PLANEAMENTO E CONTROLO DA PRODUÇÃO

UMA VISÃO INTEGRADA

PAULO ÁVILA
JOÃO BASTOS
ISMAEL CAVACO

gestbook

AUTORES
Paulo Ávila
João Bastos
Ismael Cavaco

TÍTULO
PLANEAMENTO E CONTROLO DA PRODUÇÃO – Uma visão integrada

EDIÇÃO
Quântica Editora – Conteúdos Especializados, Lda.
Tel. 220 939 053 · E-mail: geral@quanticaeditora.pt · www.quanticaeditora.pt
Praça da Corujeira n.º 38 · 4300-144 PORTO

CHANCELA
Gestbook – Conteúdos de Economia e Gestão

DISTRIBUIÇÃO
Booki – Conteúdos Especializados
Tel. 220 104 872 · E-mail: info@booki.pt · www.booki.pt

REVISÃO
Quântica Editora – Conteúdos Especializados, Lda.

DESIGN
Delineatura – Design de Comunicação · www.delineatura.pt

IMPRESSÃO
Abril, 2022

DEPÓSITO LEGAL
457805/19

A **cópia ilegal** viola os direitos dos autores.
Os prejudicados somos todos nós.

Copyright © 2022 | Todos os direitos reservados a Quântica Editora – Conteúdos Especializados, Lda.
A reprodução desta obra, no todo ou em parte, por fotocópia ou qualquer outro meio, seja eletrónico, mecânico ou outros, sem prévia autorização escrita do Editor e do Autor, e ilícita e passível de procedimento judicial contra o infrator.

Este livro encontra-se em conformidade com o novo Acordo Ortográfico de 1990, respeitando as suas indicações genéricas e assumindo algumas opções específicas.

CDU
658 Gestão, administração de empresas.
658.5 Técnicas e planeamento de produção. Concepção. Gestão e controlo da produção.

ISBN
Papel: 9789898927651
E-book: 9789898927668

Catalogação da publicação
Família: Economia e Gestão
Subfamília: Gestão Industrial

ÍNDICE

NOMENCLATURA xi

1. TIPOLOGIA DOS SISTEMAS DE PRODUÇÃO 15

1.1. O interesse da tipologia 17
1.2. Parâmetros determinantes na classificação dos processos 19
1.3. Classificação dos processos 21
1.3.1. Quanto à implantação 22
1.3.2. Quanto às quantidades produzidas de um mesmo produto 24
1.3.3. Quanto ao fluxo 27
1.3.4. Quanto ao grau de antecipação à procura 28
1.3.5. Síntese dos sistemas de classificação de tipologias 29

1.4. Implicações da tipologia na gestão das organizações 31
1.4.1. Natureza e volume dos produtos 31
1.4.2. Métodos de produção 31
1.4.3. Perfil dos operadores 32

1.5. Características de gestão 33
Exercícios 36

2. PLANEAMENTO, PROGRAMAÇÃO E CONTROLO DA PRODUÇÃO 39

2.1. A função planeamento, programação e controlo da produção 41
2.1.1. Posicionamento da função PPCP no ciclo de produção 44
2.1.2. Objetivos do planeamento e controlo da produção 45
2.1.3. Consequências de um mau desempenho da função PPCP 50
2.1.4. Fases da função planeamento e controlo da produção 51

2.2. Planeamento estratégico 53
2.3. Planeamento Agregado da Produção 58
2.3.1. Estratégias 61
2.3.2. Seleção de uma estratégia 69
2.3.3. Otimização do Plano Agregado através da programação linear 74
2.3.4. Métodos e unidades de agregação 75

2.4. Planeamento Diretor de Produção 76
2.4.1. Horizonte temporal do Plano Diretor da Produção 79
2.4.2. O planeamento da capacidade crítica 81

2.5. Planeamento das Necessidades em Ordens e Capacidade 88
2.5.1. A gestão de recursos 88
2.5.2. Planeamento das Necessidades em Ordens 91

2.5.2.1. Algoritmo do procedimento básico 93
2.5.2.2. Generalização do procedimento básico 97

2.5.3. Planeamento das Necessidades em Capacidade 103

2.5.3.1. Procedimento básico 104
2.5.3.2. Generalização do procedimento básico 106
2.5.3.3. Avaliação do plano produzido 108

2.5.4. Dimensionamento dos tamanhos de lote (*lot sizing*) 109

2.5.4.1. Procedimento *lot for lot* (LFL) 112
2.5.4.2. Procedimento baseado na quantidade económica de produção (QEP) 112
2.5.4.3. Procedimento baseado em ordens periódicas de lançamento (OPL) 114
2.5.4.4. Procedimento *parts period balancing* (PPB) 114
2.5.4.5. Método Wagner-Whithin 116

2.5.5. O MRP na prática 117

2.5.5.1. Gestão das nomenclaturas e das gamas operatórias 118
2.5.5.2. Periodicidade do cálculo MRP 119
2.5.5.3. Classes de ordens de fabrico 120
2.5.5.4. Modos de atualização do MRP - regenerativo ou diferencial 121
2.5.5.5. Rastreabilidade e origem das necessidades 123
2.5.5.6. Risco de aumentar os *stocks* 123

2.6. Programação da produção 124

2.6.1. A terminologia 126
2.6.2. Lançamento 129
2.6.3. Alocação/Afetação 130
2.6.4. Sequenciação/Calendarização 132
2.6.5. Tipologia dos problemas de escalonamento 135

2.6.5.1. Posto de trabalho único 135
2.6.5.2. Postos de trabalho intermutáveis (paralelos) 137
2.6.5.3. Linhas de fabrico 138
2.6.5.4. Sistemas flexíveis de produção (FMS) 139
2.6.5.5. Oficina de fabrico 140

2.6.6. Critérios de desempenho 141

2.6.6.1. Ciclos fabris (tempos de percurso ou tempos de fluxo) 142
2.6.6.2. Eficácia de prazos 143
2.6.6.3. Utilização de recursos 145

2.6.7. Diversidade dos problemas de escalonamento **145**
2.6.8. Técnicas de otimização **149**
2.6.9. Escalonamento na prática **153**

2.7. **Controlo da produção** **155**
2.7.1. Objetivos do controlo **155**
2.7.2. Registo da execução **157**
2.7.3. Despacho **158**
2.7.4. Controlo de qualidade **158**
2.7.5. Controlo da progressão **159**
2.7.6. O controlo na perspetiva do MRP **163**
2.7.7. Avaliação **166**

Exercícios **168**
Anexo I **181**

3. ***OPTIMIZED PRODUCTION TECHNOLOGY* (OPT) E TEORIA DAS RESTRIÇÕES** **185**

3.1. **Introdução** **187**
3.2. **Alguns tópicos diferenciadores do OPT** **188**
3.3. **Dos gargalos ao balanceamento de fluxos** **190**
3.3.1. A deteção de gargalos **192**
3.3.2. A atitude OPT face aos gargalos e o balanceamento associado **193**

3.4. **Regras do OPT** **195**
3.5. **Funcionamento do OPT** **199**
3.6. **Do OPT à teoria das restrições** **202**
3.6.1. Alguns tópicos do pensamento TOC **202**
3.6.2. Os cinco passos da melhoria contínua no OPT **204**
3.6.3. A mudança e o *thinking process* **207**
3.6.4. O *Drum-Buffer-Rope* **212**
3.6.5. As novas medidas do desempenho **213**
3.6.6. Um exemplo numérico **216**

3.7. **Conclusão** **220**
Exercícios **222**

4. A VISÃO JIT/*LEAN* 225

4.1. A conceção *just-in-time* no contexto da gestão industrial 227

4.1.1. Objetivo JIT e áreas de intervenção 230

4.2. Identificar os desperdícios 232

4.3. O combate ao desperdício e o caminho para o fluxo perfeito 234

4.3.1. Fábricas foco 235

4.3.2. Tecnologia de grupo e organização celular dos *layouts* 236

4.3.2.1. Células flexíveis 240

4.3.3. Qualidade na fonte (*jidoka*) 241

4.3.3.1. Organização 243

4.3.3.2. Objetivos 244

4.3.3.3. Princípios básicos 244

4.3.3.4. Facilitação 245

4.3.3.5. Técnicas de suporte 246

4.3.4. Produção *Just-in-Time* (JIT) 247

4.3.5. Nivelamento da produção em séries baixas 248

4.3.6. Controlo *pull* do fluxo produtivo (*kanban*) 249

4.3.6.1. O funcionamento do sistema 251

4.3.6.2. Determinação do número de *kanbans* 254

4.3.6.3. A sequenciação das ordens 255

4.3.7. Minimização dos tempos de preparação (SMED) 257

4.3.8. Relação de parceria com os fornecedores 259

4.3.9. Técnica dos 5S 260

4.3.10. Sistemas anti-erro (*poka-yoke*) 262

4.3.11. Manutenção produtiva total (TPM) 264

4.3.11.1. Tipos de perdas associadas aos equipamentos 265

4.3.11.2. Objetivos TPM 266

4.3.11.3. O suporte à implementação TPM 266

4.3.11.4. As equipas de melhoria e a manutenção autónoma 267

4.3.11.5. A métrica TPM 268

4.3.11.6. A implementação TPM 269

4.4. O respeito pelas pessoas 270

4.5. Benefícios da prática JIT/*Lean* nas várias fases do planeamento da produção 274

4.6. JIT e MRP. Comparabilidade e possível integração **275**

4.6.1. Integração MRP e *kanban* **278**

4.7. Casos de estudo **279**

Exercícios **280**

Anexo II **282**

5. SISTEMAS DE INFORMAÇÃO EMPRESARIAIS **289**

5.1. Introdução **291**

5.2. Génese do ERP (*Enterprise Resource Planning*) **291**

5.3. Módulos de um sistema ERP **297**

5.4. Expansão dos sistemas ERP **301**

5.4.1. Funcionalidades dos SCM **303**

5.4.2. Tendências de evolução **305**

5.5. O mercado dos ERP **307**

5.6. O mercado de SCM **308**

5.7. Soluções ERP proprietárias **310**

5.7.1. SAP **310**

5.7.2. Oracle **311**

5.7.3. Microsoft Dynamics **312**

5.8. Soluções ERP não-proprietárias **313**

5.9. Conclusão **314**

Exercícios **320**

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS **CCCXXIII**

ÍNDICE DE FIGURAS E TABELAS **CCCXXIII**

Para essas duas tipologias optou-se por apresentar dois esquemas exemplificativos:

– A implantação de processo ou em fluxo contínuo é o limite da implantação em linha, em que as operações se dispõem sequencialmente, fisicamente interligadas em fluxo contínuo, suportadas por estrutura física na maioria dos casos amovível. Exemplos correntes são as centrais hidroelétricas (figura 1.2.), refinarias da indústria petroquímica e muitas ocorrências da indústria farmacêutica. Na central hidroelétrica, como se pode verificar no esquema, a energia potencial, e depois cinética, da água, transforma-se sucessivamente em energia mecânica (turbina) e depois em energia elétrica (alternador) para ser distribuída. O processo é completamente interligado sem que se possa autonomizar qualquer daquelas operações;

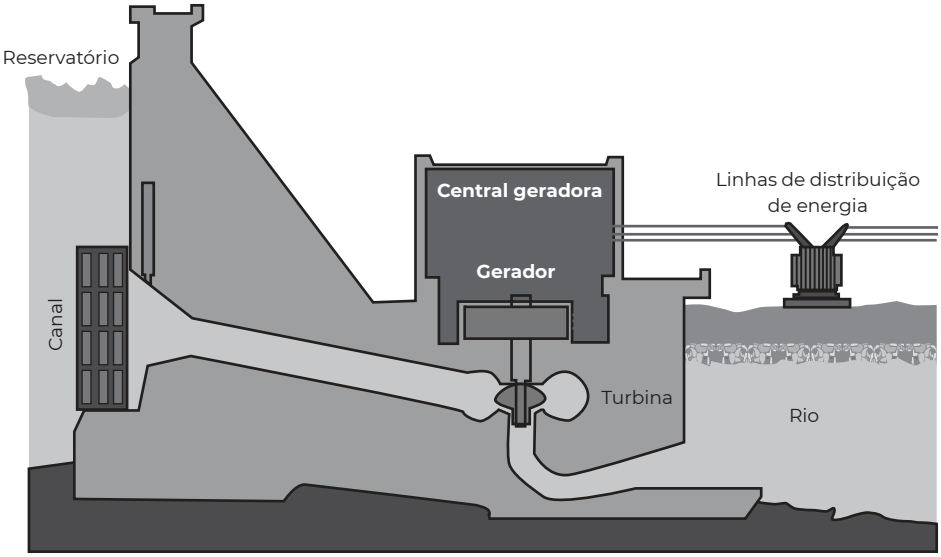


FIGURA 1.2. Exemplo de implantação de processo.

Fonte: Portal Energia, n.d.

– A implantação produção flexível pode ser descrita como um sistema reprogramável, que pratica um elevado nível de processamento distribuído de dados, de operação e de movimentação automática de materiais, controlado por computadores e processadores que cooperam numa arquitetura integrada. Compreende um conjunto de células flexíveis de operação e inspeção e armazéns automáticos, ligados por meios automáticos de transporte (por exemplo, AGVs) e manuseamento (robôs), conforme ilustra a figura 1.3.

ordenar as atividades, tendo em conta os meios necessários e as relações de dependência física e temporal que devem respeitar. As metodologias do caminho crítico e diagramas associados (CPM – *Critical Path Method*) constituem a forma mais corrente do seu planeamento e representação (figura 1.6.).

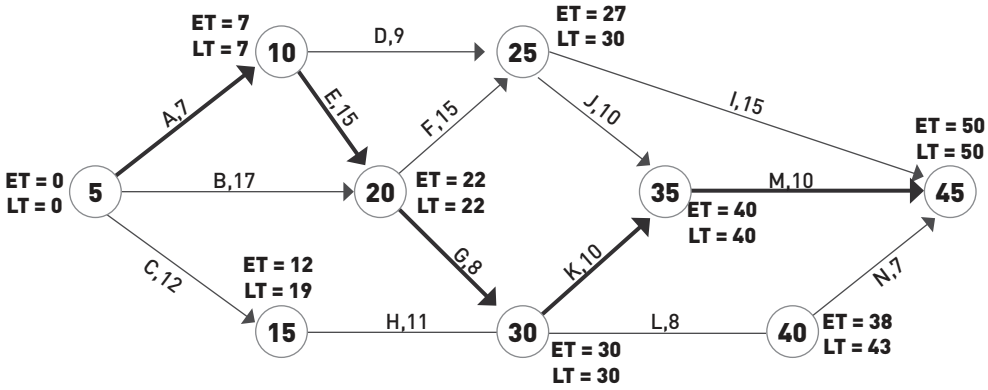


FIGURA 1.6. Exemplo de diagrama CPM.

Alguns tipos de construção, um primeiro avião ou navio dum dado modelo e equipamentos de desenvolvimento tecnológico e produção de protótipos são exemplos de processos de tipo unitário normalmente geridos como projetos.

1.3.3. QUANTO AO FLUXO

A caracterização quanto ao fluxo assenta no grau de fluidez que caracteriza a progressão do "em curso" ao longo do processo: quanto mais esperas sofre, mais intermitente é o sistema, contrariamente, mais contínuo será. Neste tipo de classificação existem dois modelos extremos, o de produção contínua e o de produção intermitente, tendo naturalmente lugar os que se situam numa posição intermédia, designados de mistos (maior ou menor grau de intermitência ou continuidade).

EXERCÍCIOS

1.1. Indique um exemplo industrial e um de serviços para cada tipologia associada às quantidades produzidas de um mesmo artigo. Faça o mesmo para cada tipologia associada à procura.

1.2. Como poderia diferenciar graficamente a implantação em linha da implantação de processo? Represente esquematicamente as duas situações.

1.3. Diga o que distingue uma implantação de processo duma de oficina de fabrico.

1.4. Construa um gráfico com os vários tipos de implantação, em que no eixo das abcissas se referenciam os processos quanto ao fluxo e no eixo das ordenadas quanto à natureza dos produtos.

1.5. Comente, justificando, a seguinte afirmação: "Quando classificamos um determinado processo em relação a um determinado parâmetro, em muitos casos depreendemos automaticamente a sua caracterização quanto a outros".

1.6. Quais as vantagens da classificação dos sistemas produtivos?

1.7. Por que razão a caracterização quanto à procura influencia a caracterização quanto à relação com o cliente? Justifique adequadamente.

1.8. Explique o que entende por classificação VAT.

1.9. No seu entender, a representação esquemática apresentada no texto para um sistema flexível de produção poderá ser melhorada? Represente esquematicamente uma versão que lhe pareça mais completa para essa tipologia.

1.10. Quais são as implicações na gestão decorrentes dos vários tipos de processo quanto à sua implantação?

1.11. Por que motivos a tendência atual da tipologia dos processos é no sentido do aumento da continuidade do fluxo em simultâneo com o aumento da sua flexibilidade?

1.12. Caracterize um sistema produtivo que se possa considerar de fácil gestão.

1.13. Das seis tipologias que estudou quanto à implantação, quais são aquelas em que a função do planeamento e controlo da produção lhe parece mais complexa? Justifique.

1.14. Preencha adequadamente o quadro de duas entradas que a seguir se apresenta.

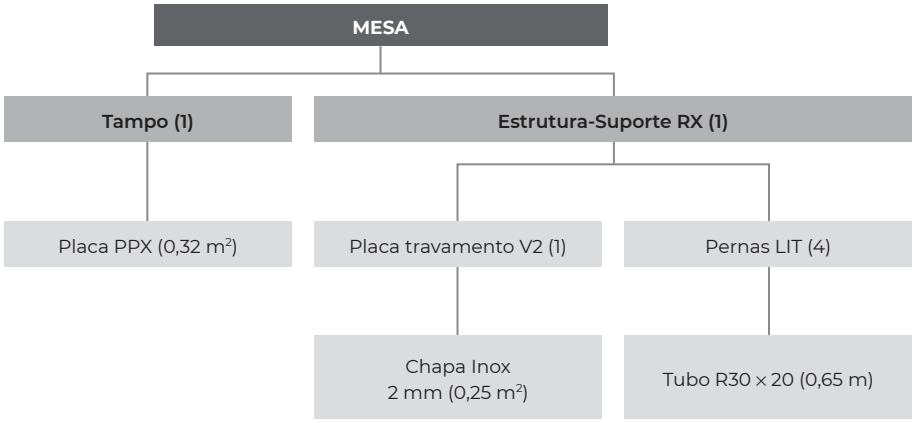
2.1.1. POSICIONAMENTO DA FUNÇÃO PPCP NO CICLO DE PRODUÇÃO

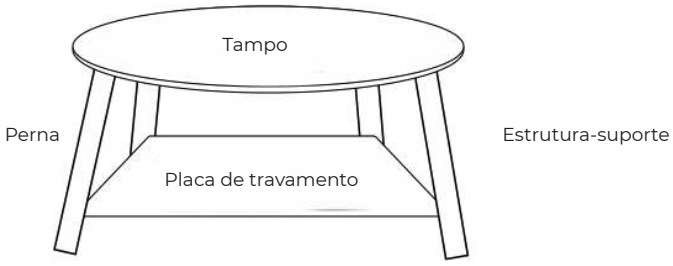
É importante situar a função planeamento e controlo da produção no ciclo de produção com vista à sua melhor compreensão. A tabela 2.2. descreve as diversas atividades que compõem o ciclo de produção desde a receção das encomendas à expedição dos produtos. Nesta é detalhado o posicionamento da função PPCP através da decomposição das suas duas atividades principais (planeamento da produção e controlo da produção) ligadas pelo lançamento das ordens de fabrico.

TABELA 2.2. Fases principais do ciclo de produção.

ATIVIDADE	RESPONSÁVEL	INFORMAÇÃO
Encomenda à produção	Emitida pelo departamento de vendas	**Indica** · Produtos, modelos, características · Quantidades · Prazo de entrega
Produção não repetitiva **Definição técnica do produto**	Elaborada pela engenharia do produto (projeto)	**Emite** · Desenhos de conjunto e de pormenor · Estruturas dos produtos · Fichas técnicas
Produção repetitiva **Planeamento do processo de fabrico**	Elaborado pela engenharia de processo (métodos)	**Define** · Gamas operatórias · Processos de fabrico · Consumos de materiais · Tempos de operação
Planeamento e programação da produção **Lançamento das ordens de fabrico** **Controlo da produção**	Elaborado pelo departamento de produção	**Elabora** · Os planos de produção · Os programas de produção · Programas de necessidades em materiais · Distribuição das operações pelos postos de trabalho e controlo de cargas **Prepara e desencadeia** · Todas os meios e ações necessários à correta execução das operações de fabrico **Segue** · Cada ordem de fabrico, deteta os desvios entre o programado e o realizado, identifica anomalias e desenvolve ou promove as ações corretivas adequadas.
Expedição dos produtos	Efetuada pela expedição ou logística	**Notificação** · Informa o cliente da expedição/ disponibilização dos produtos encomendados.

Exemplo de representação gráfica da estrutura de produto





Exemplo de representação em lista indentada da estrutura de produto

NÍVEL	COMPONENTE	QUANTIDADE	UNIDADE DE MEDIDA
0	Mesa	1	Unidade
1	Tampo	1	Unidade
2	Placa PPX	0,32	m^2
1	Estrutura-Suporte RX	1	Unidade
2	Placa de travamento V2	1	Unidade
3	Chapa Inox 2 mm	0,25	m^2
2	Perna LIT	4	Unidade
3	Tubo R30 × 30	0,65	m^2

Um produto acabado resulta, geralmente, de várias fases de produção, que vão gradualmente agregando materiais para fabricar peças, componentes comprados e peças para montar subconjuntos ou conjuntos e assim sucessivamente até à montagem dos produtos finais.

A estrutura de produto deve exprimir esta hierarquia de composição bem como as quantidades em que os componentes (materiais, peças, conjuntos, etc.) intervêm aos diversos níveis de integração.

A figura mostra um exemplo simples de nomenclatura, em representação gráfica e sob forma de lista indentada, forma como é correntemente visualizada em aplicações informatizadas de apoio à gestão da produção (percurso *in order* da árvore).

FIGURA 2.1. Estrutura de produto, nomenclatura ou árvore de produto.

Existem muitas abordagens para o planeamento estratégico. O ponto-chave é que as estratégias de gestão de operações devem, como atrás já referido, ser consistentes e alinhadas com as estratégias gerais da empresa. A gestão das operações deve refletir a abordagem genérica da empresa para o planeamento estratégico, mas com o foco nas questões e oportunidades operacionais.

Uma abordagem geral do planeamento estratégico é o Modelo de Escolha Forçada proposto por Everett E. Adam Jr. e Ronald J. Ebert (Adam Jr. & Ebert, 1996) e representado na figura 2.6.

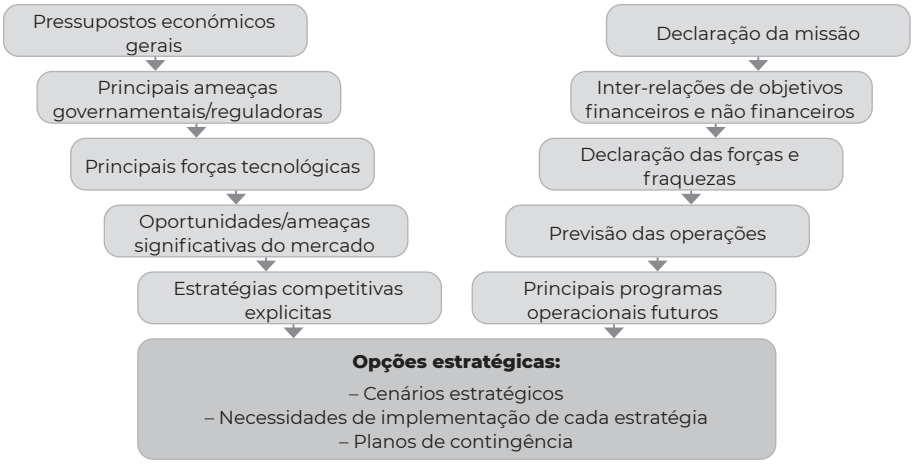


FIGURA 2.6. Modelo de escolha forçada para o planeamento estratégico.

Este modelo de desenvolvimento do plano estratégico obriga a que, em sessões de grupo ou individualmente, os analistas avaliem as considerações ambientais e de contexto da empresa em conjunto com a posição atual de produção/operações da organização, propondo à administração de topo o desenvolvimento de opções estratégicas que sustentem e possibilitem o desenvolvimento das operações no futuro.

Chris Voss (1992) estabeleceu um modelo de referência para a construção do plano estratégico, orientado para o desenvolvimento de políticas de gestão operacional. O conceito é que a estratégia de operações deve tentar vincular as decisões da política de operações diretamente ao mercado, ao ambiente e às metas gerais da empresa. Um esquema simplificado para explicar o planeamento estratégico da gestão operacional é apresentado na figura 2.7.

Caracterizemos, sumariamente, cada uma das estratégias base atrás referidas:

A. Nivelamento da mão-de-obra pela média da procura (produção constante)

Esta estratégia apresenta a configuração gráfica mostrada na figura 2.10. e é caracterizada, comparativamente às restantes, por:

- Baixos custos em recursos de produção;
- Custos em *stocks* elevados;
- Custos relevantes de incumprimento, dada a probabilidade elevada de atrasos nas entregas.

B. Nivelamento da mão-de-obra conjuntamente com subcontratação ou trabalho extraordinário

Esta estratégia apresenta também uma configuração gráfica semelhante à representada na figura 2.10. e é caracterizada por um valor de nivelamento que tipicamente se situa entre o valor médio e o valor mínimo da procura. Comparativamente às restantes estratégias, apresenta:

- Custos médios em recursos de produção (subcontratação e/ou trabalho extraordinário);
- Custos em *stocks* elevados;
- Custos relevantes de incumprimento, dada a probabilidade elevada de atrasos nas entregas.

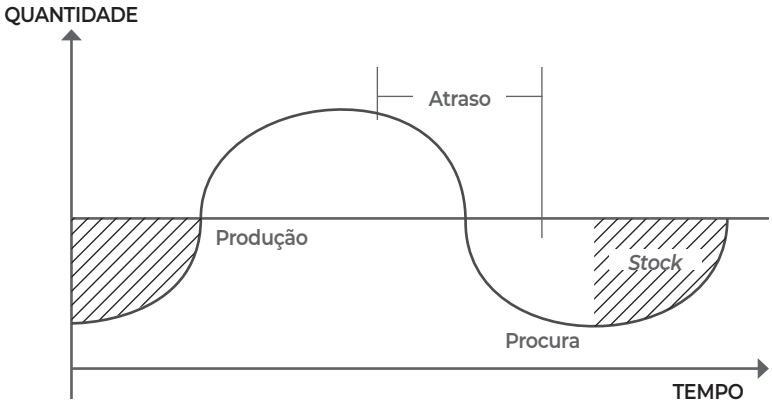


FIGURA 2.10. Estratégia de nivelamento da mão-de-obra.

futuros (poderiam ter sido usados períodos diferentes de tempo, como semanas, dias ou outros).

TABELA 2.7. Exemplo da desagregação dum Plano Agregado de Produção em Plano Diretor da Produção.

PLANO AGREGADO DE PRODUÇÃO						
Mês	**Janeiro**	**Fevereiro**	**Março**	**Abril**	**Maio**	**Junho**
Motores	40	25	50	30	30	50

PLANO DIRETOR DE PRODUÇÃO						
Mês	**Janeiro**	**Fevereiro**	**Março**	**Abril**	**Maio**	**Junho**
Motores de CA						
5KW	15		10		10	
25KW	25	10	10	10	20	
Motores de CC						
20KW		15	10	20		20
30KW			20			30
Total	**40**	**25**	**50**	**30**	**30**	**50**

A figura 2.13. ilustra, em representação IDEF0, o modelo do PDP, onde se apresentam as entradas (E_{PDP}), os mecanismos de controlo (C_{PDP}), as ferramentas para a sua execução (F_{PDP}), e as saídas do sistema (S_{PDP}).

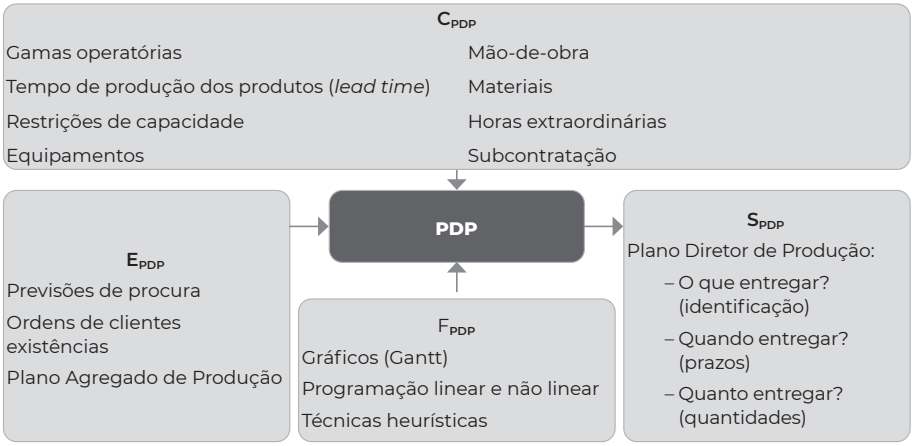


FIGURA 2.13. Modelo do Planeamento Diretor de Produção.

A saída global do Planeamento Diretor de Produção – o Plano Diretor de Produção – sintetiza a relação do que entregar, quando entregar e quanto entregar, tal como especificado na figura 2.13.

Convém desde já tornar claro que o termo "materiais" compreende genericamente todos os níveis físicos de agregação no decurso do processo de fabrico: matérias-primas, componentes adquiridos, peças fabricadas, subconjuntos, conjuntos, produtos finais.

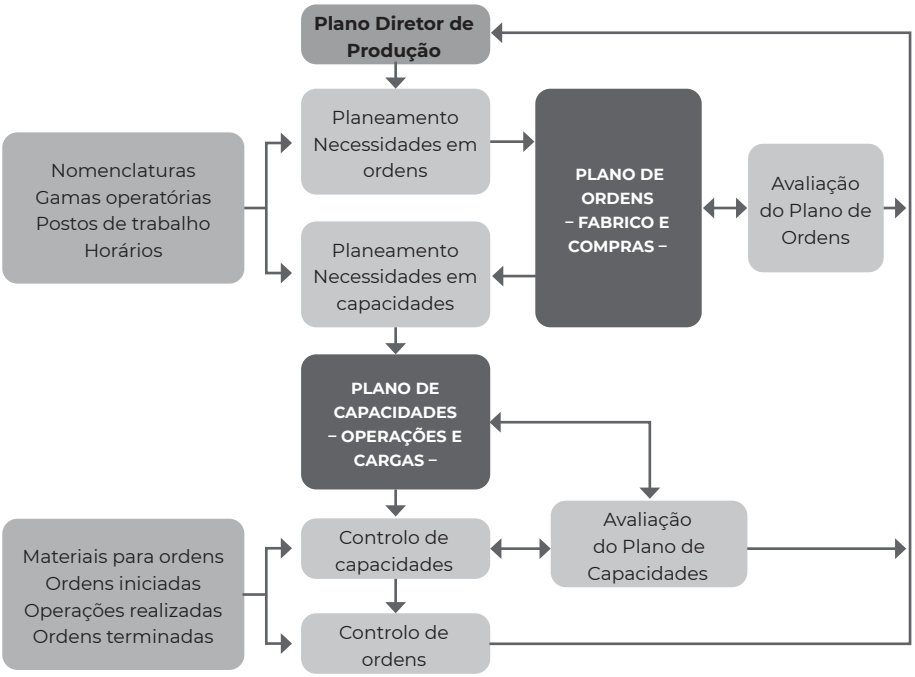


FIGURA 2.15. **Diagrama de fluxos de dados do Planeamento dos Recursos de Produção (MRP).**

O termo "ordens" formaliza as entidades que titulam a aquisição inicial de materiais, sua transformação, movimentação, agregação e expedição.

O Planeamento dos Recursos de Produção ocorre basicamente a dois níveis: a determinação das ordens necessárias à satisfação do Plano Diretor de Produção e datas associadas – o Planeamento das Necessidades em Ordens – e, depois, o planeamento das operações relativas a essas ordens e avaliação das cargas induzidas nos centros de trabalho respetivos, objeto do Planeamento das Necessidades em Capacidades.

As incompatibilidades, ou desvios que vão surgindo, originam ciclos corretivos aos processos, com vista ao reajustamento das ordens, das capacidades e, se necessário, do Plano Diretor de Produção.

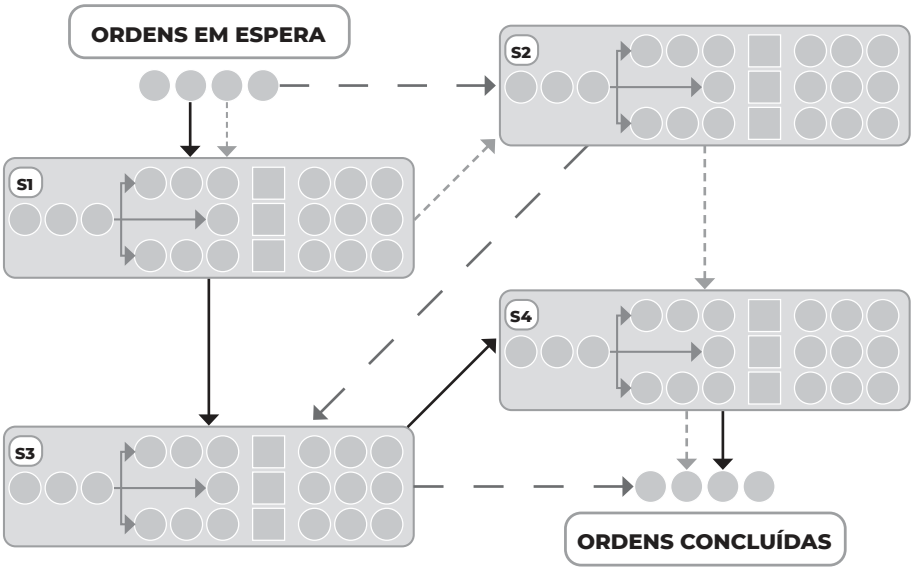


FIGURA 2.28. Escalonamento em oficinas de fabrico.

2.6.6. CRITÉRIOS DE DESEMPENHO

O processo de **escalonamento de operações** procura otimizar uma determinada vertente de desempenho do sistema de produção, previamente estabelecida. Um programa de produção bem construído deve, pois, assegurar condições para ser atingido o objetivo fixado para a vertente ou vertentes de desempenho selecionadas. Trata-se de minimizar atrasos nas entregas ou minimizar os tempos de percurso das ordens na fábrica, ou maximizar a produtividade (relembramos que os objetivos dum sistema de produção se centram nas quantidades, prazos, qualidade e custos). É, pois, necessário quantificar os valores fixados para cada vertente de desempenho a ser avaliada, bem como medir os valores efetivos atingidos. A formulação dos programas de produção (o escalonamento de operações) deve, em consequência, usar critérios de formulação consistentes com os objetivos a atingir em termos de desempenho.

As medidas de desempenho avaliam a eficiência e eficácia atingidas para os valores fixados para as variáveis que elegemos para exprimir os objetivos, quer quanto à gestão dos recursos, quer quanto ao grau de satisfação dos clientes. É pois, naturalmente importante, escolher variáveis que reflitam, de forma razoavelmente credível, a qualidade do escalonamento.

4.1.1. OBJETIVO JIT E ÁREAS DE INTERVENÇÃO

O objetivo JIT é eliminar todas as atividades no processo de fabrico que não adicionam valor ao produto. De forma simples, pode dizer-se que o objetivo JIT é suprimir todos os desperdícios que vão povoando o processo de fabrico (sob a forma de tempo, energia, material ou erros), tornando-o, no limite, enxuto, isto é, isento de desperdício e contendo só atividades contribuintes de valor – *lean manufacturing*.

JIT deve ser encarado como uma filosofia de gestão centrada numa atitude de melhoria permanente da produtividade, com os seguintes objetivos:

– Redução permanente de *stocks*;
– Redução permanente de ciclos e *lead times*;
– Redução permanente de erros;
– Aproximação do processo a fluxo contínuo;
– Flexibilização do processo;
– Eliminação de outros desperdícios.

Na prossecução destes objetivos, considera-se que são quatro as áreas ou blocos de intervenção em que JIT atua: Projeto do Produto, Planeamento do Processo, Gestão Organizacional e dos Recursos Humanos e Planeamento, Programação e Controlo da Produção, conforme se apresenta na figura 4.2.

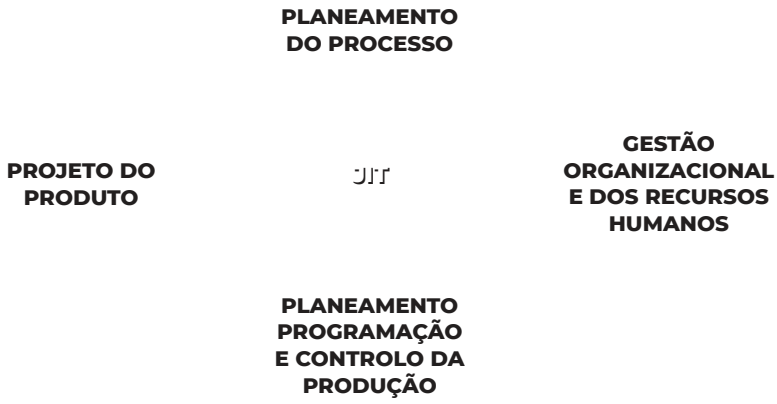


FIGURA 4.2. Áreas de intervenção JIT.

3. Este contentor vazio, com o respetivo *kanban* utilização, regressa ao ponto de expedição da CFV, onde o *kanban* utilização é destacado e apenso a um contentor cheio de veios. O *kanban* produção deste contentor é-lhe retirado – ↕ ponto de troca – e posto na caixa *kanbans* de produção desta célula (fila de espera de ordens a executar em CFV). O contentor cheio, após esta troca de *kanbans*, desloca-se então de novo para o ponto de receção da CMT. Entretanto o contentor vazio que acabou de chegar e cedeu o seu *kanban* utilização ao contentor cheio, é armazenado para ser mais tarde utilizado quando nova série de veios for fabricada;

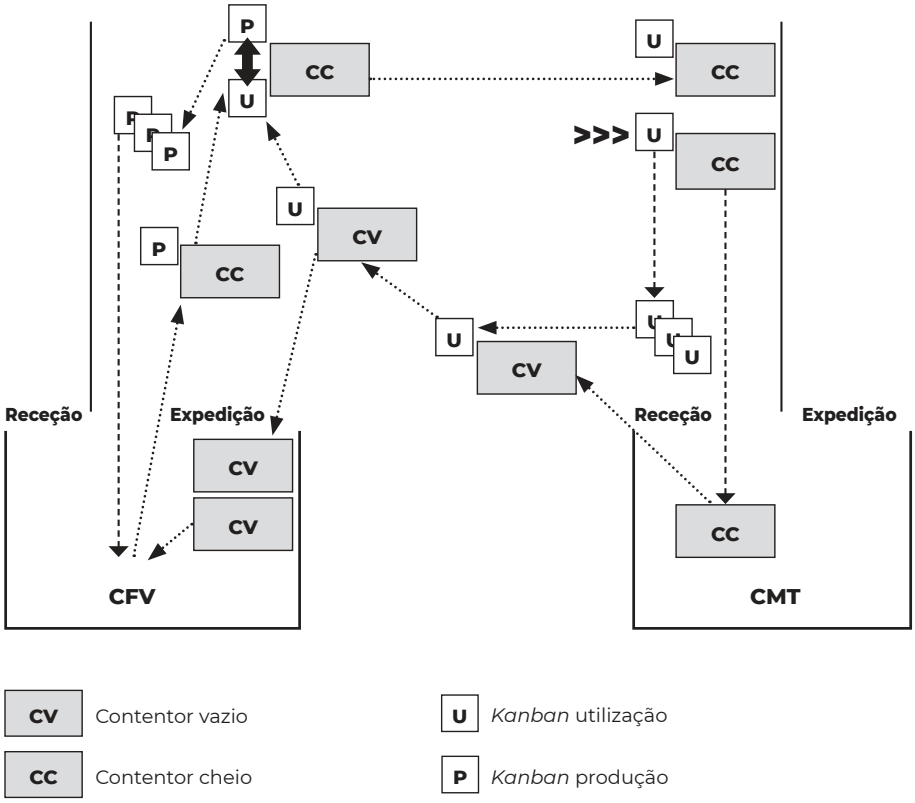


FIGURA 4.7. *Kanban* Toyota de doís cartões: circuito de contentores e *kanbans*.

Fonte: Adaptado de Schonberger, 1982.

4. A caixa de *kanbans* produção, como acima referido, constitui a lista de ordens de componentes a executar pela CFV, que vão sendo postas em execução segundo o critério de prioridades fixado [o mais simples será FIFO (*first in first out*), que respeita a

O método decorre em quatro fases:

1. Decompor o processo de preparação em operações elementares e separá-las em duas classes:

- *internas*, que só podem ser realizadas quando a máquina está parada;
- *externas*, que podem ser realizadas com a máquina em funcionamento.

2. Reduzir ou, se possível, eliminar as operações internas, as quais muitas vezes representam cerca de metade do tempo total de setup;

3. Introduzir alterações de baixo custo nas ferramentas, substituindo parafusos por fixadores rápidos, criando marcas de referência, chanfros para facilitar encaixes, normalizando alturas das abas de aperto de ferramentas, e outras. Na figura 4.9. estão representados alguns desses exemplos;

4. Introduzir soluções automáticas, tais como posicionamento automático de ferramentas, duplicação de bases de ferramentas, ligação automática de fluidos e energia.

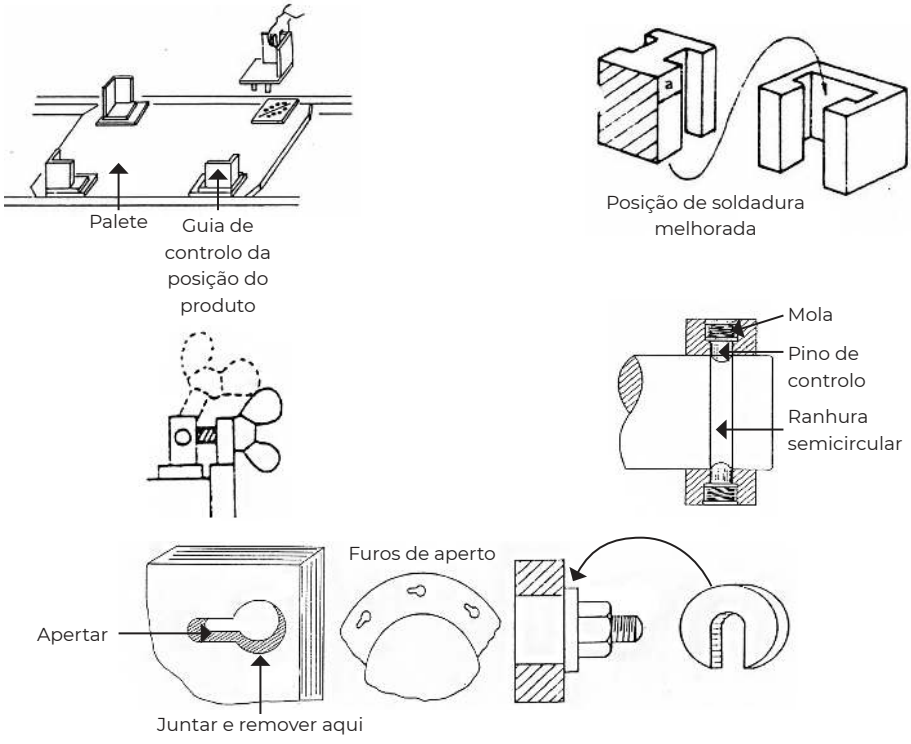


FIGURA 4.9. Exemplos de alterações de baixo custo nas ferramentas.

5.3. MÓDULOS DE UM SISTEMA ERP

Apesar da vastidão de aplicações ERP produzidas pelos diversos fabricantes, a sua larga maioria possui uma estrutura básica de módulos e funcionalidades, cada um orientado e aplicado a cada uma das áreas funcionais de uma empresa. A figura 5.3. mostra um conjunto de módulos, normalmente presentes numa plataforma ERP, que integram o suporte de gestão às várias áreas funcionais.

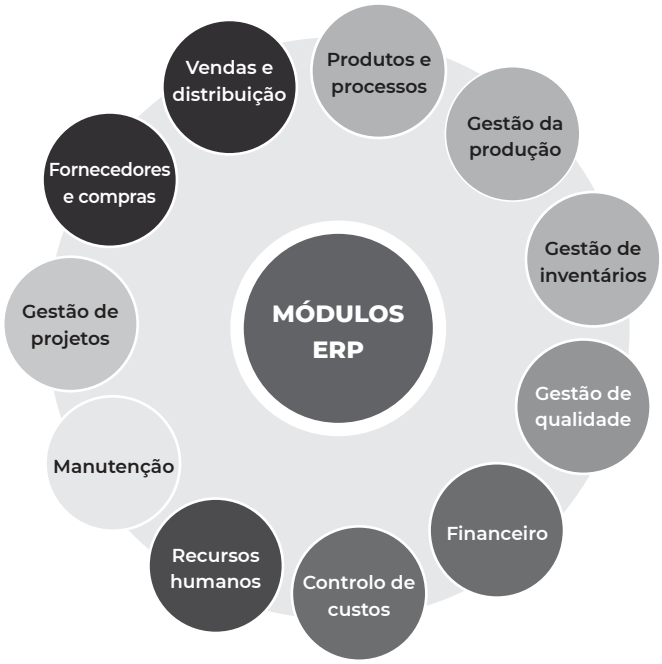


FIGURA 5.3. Exemplo de integração dos vários módulos e funcionalidades de um ERP

De modo que se percebam quais as funcionalidades principais de cada módulo, vamos referir os módulos principais existentes nas soluções de *software* e quais as funcionalidades mais presentes:

- **Dados de produtos e processos**. Módulo que assegura a caracterização e gestão de artigos, centros e postos de trabalho, gamas operatórias, ligações e composições afetas às estruturas de produtos, custos *standard* básicos (artigos, operadores e postos), e critérios para a sua fixação. Permite, a partir das estruturas de produtos e gamas, o cálculo dos custos standard dos produtos.
  Possibilita ainda, a partir dum quadro de previsões de procura, gerar os planos de consumos brutos de materiais, necessidades brutas de capacidade e custos *standard* associados.

PLANEAMENTO E CONTROLO DA PRODUÇÃO

UMA VISÃO INTEGRADA

PAULO ÁVILA
JOÃO BASTOS
ISMAEL CAVACO

Sobre a obra

Esta obra percorre os marcos mais significativos da trajetória histórica da gestão da produção, com particular foco no planeamento e controlo da produção, procurando interpretar e tornar compreensível a sua evolução, e relevando a influência da tecnologia nos modelos de gestão e sua interligação. Começa por uma referência à tipologia dos sistemas de produção no capítulo 1 e aborda, no capítulo 2, as principais funções do planeamento, programação e controlo da produção em contexto MRP, normalmente considerada uma visão mais clássica do tema. Outras duas aproximações com expressão, a Teoria das Restrições e o JIT/*Lean*, são abordadas nos capítulos 3 e 4. No capítulo 5, o livro finaliza com uma breve referência a sistemas de informação empresariais, particularmente vocacionados para contextos de produção. Resultando da compilação de textos didáticos produzidos pelos seus autores, revistos e reorganizados, tem como objetivos apoiar a formação de estudantes desta área, constituir uma referência de conhecimentos para quem deseje iniciar-se nestes temas e, ainda, ser uma base de consulta e informação para engenheiros ou outros profissionais com funções na gestão da produção.

Sobre os autores

Paulo Ávila

Licenciado em Engenharia Mecânica, mestre em Produção Integrada por Computador e doutor na área de Produção e Sistemas, Paulo Ávila é atualmente Professor Coordenador no Instituto Superior de Engenharia do Porto (ISEP-IPP) e ainda Diretor da Licenciatura em Engenharia e Gestão Industrial e Presidente da FORESP – Escola Tecnológica de Vale de Cambra. É coorganizador e membro fundador da Conferência Internacional Business Sustainability e, simultaneamente, é consultor de várias empresas na área da Organização e Gestão Industrial.

João Bastos

Professor Adjunto do ISEP-IPP, onde exerce atividade docente há mais de 20 anos. Licenciado em Engenharia Mecânica, mestre em Informática Industrial e doutor em Engenharia e Gestão Industrial, as suas áreas de interesse focam-se no Planeamento e Programação da Produção, Meta-heurísticas de Escalonamento, Otimização de Sistemas Produtivos, Sistemas de Informação Empresarial, *Machine Learning*. Durante o seu percurso profissional já desenvolveu vários projetos de consultoria na análise e especificação de sistemas de informação de suporte ao planeamento.

Ismael Cavaco

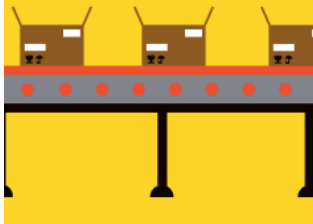
Professor Emérito do Instituto Politécnico do Porto e Professor Coordenador aposentado do Departamento de Engenharia Mecânica do ISEP-IPP. Licenciado em Engenharia Mecânica e mestre em Informática, foi adjunto da administração para as direções de Produção, Informática e Pessoal da empresa Ed. Ferreirinha e Irmão (EFI), exerceu atividade de consultor em gestão industrial em várias empresas industriais e fundou a empresa Segin, dedicada ao desenvolvimento e implementação de *software* de apoio à gestão da produção.

Também disponível em formato *e-book*

ISBN: 978-989-892-765-1

9 789898 927651

www.**gestbook**.com.pt



gestbook