simplificação da gestão e planeamento da produção;
- redução das áreas fabris dedicadas à produção e armazenagem.

Uma figura vale mais que mil palavras



Antes (Lay-out Funcional)



Depois (Criação de 4 Células de Produção)

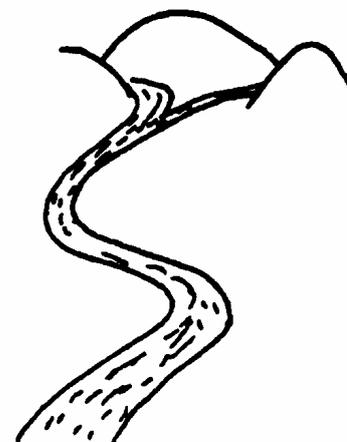
Ganhos estimados após a implementação de células de produção:

Redução do tempo de escoamento	90%
Redução do stock em curso	90%
Redução de área ocupada	50%
Redução de operações de transporte	90%
Redução da Quantidade de Peças Defeituosas	75%

Fluxo descontinuo



Fluxo contínuo



O fluxo contínuo é o mais natural

2.9.4 Considerações práticas para a simplificação dos fluxos

Em termos práticos podemos agrupar as ideias relativas à simplificação dos fluxos, em função das células de produção (tipo, localização, etc) ou tendo em conta problemas vários de stockagem, ou alimentação de componentes, matérias-primas, etc., bem como a localização dos serviços de apoio, ou mesmo a posição e arquitectura de corredores, portas de acesso, etc.

Nos quadros seguintes são abordados de forma agrupada, alguns destes aspectos.

Considerações sobre as próprias Células de Produção

- Organizar sempre que possível, o lay-out fabril da empresa em células de produção;
- Implantar, sempre que possível, as máquinas na célula em forma de “U” ou em forma de “L”;
- Aproximar as secções, os postos ou máquinas para permitir o encadeamento das operações;
- Conceber células que envolvam poucos operadores (no máximo até 5 operadores);
- Preferir duas máquinas a uma única com a mesma capacidade (mais vale equipar-se com 2 máquinas podendo cada uma produzir n peças/hora, do que com 1 máquina apenas, que produza 2n peças/hora);

Considerações sobre a stockagem e alimentação das Células / Linhas

- Melhorar o acesso às peças nos postos das células/linhas de produção (conceber meios de abastecimento de componentes / peças de fácil acessibilidade);
- Standardizar e combinar os meios de transporte / manuseamento / stockagem / alimentação (ex.: eliminar os manuseamentos desnecessários entre contentores e os meios de alimentação às células/linhas);
- Focalizar (ou descentralizar) sempre que possível a armazenagem das matérias-primas ou dos componentes externos junto à(s) célula(s) ou linha(s) onde vão ser consumidos;
- Prever pequenos dispositivos para stock dinâmico em curso entre os sucessivas máquinas, afim de absorver eventuais variações de cadência num ou noutro posto e evitar rupturas de fluxo (ex.: mesas giratórias, mesas fixas, rampas inclinadas, transportadores com rolos, etc....);

Considerações sobre a Focalização dos Serviços de Apoio

- Prever estantes focalizadas junto a cada célula/linha de produção para uma arrumação eficaz das ferramentas utilizadas nas respectivas máquinas e necessárias para a fabricação da família de produtos para a qual essa célula/linha foi projectada;
- Conseguir uma maior aproximação ou focalização dos serviços da manutenção, distribuindo equipas de intervenção rápida em pontos estratégicos junto a várias células e/ou linhas, afim de assegurar uma rápida reposição das máquinas em bom estado de funcionamento, quando estas se avariarem;

Considerações sobre as Instalações e Corredores Fabris

- Optar por instalações aéreas das diversas redes de energia, de informação ou de fluidos na área fabril (ex.: a rede eléctrica, a rede telefónica, a rede informática, a rede de ar comprimido, ...) em vez das frequentes instalações subterrâneas;
- Conceber corredores na área fabril que sejam simétricos e que minimizem os percursos percorridos pelas peças;
- Garantir que as extremidades de entrada e saída de cada secção/

célula/linha de produção estejam dispostas o mais próximo possível de um corredor da fábrica;

- Definir corredores que facultam o acesso a secções/células/linhas em ambos os lados (garantindo-se assim que a razão entre o espaço dos corredores e o espaço da área produtiva, seja minimizada);

Considerações sobre a localização das várias Secções ou Células

- Aproximar, sempre que possível, as secções/células de produção de uma determinada família de peças, em torno da linha ou da célula de montagem onde irão ser consumidas (desta forma garante-se uma redução de stock em curso, eliminam-se operações de manuseamento e transporte e facilita o sincronismo entre as células/linhas fornecedoras e a montagem);
- Localizar as secções/células fornecedoras de componentes comuns, numa zona geográfica centralizada, afim de minimizar a distância entre estas e as células de produção que irão consumir aqueles componentes;

Considerações diversas

- Formar os operadores no sentido da polivalência, afim de assegurarem a realização de todas as operações da célula de produção;
- Garantir a execução das acções de auto-controlo por parte dos operadores;
- Melhorar as condições ergonómicas de trabalho (eliminar as operações que necessitam de esforço físico considerável, adaptar o posto de trabalho aos operadores e não vice-versa,...);
- Apresentar indicadores físicos de seguimento das *performances* junto às células de produção criadas (em painéis de informação). é necessário “vender” a ideia das células às restantes secções;

2.9.5 Princípios de Funcionamento das Células de Produção

O funcionamento das células de produção deve obedecer a um conjunto de princípios e regras de acção a consolidar e praticar no dia a dia, no sentido de potenciar a exploração dos meios produtivos.

Realçam-se, como mais importantes:

1. arranque simultâneo da produção, em todos os postos da célula. com isto, garante-se o fluxo contínuo das peças desde o início da produção (evitando-se a criação de stocks em curso);
2. trabalho em equipa, baseado na ajuda mútua para uma eficiente distribuição natural das tarefas (não permitir a acumulação exagerada de stock entre os diferentes postos da célula);

3. distribuição racional dos operadores na célula por várias máquinas / postos afim de minimizar os movimentos dos operadores e em simultâneo conseguir um balanceamento eficaz da célula;
4. paragem global da célula, no caso de surgir um problema (avaria de um máquina, ferramenta partida, qualidade defeituosa,). todos os operadores da célula devem, em equipa, juntamente com o coordenador da célula, apurar a causa do problema e tentar eliminá-la. nos problemas mais graves, os colaboradores dos serviços de apoio (qualidade, manutenção ou ferramentaria) deverão que aceder rapidamente ao local para a resolução técnica da causa do problema;
5. paragem global da célula de produção, no caso de ruptura de stock de algum componente ou matéria-prima;
6. disciplina e respeito pelas regras e normas internas;
7. garantia da qualidade na fonte. necessidade de garantir o auto-controlo e de produzir peças boas e à primeira;
8. execução, por parte dos operadores de cada célula de produção, das tarefas relacionadas com a substituição de ferramentas, a preparação da máquina / posto e as rotinas de manutenção.

2.9.6 Obstáculos e Restrições na Simplificação dos Fluxos

Com o crescimento improvisado que ao longo dos anos se verificam nas empresas, sobretudo as de sectores mais tradicionais, constata-se por vezes lay-outs pouco racionais e mesmo infra-estruturas, edifícios, acessos, etc, que comprometem possíveis melhorias. São muitas vezes óbvias as melhorias imediatas que se poderiam promover, mas que ficam condicionadas a construções erguidas sem quaisquer preocupações relativas aos lay-out's.

A título de exemplo citam-se:

1. pilares / colunas que sustentam directamente o tecto ou o piso acima;
2. paredes entre secções da fábrica, cuja remoção exige grandes obras de reforço da estrutura, afim de evitar a ruína das instalações;
3. “monumentos”, tais como linhas de pintura ou de envernizamento, linhas de transporte, máquinas grandes (ex.: prensas) que assentam em enormes maciços de cimento, etc....;
4. pé direito baixo em algumas zonas da fábrica;

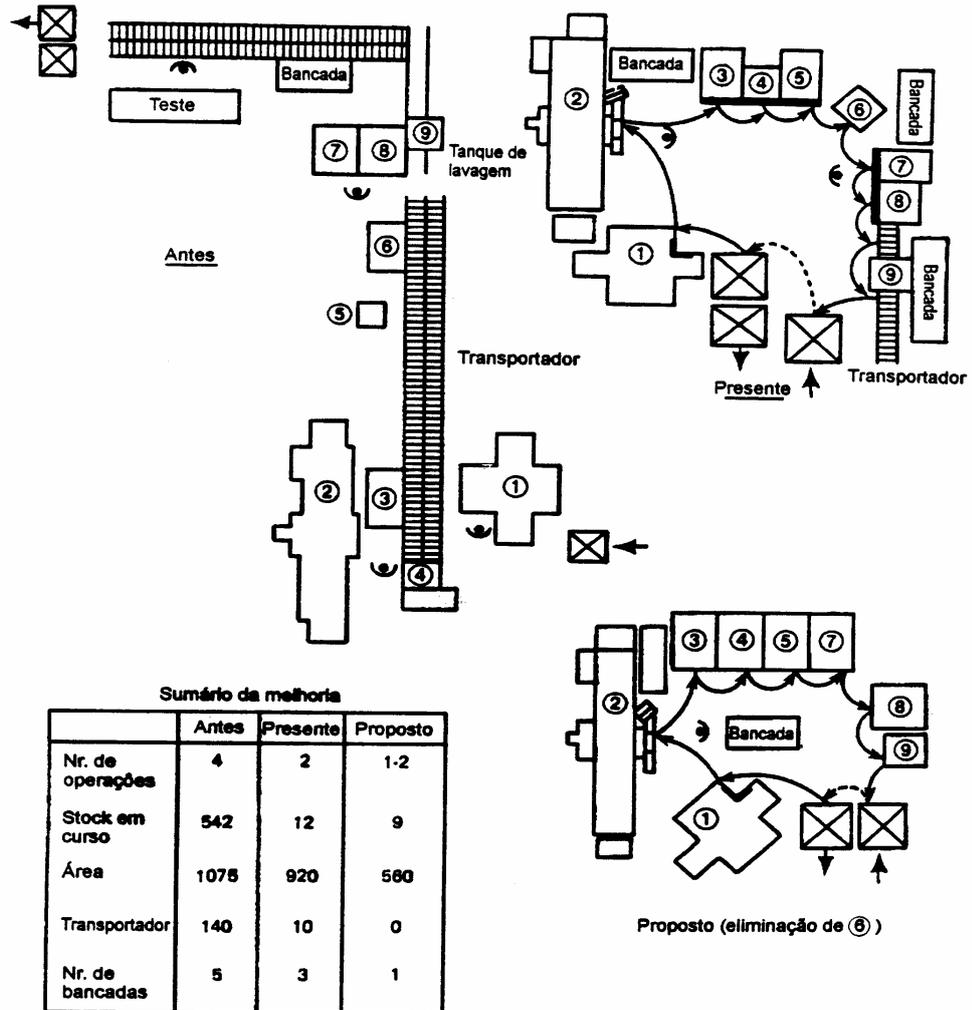
5. obstruções de acesso na parte externa das instalações fabris;
6. localização das redes eléctrica, de ar comprimido, de gás, etc....;
7. acentuados desnivelamentos do chão;
8. instalações fabris com áreas dispersas por diferentes pisos;
9. localização de grandes pontes rolantes (as instalações que possuem pontes rolantes possui uma estrutura muito mais reforçada que as instalações normais);
- 10 limites de carga do piso.

Sendo estas restrições ou obstáculos nalguns casos irremediavelmente limitativos, porque quaisquer transformações resultariam excessivamente onerosas, haverá sempre pequenos melhoramentos a fazer, de baixo custo e por vezes elevada eficácia: se há que mandar abaixo uma parede (desde que não seja mestra) então facilite-se o fluxo e abata-se a parede.

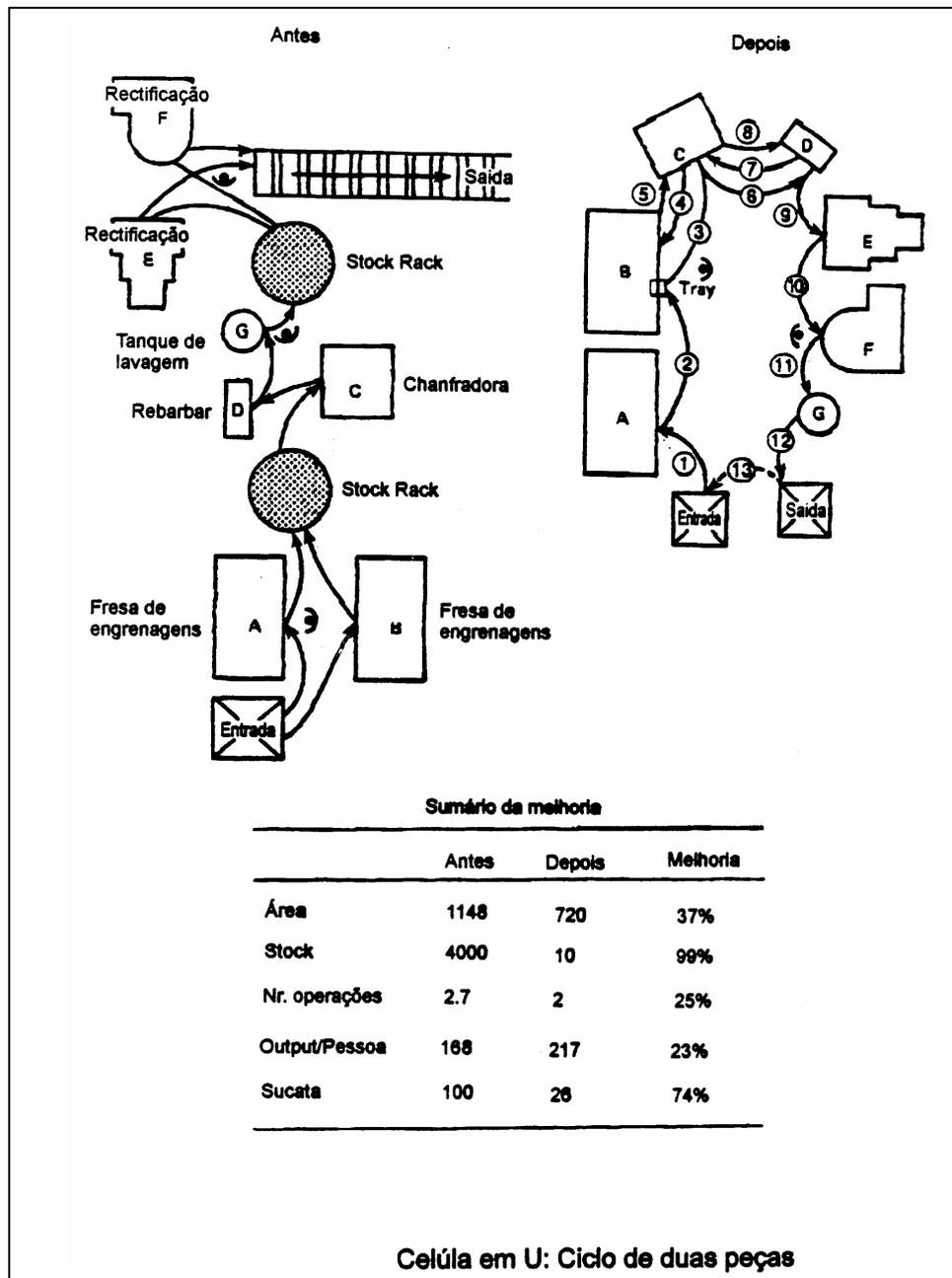
Seguidamente (páginas seguintes) apresentam-se algumas situações de melhoramentos de lay-out, não envolvendo necessariamente as restrições citadas, mas que pretendem acentuar a necessidade e oportunidade que muitas vezes ocorrem, situações em que, muitas vezes, simplesmente não há que hesitar: há que transformar mesmo.

Exemplos de simplificação dos fluxos de produção – melhoria do lay-out fabril

Exemplo 1:



Exemplo 2:



3 A Metodologia “5S”

3.1 Porquê a Implementação dos “5S” nas Empresas?

A implementação dos princípios dos 5 S nas empresas constitui a primeira fase de um processo de melhoria contínua. Não se pode falar em melhoria da qualidade ou de produtividade, sem adoptar primeiro aqueles princípios básicos de organização.

A implementação dos princípios dos 5 S por parte da empresa origina:

- melhores condições de trabalho;
- métodos de trabalho mais simplificados;
- maior rapidez / visibilidade na detecção de problemas (avarias, defeitos,...);
- maior clareza / rapidez dos canais de comunicação e da informação;
- melhorias na motivação do pessoal;
- aumento da produtividade e da qualidade.

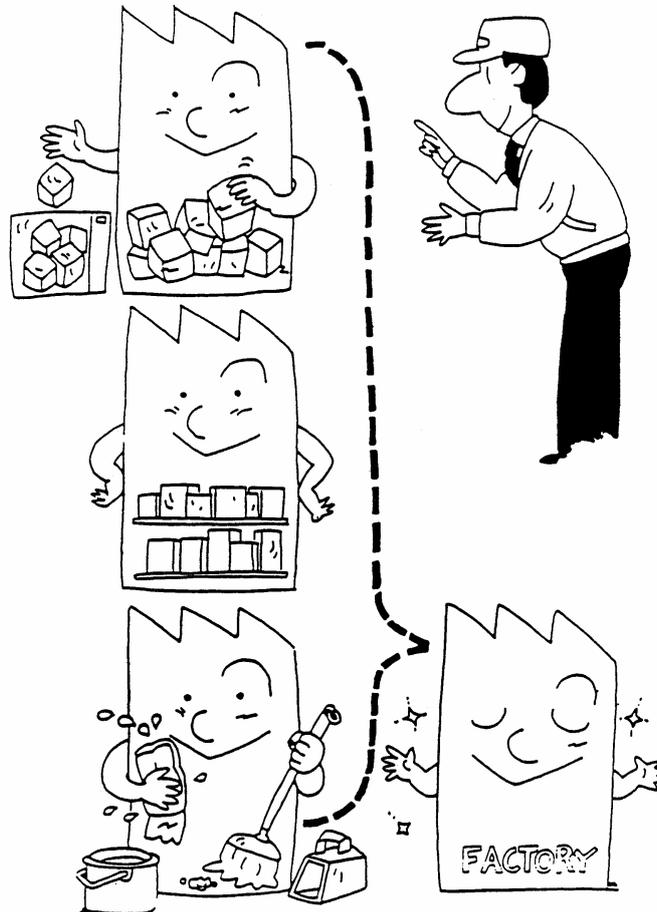
3.2 O que são os “5S”?

Os 5 princípios básicos de organização do trabalho comportam algumas regras de bom senso, e portanto fáceis de compreender.

Estes 5 princípios (5 S) são os seguintes:

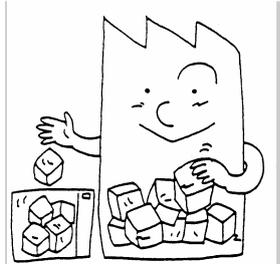
- ◆ Seiri → Simplificação
- ◆ SeiTon → Arrumação
- ◆ SeiSo → Limpeza
- ◆ SeiKetsu → Ordem
- ◆ ShitsuKe → Rigor

A implementação destes 5 Princípios de Organização é da responsabilidade de todos. Para o efeito, as chefias da empresa deverão sensibilizar a sua equipa para os 5 s e dinamizar a implementação das acções de melhoria necessárias.



3.3 Seiri → Simplificação

3.3.1 Principais Conceitos



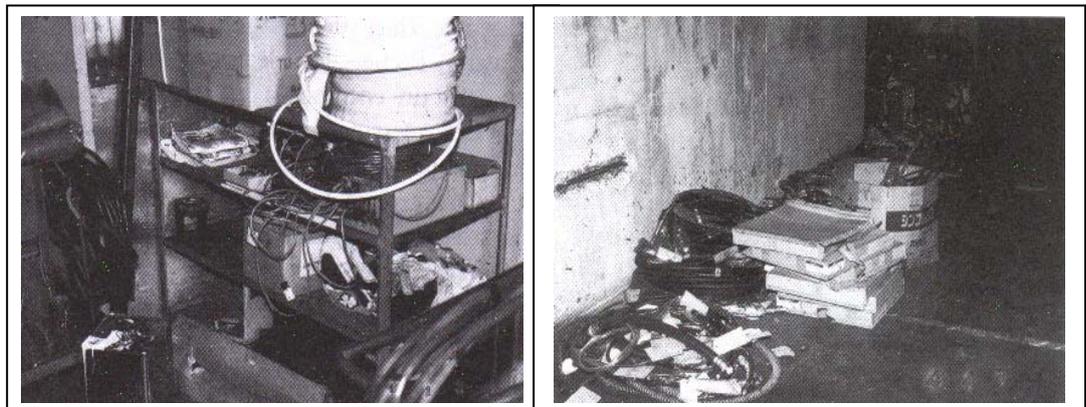
Simplificação

- Não complicar aquilo que pode ser fácil;
- Só o estritamente necessário se encontra no local de trabalho.

- Simples é o contrário de confuso, complexo, difícil de resolver;
- Simples é aquilo que não tem composição, fácil de resolver, sem mistura;
- Simplificar é fazer somente aquilo que é estritamente necessário utilizando o indispensável;
- Simplificar é eliminar o inútil, banir o supérfluo;
- A racionalização dos gestos, dos transportes e dos meios de transporte, das ferramentas e da sua preparação, montagem e desmontagem;
- Simplificar é concentrar-se na mais valia e no valor acrescentando, finalidade primeira de toda a actividade económica.
- Não automatizar o “Caos”. Simplificar primeiro, automatizar depois.

A tendência para acumular e de guardar coisas “porque pode ser preciso um dia”, não favorece nada a organização do trabalho.

3.3.2 Identificação dos Locais onde Existem Materiais e Objectos Inúteis.

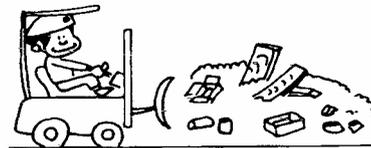


Os Locais mais críticos onde se encontram materiais e objectos inúteis são:

- nas estantes
- no chão
- nas paredes
- nos postos de trabalho (junto às máquinas)
- nos armários e bancadas de apoio.

Alguns materiais e objectos aí encontrados deverão ser eliminados, nomeadamente:

- ✗ monos
- ✗ produto defeituoso
- ✗ material oxidado
- ✗ peças partidas
- ✗ papéis inúteis
- ✗ lixo
- ✗ material obsoleto diverso
- ✗ caixas de cartão
- ✗ sacos de plástico
- ✗ parafusos dispersos
- ✗ ferramentas partidas
- ✗ cabos eléctricos



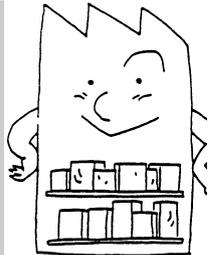
3.3.3 Classificação dos Materiais e Objectos

Para identificar e posteriormente organizar os vários objectos e materiais dispersos por vários locais da fábrica, deve-se adoptar um sistema de classificação ABC:

Classe (Frequência de utilização)	Identificação	Método de Organização
A – Utilização diária	Etiqueta verde	- Manter estes materiais junto do posto de trabalho (o mais próximo possível do operador)
B – Utilização semanal	Etiqueta amarela	- Criar zona de stockagem (ou armazém) para este tipo de materiais, devidamente organizados por família de artigos
C – Utilização rara	Etiqueta vermelha	- Evacuar estes materiais – monos (para a sucata)

3.4 Seiton → Arrumação

3.4.1 Principais Conceitos



Arrumação

- Manter tudo no seu Lugar e sempre pronto a ser usado
- Um Lugar para cada Coisa – cada Coisa no seu Lugar

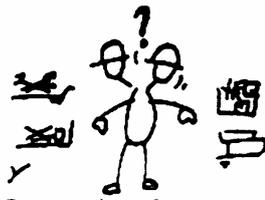
- Arrumar é colocar as coisas certas no lugar certo no momento certo;
- É colocar no lugar próprio, dispor correcta e ordenadamente;
- A arrumação é um factor de produtividade por:
 - facilitar os fluxos;
 - facilitar a procura e o acesso;
 - evitar os acidentes;
 - originar ganhos de espaço;
- Arrumar é ganhar o espaço mal ocupado, é tornar as coisas visíveis, e simplificar os circuitos, e contribuir para uma melhor organização.

3.4.2. Algumas Regras de Arrumação

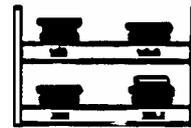
A arrumação dos materiais ou de ferramentas deverá, sempre que possível, ser feita de acordo com as seguintes regras:

- ♦ Nas estantes, os materiais pesados devem ficar nas prateleiras inferiores.

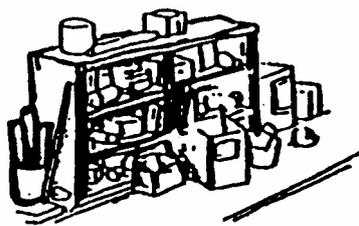
- ◆ Os materiais pesados devem ser manuseados com carros de apoio.
- ◆ Alguns materiais devem ser arrumados de forma adequada:
 - as tubagens e cabos eléctricos devem ser enrolados;
 - as correias de transmissão ou outros materiais (ex.: lixas em cinta) devem ser suspensos.
- ◆ A melhor altura para a localização dos materiais e objectos situa-se entre a altura da cintura e os ombros.
- ◆ As linhas de montagem devem ser concebidas de maneira a que as peças se apresentam pela ordem em que são montadas.
- ◆ As ferramentas devem estar dispostas de maneira a não necessitar de mudar de mão (já que se torna numa perda de tempo).
- ◆ Nas mesas de apoio, a arrumação dos meios de controlo deve ser feita segundo a ordem pela qual se vão utilizar.



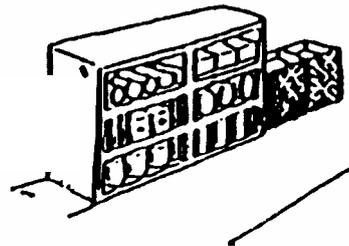
Procurando as Ferramentas



Ferramentas arrumadas

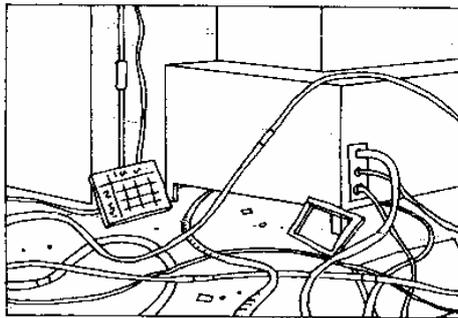


Estantes desarrumadas

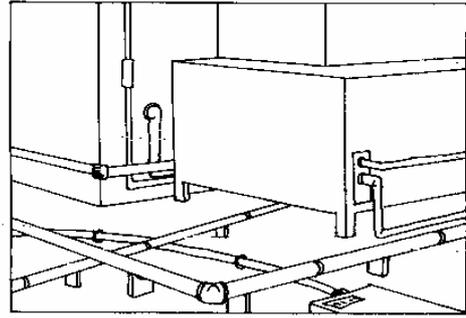


Estantes arrumadas

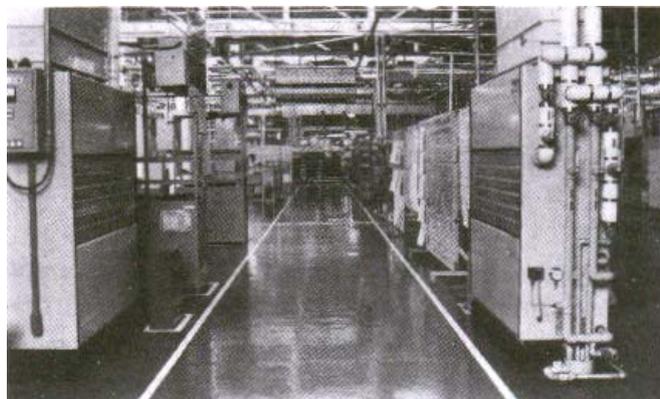




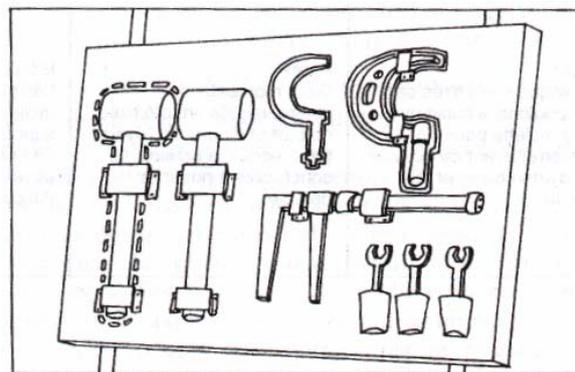
Tubagens, cabos das Máquinas dispersos no Chão



Tubagens e Cabos arrumados



Corredores e Áreas demarcadas no Piso Fabril



Ferramentas ou meios de controlo bem arrumados e com demarcações no quadro.

3.4.3 O Que Se Deve Ter em Conta no Momento de Arrumação

Cada vez que se arruma alguma coisa, deve-se recordar dos itens seguintes:

- a delimitação e a demarcação dos locais;
- as mesas, as estantes e os carros de apoio;
- as máquinas e as ferramentas;
- os materiais e as peças em curso;
- os stocks de materiais de reserva para os imprevistos (avarias das máquinas);
- os óleos lubrificantes e hidráulicos;
- os meios de controlo;
- os grandes objectos, os objectos pequenos e os consumíveis;
- os materiais de embalagem ou os materiais de etiquetagem.

3.5 Seiso → Limpeza

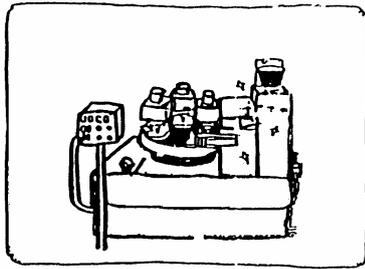
3.5.1 Principais Conceitos



Limpeza

- A sujidade contribui para tornar os locais desagradáveis à vista e causa mau estar
- Melhor que limpar, é não sujar.

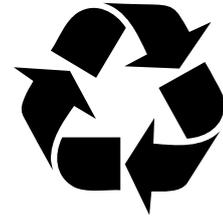
- Limpo é tudo aquilo que está isento de sujidade ou de lixo;
- O lixo é um factor de degradação, consequência da desorganização;
- Está provado que a limpeza e a arrumação são factores de melhoria da qualidade e da produtividade;
- O lixo é inútil que, como tal, tem que ser eliminado;
- Não sujar é cultivar o limpo, por isso é necessário que em cada sector haja um recipiente para o lixo e que seja evacuado regularmente;
- O equipamento no local de trabalho limpo é um imperativo da dignidade humana;
- Não sujar - um pequeno grande passo para a Qualidade Total.



Posto de Trabalho Limpo



Instruções de Limpeza



Separação e Reciclagem
dos Resíduos



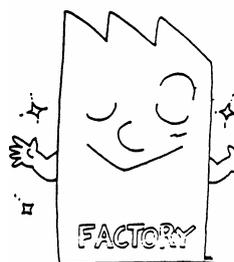
Melhor que limpar é não sujar!!!



Remoção do Lixo

3.6 Seiketsu → Ordem

3.6.1 Principais Conceitos



Ordem

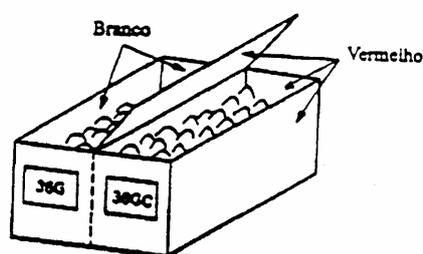
- Tudo bem identificado e visível
- Fichas de apoio ao diagnóstico de defeitos e de avarias, no local de trabalho

- Organizar é prever, sistematizar, reduzir o imprevisto e a indefinição;
- É definir as dependências e as interdependências;
- É criar os canais e circuitos de comunicação;
- É elaborar procedimentos e regras;
- É dispor para funcionar, cumprindo-se uma missão tendo em vista o cumprimento de um determinado objectivo;
- É elaborar, saber aplicar e melhorar as regras do trabalho.

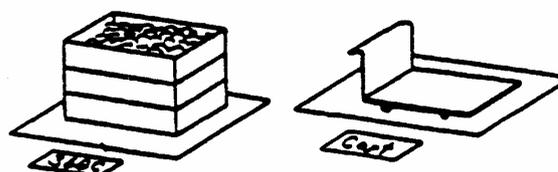
3.6.2 Identificação dos Materiais e dos Locais de Armazenagem



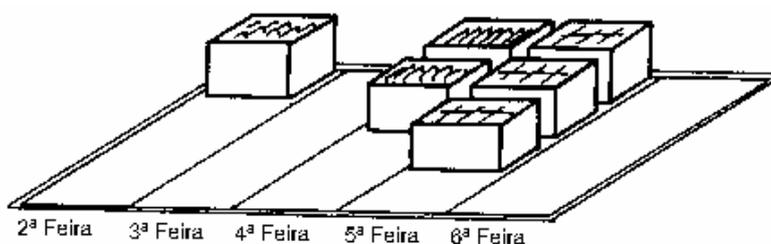
Produtos não identificados



Identificação das caixas por cores (para evitar erros).



Identificação das áreas de armazenagem e de estacionamento dos carros de mão.

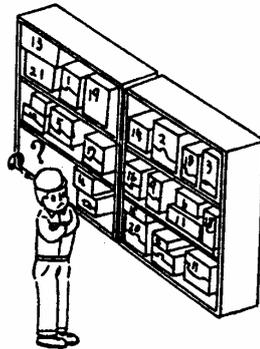


Os Materiais que chegam ao Armazém de Recepção São arrumados numa zona de trânsito em função do seu dia de chegada.

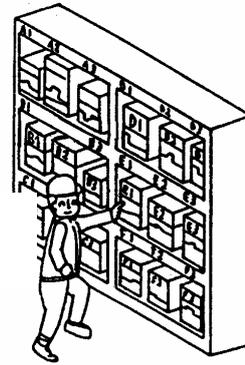


As fichas de identificação do material afixadas nos meios de acondicionamento são de cor diferente consoante a semana de lançamento das respectivas ordens de fabrico (FIFO).

3.6.3 Identificação das Ferramentas e das Estantes



Ferramentas arrumadas



Ferramentas identificadas

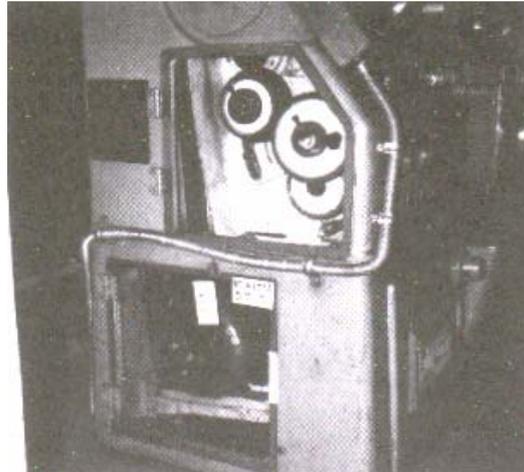
3.6.4 Locais Transparentes e Visíveis

Para se obter uma maior rapidez na localização das ferramentas e na identificação dos problemas nas máquinas, existem algumas acções de melhoria que deveriam ser implementadas, nomeadamente:

- modificação de alguns painéis ou portas das máquinas e aplicação de acrílico transparente, afim de se poder observar o seu funcionamento e o estado de conservação de alguns dos seus órgãos vitais (ex.: correias de transmissão, engrenagens, cames, fins de curso,);
- adaptação de alguns armários com portas de acrílico transparente, permitindo localizar rapidamente as ferramentas, chaves ou outros acessórios de apoio.



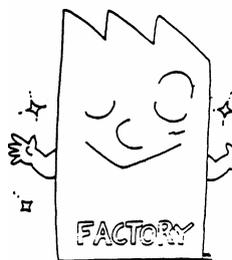
Armário que deixa vêr o que se encontra no seu interior.



Os Painéis transparentes facilitam o controlo dos órgãos das máquinas

3.7 Shitsuke → Rigor

3.7.1 Principais Conceitos

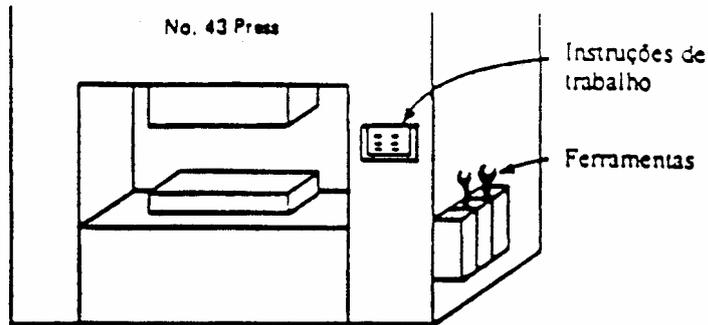


Rigor

- Não é com acontecimentos aleatórios que se faz o progresso, mas sim com acontecimentos previstos e aplicados com rigor.
- É fundamental mudar as Mentalidades e ter uma outra Atitude perante os Problemas.

- Ser rigoroso é executar com precisão e disciplina os procedimentos pré-estabelecidos, para a realização de determinada tarefa.
- É necessário numa empresa organizada, acabar com:
 - o mais ou menos;
 - um bocadinho;, talvez.
- É necessário a utilização de metodologias para a Identificação e Resolução de Problemas (IRP):
 - Analisar os problemas;
 - Descobrir as causas;
 - Encontrar e aplicar a solução e Validar;
- Elaborar uma nova regra para evitar a repetição.

Situação da máquina
Pontos de análise
Registo de problemas



Posto de trabalho com a aplicação dos 5 S.

3.8 Check-list para Avaliação da Implementação dos 5 S

Locais	Item	Não Aplicável	Sim / Não
Chão	Nenhumas manchas de óleo nem de limalhas no piso. Nenhumas peças ou restos sobre o piso. Nenhumas peças defeituosas rejeitadas no chão. Chãos limpos. Nenhumas manchas de pintura no chão. Nenhumas faltas nem interrupções nas linhas de demarcação sobre o piso.		
Carros e Meios de Elevação manuais	Responsável claramente identificado. Tudo em bom estado. Rodas sem quaisquer restos nem matérias acumulados. Lugar de cada um claramente identificado.		
Caixas ou Meios de Manuseamento	Todas no seu lugar e devidamente alinhadas. Nenhuma inclinada ou mais alta que a norma. Nenhuma deteriorada. Sem restos nem sujidade.		
Máquinas	Todas numeradas e com a indicação das suas capacidades. Nenhumas manchadas com diversas cores. Nenhum objecto em cima que não		

	<p>tenha o seu lugar definido. Sistemas de segurança integrados. Nenhuma etiqueta que não são realmente necessárias. Placas ou autocolantes que sinalizam os riscos em todos os locais perigosos. Protecções dos sistemas de transmissão por correias munidos de etiquetas ou autocolantes indicando o seu tamanho ou referência. Interruptores bem identificados e limpos. Posição aberto/fechado indicada nas válvulas. Parafusos reguladores com marcação de posicionamento. Etiquetas indicando as temperaturas de funcionamento dos motores. Indicações de sentido nos órgãos em rotação das máquinas.</p>		
Meios de Controlo	<p>Nem sujos nem oxidados. Todos dispostos de maneira a que as partes metálicas não se choquem entre si. Todos possuem um lugar e estão aí arrumados. Nenhum é usado fora do seu prazo de validade.</p>		
Sistemas de Lubrificação	<p>Níveis de óleo dentro dos limites estabelecidos. Filtros montados conforme as prescrições. Manómetros a indicar as pressões normais. Todos os pontos de lubrificação possuem uma etiqueta indicando o tipo de óleo. As datas para mudar ou atestar os depósitos de óleo encontram-se afixadas. Os tubos ou as caixas de velocidades não possuem fugas de óleo.</p>		
Ferramentas e Porta-Ferramentas	<p>Ferramentas marcadas com as características e com o seu número ou código. Etiquetas indicando o número máximo de peças que as ferramentas de corte podem produzir. Todas possuem um lugar e estão aí arrumadas.</p>		
Manómetros e outros Mostradores	<p>Manómetros, termómetros e outros mostradores limpos. Manómetros, termómetros e outros</p>		

	mostradores com a indicação dos valores normais.		
Tubagens e Cabos	Nenhuma fuga nas tubagens ou nos circuitos hidráulicos. Tubagens principais codificadas por cores e com identificação do sentido do fluxo (setas). Cabos eléctricos enrolados. Cabos sem estar em contacto com outros materiais. Nenhuma deterioração dos suportes dos cabos. Nenhumas fichas ou ligadores soltos ou partidos.		
Painéis de Comando	Nenhuma sujidade, poeira ou impurezas. Diagrama do circuito em cada painel. Todos os painéis bem fechados. Nenhuns furos inúteis nos painéis. Nenhumas inscrições ou etiquetas inúteis. A luz da posição “ligado” encontra-se acesa.		
Mesas de Apoio	Comportam apenas o que é necessário. Limpas e não deterioradas.		

4 Mudança Rápida de Ferramentas-Método SMED

4.1 O Que os Clientes Esperam das Empresas

Os clientes esperam das empresas sobretudo uma grande flexibilidade, que possibilite a fabricação de pequenas quantidades de vários modelos, num prazo cada vez mais reduzido ao mais baixo custo.

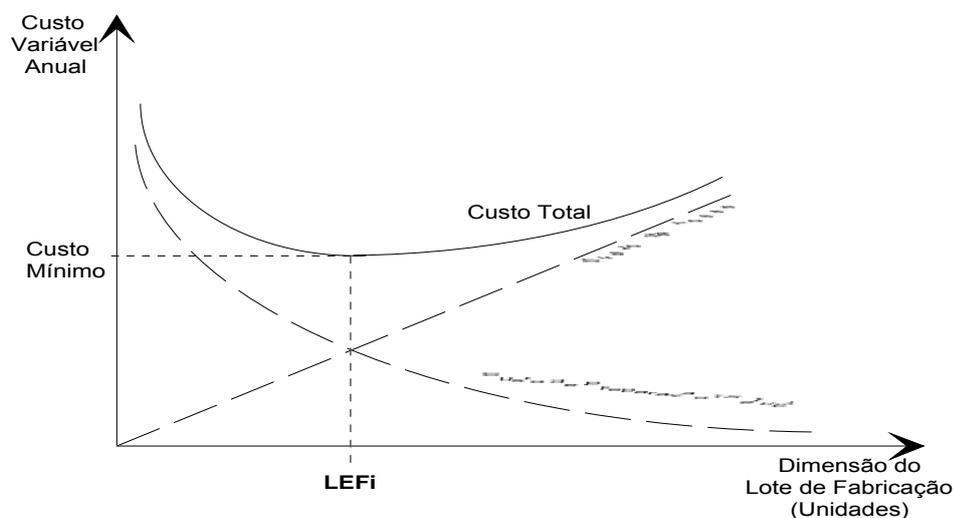
Como?

Tornar todo o sistema de produção e as máquinas mais flexíveis, adoptando a técnica SMED para fazer reduzir o tempo de mudança de ferramentas ou de produto.

4.2 Algumas Definições Importantes

<u>SETUP:</u>	Mudança de Ferramentas e/ou Preparação da Máquina/Posto de Trabalho para a Produção do Lote seguinte.
<u>TEMPO DE SETUP:</u>	Tempo despendido entre a Produção da última peça (ou componente) de um Lote e a Produção da 1ª peça boa (conforme) do Lote seguinte. Todo este Tempo de Preparação da Máquina para o Lote seguinte é Tempo improdutivo (desperdício).
<u>CUSTOS DE SETUP:</u>	Custo associado à preparação da máquina cada vez que é necessário produzir um novo lote ou produto.
<u>CUSTOS DE POSSE / STOCK:</u>	Custo de manutenção de um produto em stock. Compreende o capital imobilizado, custo de armazenagem, seguros, riscos de deterioração e risco de obsolescência.
<u>LOTE ECONÓMICO (LEFi):</u>	Quantidade a produzir que faz minimizar os Custos Totais relacionados com o Setup (Custos de Setup + os Custos de Posse).

Os dois custos acima descritos variam com a dimensão do lote a fabricar:



Assim, quando a dimensão do lote de fabricação cresce:

- a frequência de *setups* diminui e, em consequência, o custo anual de preparação da máquina diminui também;
- o stock constituído em antecipação aumenta e, em consequência, o custo anual de posse aumenta também.

4.3 Problemas Típicos Originados por Tempos de Setup Elevados

- ✘ Produção de grandes lotes de peças;
- ✘ Prazos de produção excessivamente longos;
- ✘ Elevado stock em curso de produção;
- ✘ Elevado número de peças defeituosas;
- ✘ Falta de flexibilidade de todo o processo fabril.

4.4 Razão de Mudanças de Ferramentas Demoradas

Os benefícios globais de redução do tempo de *setup's* são de tal forma grandes, que é surpreendente que esta actividade só tenha sido introduzido num número reduzido de empresas.

As razões são de várias ordem, podendo apontar-se ou sugerir-se, entre outras:

- ⊖ Alegada falta de tempo disponível para tarefas de melhoria, uma vez que a maior parte do tempo é utilizado na reparação de máquinas. A utilização de pessoal de linha para tarefas mais complexas exige uma cultura de empresa forte assim como elevada formação qualitativa;
- ⊖ Apetência pela aquisição de novos equipamentos em vez de melhorar os existentes, o que conduziria a investimentos mais cuidadosos e racionais;
- ⊖ Elevada “Especialização” e orgulho dos Engenheiros e demais pessoal técnico que preferem soluções automáticas (alto custo) em vez de soluções mais simples e racionais;

⊖ Necessidade de pessoal especializado, (por exemplo: ferramenteiros) que estão na maior parte do tempo dedicados a tarefas de reparação, havendo falta de pessoal especializado que possa efectuar as mesmas funções;

⊖ Em certos casos, novos equipamentos trazem reduções significativas nos tempos de *setup*., mantendo-se no entanto as ineficiências das tarefas preparatórias ou de afinação.

4.5 Porquê Implementar a Técnica SMED?

1. Redução de STOCKS – Redução da Dimensão dos Lotes.
2. Diminuição dos Erros de Regulação / Afinação de Ferramentas.
3. Aumento da Capacidade de Produção e a Produtividade do Pessoal.

As Empresas possuem um arque de máquinas limitado (é impossível a dedicação específica de cada uma delas), sendo difícil reduzir o número de *setup's*.

Única estratégia possível:

Reduzir consideravelmente o tempo consagrado às mudanças de ferramentas.

Na realidade, o impacto dos elevados tempos de *setup* é muito mais significativo em empresas que obtêm encomendas muito diversificadas e de baixo volume.

Reduções de Tempo de *Setup* de horas para minutos (de um só dígito) são perfeitamente possíveis com a Técnica **SMED** (*Single Minute Exchange of Die*).

Pode-se assim aplicar, posteriormente, o conceito de produção confirmada, onde:

- o stock em excesso seria eliminado;
- seriam produzidos pequenos lotes com base nas encomendas firmadas.

4.6 Exemplo Prático

Observando uma operação de *setup*, apercebemo-nos de situações, por vezes surpreendentes....

- ✘ deslocações frequentes do operador entre a máquina e a manutenção (armazém);
- ✘ ausência de ferramentas de uso corrente junto à máquina (chave de parafusos, porcas, etc.);
- ✘ tempos de espera pelos meios de movimentação (pontes rolantes, empilhadores, etc.);
- ✘ sistemas de fixação trabalhosos e demorados;
- ✘ má coordenação das tarefas a realizar, com deslocações inúteis;
- ✘ ausência de gabaris de fixação;
- ✘ tarefas que podiam ser realizadas com a máquina em funcionamento;
- ✘ muito tempo perdido com ensaios e afinações.

Uma prensa de injeção de plástico possuía um tempo médio de *setup* de 120 minutos. injectava em cada semana as peças número de 1 a 5 e a produção durava em média 6 horas. Nos 5 dias úteis de uma semana, a máquina opera 30 horas e o *setup* necessita de 10 horas. Os lotes são de uma semana, os investimentos em stock equivalem em média ao suprimento de meia semana de cada uma das peças.

Com a redução de *setup* desta máquina para 10 minutos, torna-se possível produzir todas as peças num só dia. O número de *setup*'s aumenta em número de vezes, mas reduz significativamente o tempo total de *setup* numa semana para pouco mais de 4 horas, aumentando a disponibilidade para quase 6 horas semanais.

Medidas tomadas:

1. Uniformização dos sistemas de engate e fixação dos moldes.
2. Treino e formação das equipas de mudança dos moldes.
3. Pré-preparação e planeamento da altura exacta de mudança.
4. Planeamento de moldes e controlo de qualidades.

5. Pré-aquecimento dos moldes.
6. Formação do pessoal técnico.
7. Aquisição de ferramentas e meios de mudança adequados: pontes rolantes.
8. Referenciação e criação de procedimentos de mudança

4.7 Etapas Fundamentais para a Implementação do SMED

Etapa 0 (ou Etapa Preliminar) → Filmar todo o Processo de *Setup*

- Filmar em vídeo todo o processo de mudança de ferramentas das principais máquinas (convém seleccionar as máquinas que constituem pontos de estrangulamento do sistema produtivo).
- Este filme irá permitir analisar detalhadamente todo o processo de *setup*, isto é, permitirá decompor a mudança de ferramentas em operações (actividades) elementares, com os respectivos tempos (através de uma ficha de observação).
- Filmar em vídeo todo o processo de mudança de ferramentas das principais máquinas (convém seleccionar as máquinas que constituem pontos de estrangulamento do sistema produtivo).
- Este filme irá permitir analisar detalhadamente todo o processo de *setup*, isto é, permitirá decompor a mudança de ferramentas em operações (actividades) elementares, com os respectivos tempos (através de uma ficha de observação).

Etapa 1 → Separar as Operações Internas e as Externas

- A partir da análise do processo de *setup* e com base na sua decomposição efectuada numa folha de separação de actividades, (verb exemplo em anexo), pode-se separar as operações de todo aquele processo em:

Operações Internas → que apenas podem ser feitas quando a máquina estiver parada;

Operações Externas → que podem (e devem) ser feitas durante o funcionamento da máquina.

- Algumas destas operações poderão ainda ser consideradas desnecessárias, caso se implementam acções simples e de custo muito reduzido ou mesmo nulo (acções de natureza organizacional).
- Segundo S. Shingo, os ganhos obtidos a partir desta etapa (realização das operações externas com a máquina a funcionar normalmente), serão da ordem dos 30 a 50%, em termos de redução do tempo de setup, pelo que a disponibilidade (capacidade produtiva) das máquinas também aumenta nessa proporção.
- Estas melhorias podem ser conseguidas com custos nulos (melhorias de natureza organizacional).

Etapa 2 → Transferir o Máximo de Operações Internas para Externas

Através de uma análise pormenorizada das operações internas (com base na folha de separação de actividades), poder-se-á ainda descobrir algumas operações que, apesar de serem de natureza interna, podem facilmente ser transferidas ou convertidas em operações externas.

Ex.: Pré-aquecimento externo (através de estufa) dos moldes de injeção de plástico ou de injeção Zamak.

Para tal, dever-se-á adoptar novas formas de encarar as funções reais das operações, de modo a não se ficar preso a velhos hábitos.

Etapa 3 → Racionalização de todos os Aspectos das Operações de Setup

Existem inúmeras acções para se racionalizar sustentadamente as operações de *setup* (quer as internas, quer as externas). Por exemplo:

Apetrechamento do posto de trabalho com tudo o que é necessário:

- jogos de ferramentas, arrumadas ao lado ou perto da máquina;
- gabaris de posicionamento, devidamente arrumados e identificados;
- instruções de afinação e/ou de trabalho.

Arrumação das ferramentas / moldes em estante com prateleiras.

Identificação das ferramentas com um sistema de numeração ou de cores.

Manutenção dos postos de trabalho limpos e arrumados.

Afecção a cada máquina dos meios de movimentação necessários que permitam minimizar o esforço físico:

- carros porta-ferramentas com altura adequada à mesa da máquina;
- diferenciais para elevação das ferramentas pesadas;
- pontes rolantes ou gruas móveis de apoio.

Redução dos tempos de fixação das ferramentas:

- redução do número de porcas e parafusos (utilização de pinos-guias, entalhes ou chanfros em vez de alguns parafusos);
- redução do comprimento dos parafusos;
- utilização de um só tipo de cabeças de parafusos;
- utilização de dispositivos de aperto e de fixação com cabeça em "T" e "L";
- fixação e aperto a meia volta;
- estudo e concepção de ferramentas de modo a que baste desmontar uma parte;
- adaptação de sistemas pneumáticos ou hidráulicos para posicionamento e fixação rápida das ferramentas à máquina.

Standardização das bases e das ferramentas para eliminar ajustes e ensaios de peças:

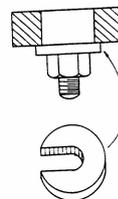
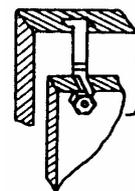
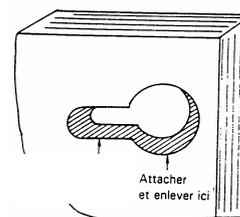
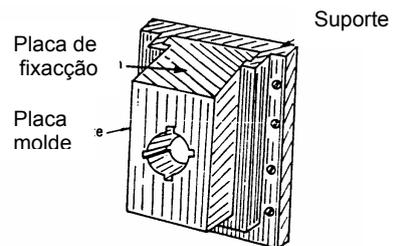
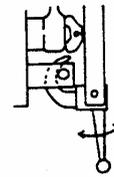
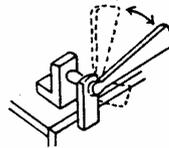
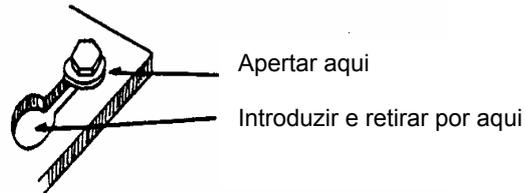
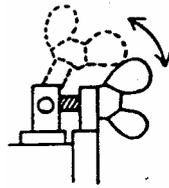
- na maioria dos casos, cerca de 50% do tempo total de setup é gasto em operações de ajuste/regulação de ferramentas e ensaio de peças/componentes).
- assim, por exemplo, a standardização da altura da ferramenta elimina as regulações da ferramenta em altura.

Manutenção junto à máquina de uma peça-padrão das referências que lá se produzem.

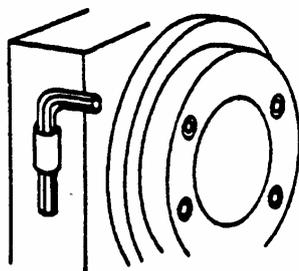
De salientar que a standardização das bases e das ferramentas, podem eliminar uma importante fonte de problemas da qualidade, uma vez que as operações de ajuste e regulação de ferramenta são passíveis de erro ou imprecisão, quando efectuadas em "setup interno" (pois os operadores estão a ser pressionados irracionalmente para repor a máquina o mais rapidamente em funcionamento).

4.8 Figuras e Exemplos sobre a Mudança Rápida de Ferramentas

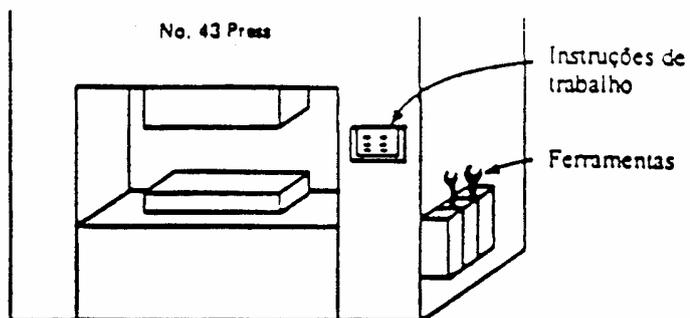
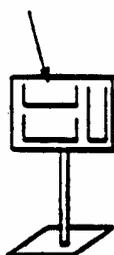
4.8.1 Exemplos de Fixação Rápida de Ferramentas



4.8.2 Ferramentas e Instruções de Trabalho Junto ao Posto de Trabalho



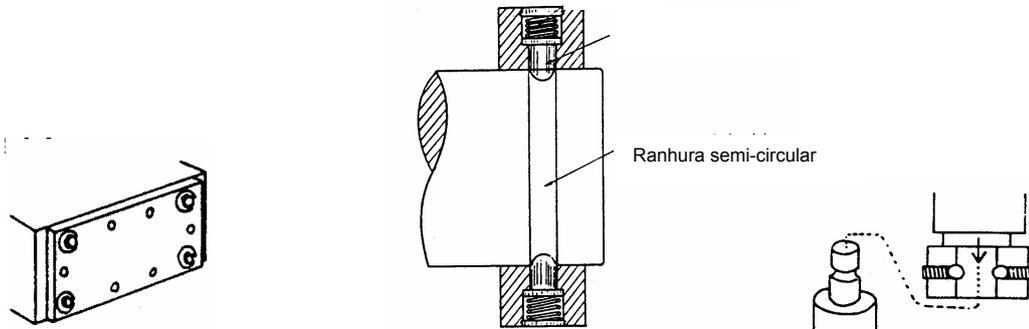
Situação da máquina
Pontos de análise
Registo de problemas



Ferramentas com uso frequente, suspensas para facilitar o seu acesso, evitando o tempo perdido a pegar e guardar.

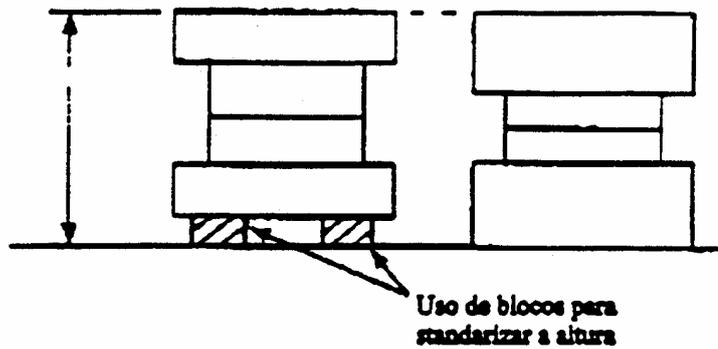


4.8.3 Dispositivos Vários para Diminuir Tempos de Set-up



Redução do número de parafusos

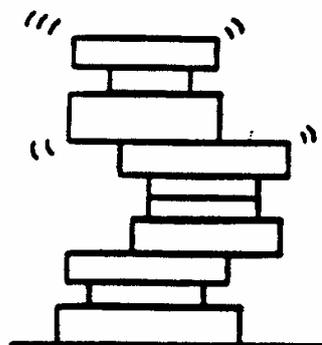
Ligação rápida de tubagens



Standardização da altura das ferramentas

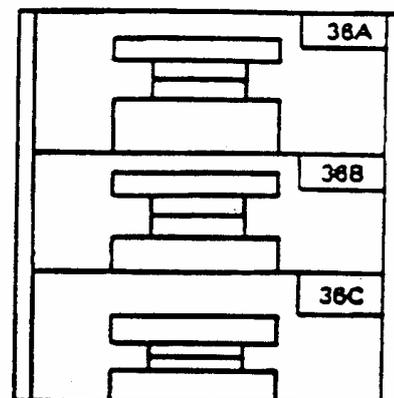
Exemplos Comparativos:

Antes da Melhoria



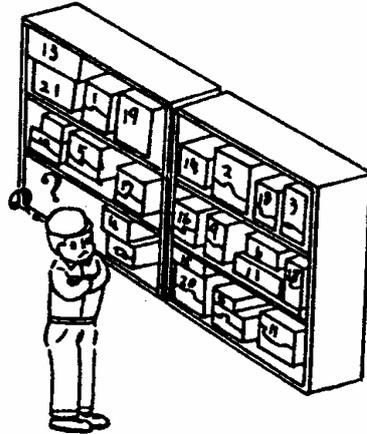
Manuseamento difícil

Depois da Melhoria

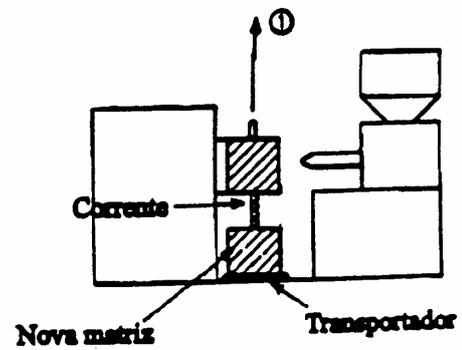
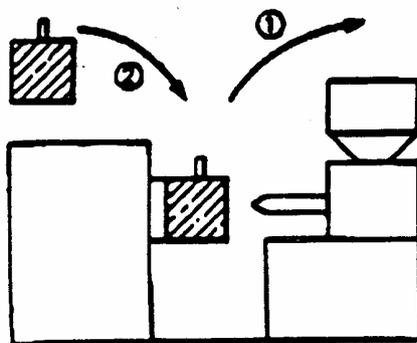
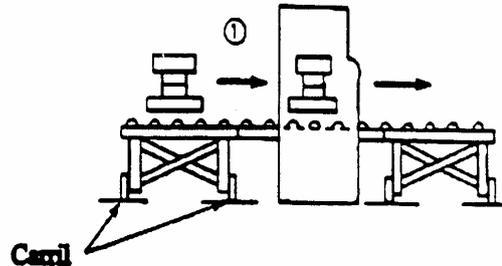
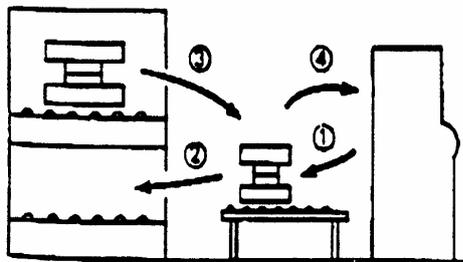
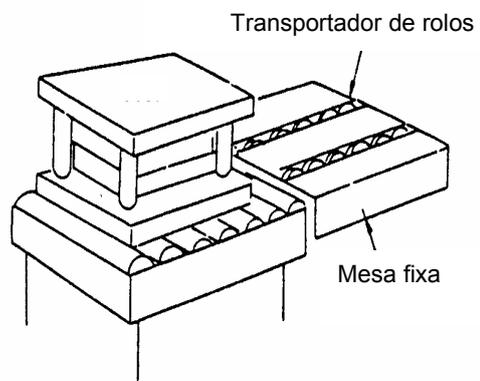
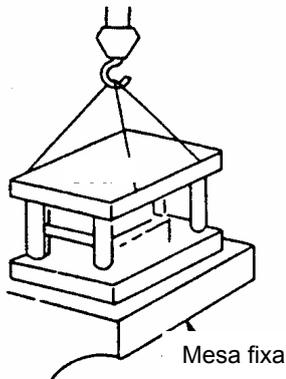
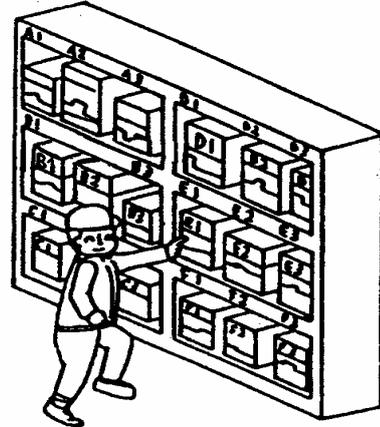


Manuseamento fácil

Antes da Melhoria

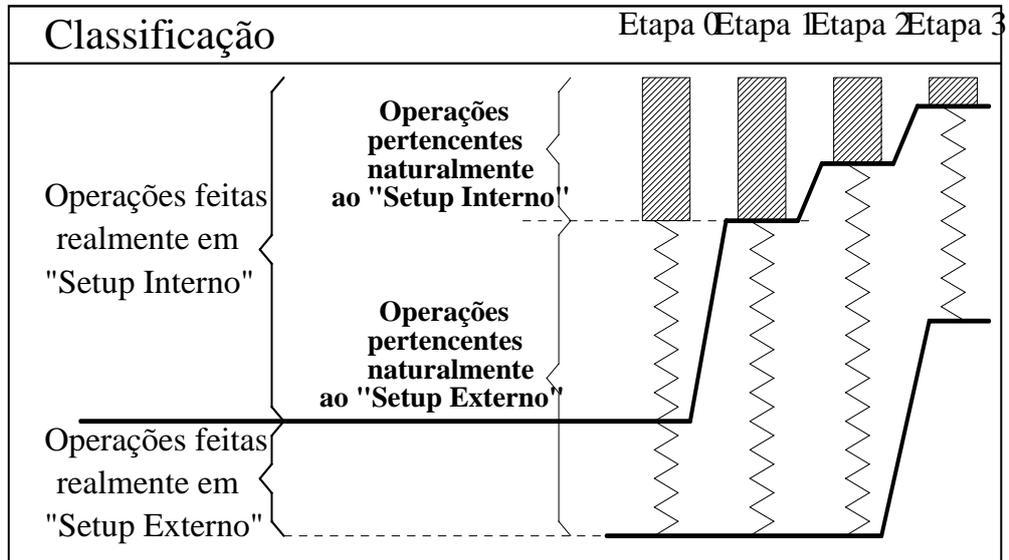


Depois da Melhoria



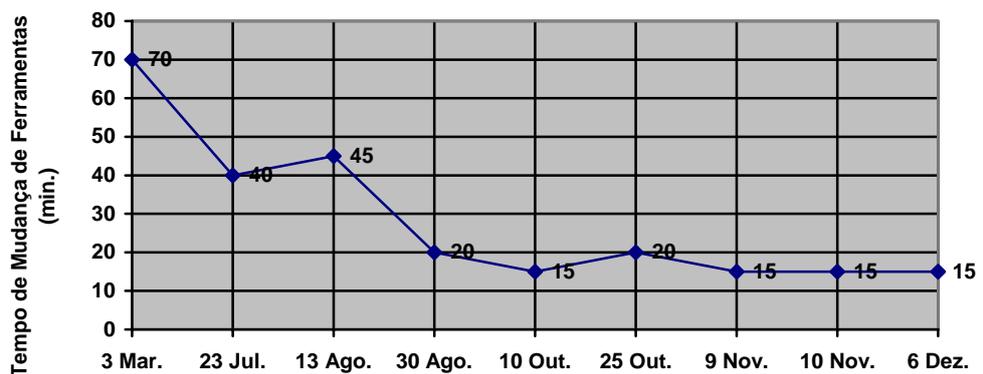
4.9 Impacto da Técnica SMED na Empresa

O efeito das etapas fundamentais na implementação do **SMED** - Mudança rápida de ferramentas, sobre as operações de *setup* pode ser visto na figura seguinte:



A longo prazo, a redução do tempo de *setup* será bastante importante, em conjunto com a implementação das células de produção, uma vez que permitirá transformar as instalações fabris da empresa em "Ferramentas de Produção Flexíveis".

Evolução do tempo de *setup* numa máquina resultante da implementação da técnica **SMED**:



Síntese do Capítulo 8

No presente capítulo abordaram-se três métodos básicos para o que se considera serem as novas regras da produção ou a também chamada gestão Just In Time, sendo certo que num sentido de aprofundamento e maximização de resultados, existem outras técnicas já testadas e que naturalmente as empresas deverão progressivamente abordar.

Os métodos apresentados correspondem fundamentalmente, à reocupação de eliminação de desperdícios, tarefas sem valor acrescentado e à reformulação/melhoria das implantações – **A Cartografia**, à gestão dos sectores produtivos através da visibilidade e do rigor - **Os “5S”** e à mudança rápida de ferramentas - **SMED**, no sentido de flexibilizar as produções, melhorar a prestação dos postos de estrangulamento da produção, diminuir a dimensão do chamado lote económico e de um modo geral, melhorar e tornar mais fluido o processo produtivo, e propiciar ganhos significativos de produtividade, expressos em custos, qualidade e prazos..

BIBLIOGRAFIA

- *Organisation et gestion de la production-Georges Javel-Dunod*
- *Gestão da Produção- A Courtois-M Pillet-C Marti- Lidel*
- *Réinventer l'unité de travail-Kioshi Suzaki-Dunod*
- *Flux de production-Les outils d'amélioration-Philippe Arnaude e Jean Renau-AFNOR*
- *Le Just à Temps-Approches modernes-Philippe Arnaude e Jean Renaud-AFNOR*
- *Le Guide TPM de l'unité de travail-Pascal Trey-Dunod*
- *Les 5S, socle de l'efficacité industrielle-Pierre Chapeau-AFNOR*
- *Les clefs du juste a temps-Edward J Hay-EME*
- *Just in time-Pierre Chapeau-MONITOR*
- *Les 5S-Takashi Osada-Dunod*
- *Gestão da Produção-Ana Paula Marques-Texto Editora*
- *Gestion de la production-Pierre Beranger-Vuibert*
- *Manual de Tempos e Métodos-Argens Silva-Rubens Coimbra-Hemus*
- *Sistema de Produção Toyota-Shingeo Shingo*

SITES RECOMENDADOS

- ✓ www.ist.utl.pt
- ✓ www.cev.pt
- ✓ www.fe.up.pt
- ✓ www.dps.uminho.pt
- ✓ www.ipsgaya.pt
- ✓ www.ltodi.est.ips.pt
- ✓ www.dei.isep.ipp.pt
- ✓ www.egi-learning.ipg.pt