



**Ricardo João Costa  
Almeida**

**Negociação de encomenda com recurso à  
capacidade produtiva**



**Ricardo João Costa  
Almeida**

**Negociação de encomendas com recurso à  
capacidade produtiva**

Dissertação apresentada à Universidade de Aveiro para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Gestão de Operações, realizada sob a orientação científica do Professor Doutor Américo Lopes de Azevedo, Professor do Departamento de Engenharia Industrial da Universidade de Aveiro

Dedico este trabalho à minha esposa, pelo exemplo e incentivo.

## o júri

**Presidente** Doutor Joaquim José Borges Gouveia, Professor Catedrático da Universidade de Aveiro

**Vogais** Doutora Maria do Sameiro Faria Brandão Soares de Carvalho, Professora Associada da Escola de Engenharia da Universidade do Minho  
Doutor Américo Lopes Azevedo, Professor Associado da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto (Orientador)

## **agradecimentos**

A elaboração deste trabalho foi facilitada pela ajuda e compreensão de um conjunto de pessoas, as quais merecem ser reconhecidas neste trabalho.

À minha esposa, pelo amor e paciência demonstrados.

Aos meus pais e restante família, pela constante preocupação.

Ao Professor Doutor Américo Azevedo, pela orientação e partilha de conhecimentos enriquecedores.

À Graça, pela certeza de uma amizade eterna.

Aos meus restantes amigos, que sempre me acompanharam.

**palavras-chave**

Negociação encomenda, *Available to Promise* (ATP), *Capable to Promise* (CTP), capacidade produtiva, *Request for Quotation* (RFQ) incompletos

**resumo**

A evolução dos mercados tem sido caracterizada por um crescimento acentuado dos modelos de negócio “make-to-order” em virtude de ser exigido, cada vez mais, uma especialização nas necessidades do cliente. Esta vertente, associada à imprevisibilidade da procura, obriga as empresas a avaliar e afectar constantemente os seus recursos (desistindo dos tradicionais sistemas MRP) e recorrer a técnicas de planeamento que incluem várias restrições para a gestão da capacidade.

Alguns sistemas ERP existentes no mercado foram analisados sobre diversos critérios e todos eles apresentaram lacunas na análise de repercussões (fundamental para empresas com mais do que uma variável de capacidade produtiva) e no auxílio à tomada de decisão para pedidos de cotação incompletos (muito usual, em modelos “make-to-order” só fornecer a descrição completa da lista de materiais ou rotas de produção em períodos posteriores à negociação).

Perante isto, foi proposto um novo sistema para a construção de um modelo de capacidades inovador, de elevada integração e grau de “nervosismo” (atento a qualquer alteração das suas variáveis), que fornecesse ao gestor várias panorâmicas da sua capacidade produtiva. Este sistema deverá permitir, em pouco passos e num único ecrã, visualizar a globalidade da capacidade produtiva segundo vários parâmetros e efectuar um conjunto de acções rectificativas.

**keywords**

Order negotiation, Available to Promise (ATP), Capable to Promise (CTP), production capacity, incomplete Request for Quotation

**abstract**

Market evolution has been characterized for a deep growth of "make-to-order" business models since specialization of the customer needs are more and more required. This source, associated to an uncertain demand, compels companies to evaluate and affect its resources constantly (giving up the traditional MRP systems) and to decide for planning techniques that include management capacity restrictions.

Some ERP systems in the market were studied based on some defined criteria and they all presented some gaps in the analysis of repercussions (basic situation for companies working with more than one variable when calculating their capacity) and when helping in the decision process for quotation requests' incomplete (in " make-to-order" business models ", it is common to supply the full description of the materials' list and of the production routes just after the negotiation process).

During this work a new system for the development of an innovative model of capacities is introduced, with a high level of integration and degree of "nervousness" (subject to any change of its capacity variables), in order to provide the manager with a set of different "views" from its productive capacity. This system should allow, in few steps and only in one screen, a complete visualization of the productive capacity, according to some parameters, and to perform a set of actions.

# Sumário

<b>CAPITULO 1 – INTRODUÇÃO .....</b>	<b>16</b>
1.1. CONTEXTO DO TRABALHO .....	16
1.2. OBJECTIVOS .....	18
1.3. METODOLOGIA DE INVESTIGAÇÃO.....	20
1.4. ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO .....	21
<b>CAPITULO 2 – METODOLOGIAS E FERRAMENTAS DE GESTÃO DE PRODUÇÃO .....</b>	<b>22</b>
2.1. INTRODUÇÃO AOS CONCEITOS PRINCIPAIS E MODELOS DE NEGÓCIO.....	23
2.1.1. Modelos de negócio.....	24
2.1.2. Gestão da cadeia de abastecimento.....	29
2.2. METODOLOGIAS DE GESTÃO DE PRODUÇÃO.....	32
2.2.1. Planeamento de necessidades de materiais .....	32
2.2.2. Planeamento de necessidades de recursos.....	34
2.2.3. Técnicas de planeamento de capacidades.....	39
2.2.3.1. Verificação de capacidade produtiva .....	39
2.2.3.2. Planeamento detalhado de capacidades .....	41
2.2.3.3. Planeamento <i>Input/Output</i> .....	43
2.2.3.4. Sequenciamento .....	44
2.3. SOLUÇÕES TECNOLÓGICAS DE SUPORTE.....	47
2.3.1. Soluções <i>proprietárias</i> .....	47
2.3.2. Soluções <i>standard</i> .....	48
2.3.3. Sistemas integradores (ERP).....	48
2.3.3.1. Introdução ao conceito de ERP.....	49
2.3.3.2. Breve evolução histórica .....	50
2.3.3.3. Estrutura organizacional necessária .....	51
2.3.3.4. Funcionalidades básicas e modularidade.....	53
2.3.3.5. Abordagem tradicional para processamento dos pedidos de cotação/encomenda .....	54
2.3.4. Sistemas de execução da produção.....	55
2.3.5. Sistemas avançados de planeamento .....	56
2.3.5.1. Componentes de um sistema avançado de planeamento.....	57
2.3.5.2. Módulo de Desenho da rede .....	57
2.3.5.3. Módulo de Planeamento da cadeia de fornecimento .....	58
2.3.5.4. Módulo de Planeamento detalhado de produção .....	59
2.3.6. Sistemas de gestão de dados técnicos.....	59



<b>CAPITULO 3 – AVALIAÇÃO DE PEDIDOS DE ENCOMENDA .....</b>	<b>60</b>
3.1. INTRODUÇÃO.....	60
3.1. CLASSIFICAÇÃO DE RFQS .....	62
3.2. GESTÃO DOS RFQS NAS PEQUENAS EMPRESAS .....	63
3.3. FUNÇÃO ATP (AVAILABLE TO PROMISE).....	66
3.4. PROCESSOS BASE DA FUNÇÃO ATP .....	69
3.4.1. Cálculo do ATP.....	69
3.4.2.1. Processo do <i>Dynamic-BOM</i> .....	72
3.4.2. Consumo do ATP .....	75
3.5. FUNÇÃO CTP (CAPABLE TO PROMISE).....	78
<b>CAPITULO 4 – SOLUÇÕES TECNOLÓGICAS DE SUPORTE.....</b>	<b>79</b>
4.1. APRESENTAÇÃO DO SISTEMA DE INFORMAÇÃO MANUFACTOR.....	79
4.2. MÓDULOS DO SOFTWARE MANUFACTOR .....	81
4.3. ESQUEMA FUNCIONAL DO SOFTWARE MANUFACTOR.....	82
4.4. MÉTODOS DE CALENDARIZAÇÃO DO SOFTWARE MANUFACTOR.....	83
4.4.1. Filosofia base.....	83
4.4.2. Sentido FIM->INICIO (data de entrega).....	84
4.4.3. Sentido INICIO->FIM (data de início definida).....	86
4.4.4. Sentido INICIO->FIM (data de início definida + prioridade).....	88
4.4.5. Sentido INICIO->FIM (vários cenários possíveis).....	90
4.5. RESTRIÇÕES DE CALENDARIZAÇÃO .....	91
4.5.1. Tempo útil do centro de trabalho.....	91
4.5.2. Disponibilidade de mão-de-obra .....	92
4.5.3. Disponibilidade de matéria-prima .....	94
4.6. ANÁLISE DA METODOLOGIA DOS ERPs NA RESPOSTA A PEDIDOS DE ENCOMENDA .....	95
4.6.1. <i>Software Manufactor</i> .....	96
4.6.2. <i>Microsoft Navision 4</i> .....	101
4.6.3. <i>SAP R/3</i> .....	104
4.6.4. <i>Resumo da análise comparativa dos ERPs</i> .....	106
<b>CAPITULO 5 – ABORDAGEM PROPOSTA .....</b>	<b>108</b>
5.1. DESCRIÇÃO DO PROBLEMA.....	109
5.3. IDENTIFICAÇÃO DE REQUISITOS .....	115
5.3.1. Metodologia utilizada.....	115
5.3.2. <i>Inquéritos On-Line</i> .....	115
5.3.3. <i>Resumo dos resultados obtidos dos inquéritos On-Line</i> .....	116

5.3.4. Principais requisitos do sistema.....	119
5.3.4.1. Requisitos funcionais .....	119
5.3.4.2. Requisitos não-funcionais.....	121
5.3.4.3. Requisitos de informação .....	123
5.3.5. Actores do sistema.....	124
5.4. ESPECIFICAÇÃO DE REQUISITOS .....	125
5.4.1. Diagrama de Pacotes de Casos de Uso .....	126
5.4.2. Diagrama de Casos de Uso.....	128
5.4.2.1. Gestão de encomendas .....	128
5.4.2.2. Gestão de Pedidos “incompletos” de Cotação .....	129
5.4.2.3. Calendarização Ordens de Fabrico.....	130
5.4.2.4. Modelo de capacidades.....	131
5.4.2.5. Análise de Repercussões .....	132
5.4.2.6. Gestão diária de Operações .....	134
5.4.3. Diagrama de Estruturas .....	135
5.4.3.1. Diagrama de Classes (resumido).....	135
5.4.4. Diagramas de Actividades.....	138
5.4.5. Diagramas de Interação .....	140
5.4.5.1. Diagramas de Sequência.....	140
5.5. ARQUITECTURA LÓGICA E FÍSICA DO SISTEMA.....	142
5.5.1. Arquitectura lógica.....	142
5.5.2. Arquitectura física .....	144
<b>CAPITULO 6 – DESENVOLVIMENTO DO SISTEMA.....</b>	<b>146</b>
6.1. ABORDAGEM PROPOSTA.....	146
6.2. CENÁRIOS DE UTILIZAÇÃO .....	147
6.2.1. Gestão de pedidos de cotação .....	149
6.2.2. Análise de recursos .....	150
6.2.3. Gestão de encomendas.....	153
6.2.4. Análise de repercussões .....	153
6.2.5. Gestão diária de operações.....	155
<b>CAPITULO 7 – CONCLUSÕES E DESENVOLVIMENTOS FUTUROS .....</b>	<b>157</b>
7.1. CONCLUSÕES .....	157
7.2. DESENVOLVIMENTOS FUTUROS .....	158

## Anexos

Anexo I - Perguntas efectuadas no inquérito *On-Line*

Anexo II - Apresentação do inquérito *On-Line* enviado às empresas (via e-mail)

Anexo III - Interface apresentada no inquérito *On-Line* (via WWW)

Anexo IV - Alguns resultados obtidos no inquérito *On-Line*

Anexo V - Documentos sobre módulos do software Manufactor

Anexo VI - Análise dos sistemas ERP actuais (Interfaces secundárias) - Manufactor v2007

Anexo VII - Análise dos sistemas ERP actuais (Interfaces secundárias) - Microsoft Navision 4.0

Anexo VIII - Análise dos sistemas ERP actuais (Interfaces secundárias) - SAP R/3

Anexo IX - Descrição dos casos de uso

Anexo X - Diagrama (detalhado) de classes

Anexo XI - Diagramas de actividade

Anexo XII - Diagramas de sequência

## Figuras

Figura 1 - Esquema representativo de um sistema MTS.....	24
Figura 2 - Esquema representativo de um sistema ATO .....	25
Figura 3 - Esquema representativo de um sistema MTO.....	26
Figura 4 - Esquema representativo de um sistema ETO.....	26
Figura 5 - Comparação dos tipos de modelos de negócio .....	27
Figura 6 - Evolução dos modelos de negócio.....	28
Figura 7 - Cadeia de abastecimento simples .....	29
Figura 8 - Cadeia de abastecimento mais complexa .....	30
Figura 9 - Estrutura básica dos sistemas MRP .....	33
Figura 10 - Estrutura básica de um sistema MRP II .....	35
Figura 11 - Níveis de planeamento e controlo dos sistemas MRP II .....	36
Figura 12 - Planeamento de capacidades em sistemas MRP II .....	38
Figura 13 - Exemplo de um CRP.....	42
Figura 14 - Integração das funções da empresa na tecnologia ERP.....	50
Figura 15 - Visão funcional e processual de uma empresa .....	52
Figura 16 - Passos tradicionais de um ERP para tratamento de pedidos de clientes.....	54
Figura 17 - Componentes de um APS.....	57
Figura 18 - Tipos de pedidos de clientes.....	62
Figura 19 - Algoritmo para gestão de RFQs.....	64
Figura 20 - Típica análise de disponibilidade de materiais.....	67
Figura 21 - ATP versus Procura .....	68
Figura 22 - Exemplo de estrutura multi-nível de produto .....	70
Figura 23 - Dynamic BOM 1 .....	71
Figura 24 - Dynamic BOM 2 .....	71
Figura 25 - Esquema típico de um Dynamic BOM .....	72
Figura 26 - Algoritmo de cálculo do ATP.....	74
Figura 27 - Modelo de consumo ATP.....	75
Figura 28 - Algoritmo de determinação de prioridade de consumo ATP .....	76
Figura 29 - Ramos de negócio das vendas de software Manufactor.....	80
Figura 30 - Módulos do software Manufactor .....	81
Figura 31 - Esquema funcional do software Manufactor.....	82
Figura 32 - Opções de calendarização do software Manufactor.....	83
Figura 33 - Algoritmo de calendarização no sentido FIM->INICIO.....	84
Figura 34 - Exemplo de calendarização no sentido FIM->INICIO.....	85

Figura 35 - Algoritmo de calendarização no sentido INICIO->FIM.....	86
Figura 36 - Exemplo de calendarização no sentido INICIO->FIM.....	87
Figura 37 - Algoritmo de calendarização no sentido INICIO->FIM, considerando prioridades das OFs.....	88
Figura 38 - Exemplo de calendarização no sentido INICIO->FIM, considerando prioridades das OFS.....	89
Figura 39 - Algoritmo de calendarização no sentido INICIO->FIM, com simulação de Cenários.....	90
Figura 40 - Algoritmo de cálculo do tempo útil do centro de trabalho.....	91
Figura 41 - Algoritmo de cálculo da restrição de mão-de-obra.....	93
Figura 42 - Algoritmo de cálculo da restrição de matérias-primas.....	94
Figura 43 - Ecrã de encomendas de cliente (software PHC).....	97
Figura 44 - Análise de stock à data (ATP) no software Manufacturer.....	98
Figura 45 - Cálculo de custos de um produto (software Manufacturer).....	99
Figura 46 - Opções de calendarização e MRP no ecrã de Cálculo de Custos.....	100
Figura 48 - Pedido de encomenda de cliente (Microsoft Navision).....	102
Figura 49 - Análise de stock à data.....	102
Figura 50 - Opções de avaliação de disponibilidade da encomenda.....	103
Figura 51 - Resultado de um cálculo ATP ou CTP.....	103
Figura 52 - Menu funcional do sistema SAP R/3.....	104
Figura 53 - Ecrã de encomendas de cliente (SAP R/3).....	105
Figura 54 - Verificação de disponibilidade (ATP) para o produto.....	105
Figura 55 - Verificação de disponibilidade (ATP) para componentes.....	106
Figura 56 - Abordagem proposta para resolução do problema.....	114
Figura 57 - Gráfico de respostas ao inquérito <i>On-line</i> .....	117
Figura 58 - Diagrama de Pacotes e Casos de Uso do sistema proposto.....	126
Figura 59 - Diagrama de caso de uso: Gestão de encomendas.....	129
Figura 60 - Diagrama de caso de uso: Gestão de Pedidos "incompletos" de Cotação.....	130
Figura 61 - Diagrama de caso de uso: Calendarização Ordens de Fabrico.....	131
Figura 62 - Diagrama de caso de uso: Modelo de capacidades.....	132
Figura 63 - Diagrama de caso de uso: Análise de Repercussões.....	133
Figura 64 - Diagrama de caso de uso: Gestão diária de operações.....	134
Figura 65 - Diagrama de classes (resumido).....	136
Figura 66 - Diagrama de actividades do caso de uso Gestão de Encomendas.....	139
Figura 67 - Diagrama de sequência do caso de uso Gestão de Encomendas.....	141
Figura 68 - Diagrama de pacotes da arquitectura lógica.....	143
Figura 69 - Diagrama de distribuição.....	145
Figura 70 - Diagrama de blocos do sistema proposto.....	147
Figura 71 - Interface gráfica do sistema proposto.....	148
Figura 72 - Gestão de pedidos de cotação.....	149

Figura 73 - Análise de recursos: centros de trabalho .....	151
Figura 74 - Análise de recursos: mão-de-obra.....	152
Figura 75 - Análise de recursos: matérias-primas .....	152
Figura 76 - Gestão de encomendas com ATP e CTP .....	153
Figura 77 - Análise de repercussões .....	154
Figura 78 - Calendarização de ordens de fabrico no software Manufactor .....	155
Figura 79 - Gestão diária de operações .....	156

## Tabelas

Tabela 1 - Comparação das funcionalidades (negociação de encomenda) entre sistemas ERPs.....	107
Tabela 2 - Caracterização das classes de objectos .....	138

## Abreviaturas

ATP – *Available to Promise*  
CTP – *Capable to Promise*  
FIFO – *First In First Out*  
LIFO – *Last In First Out*  
MPS – *Master Production Scheduling*  
BOM – *Bill of Materials*  
DBOM – *Dynamic Bill of Materials*  
RFQ – *Request for Quotation*  
ERP – *Enterprise Resource Planning*  
CRM – *Customer Relation Management*  
SCM – *Supply Chain Management*  
UC – *Use case*  
MRP – *Material Requirement Planning*  
MRP II – *Material Resource Planning*  
APS – *Advanced Planning and Scheduling*  
MES – *Manufacturing Execution System*  
MTS – *Make to Stock*  
ATO – *Assemble to Order*  
MTO – *Make to Order*  
ETO – *Engineer to Order*  
RCCP – *Rough Cut Capacity Planning*  
CRP – *Capacity Requirements Planning*  
BPR – *Business Process Reengineering*  
WWW – *World Wide Web*

## Capítulo 1 – Introdução

### 1.1. Contexto do trabalho

As últimas décadas têm-se revelado, para o mercado industrial, como épocas de “ebulição” constante. Se na década de 70 a massificação da produção era a doutrina predominante, o início do século XXI tem comprovado uma completa reviravolta na gestão da procura, denotando uma total orientação ao cliente e numa expectativa de fornecimento de produtos e serviços de qualidade indiscutível.

Face a este aumento de competitividade, os gestores necessitaram de tomar decisões cada vez mais rápidas com vista a uma resposta atempada às exigências da procura. Cada vez mais se optaram por modelos de negócio de produção por encomenda, face aos pedidos de elevada especialização de cada cliente. Actualmente, os riscos inerentes a uma tomada de decisão leviana (sem uma consciente avaliação dos indicadores fundamentais ao seu negócio) são demasiado elevados para qualquer organização, podendo mesmo levar à sua dissolução, em casos mais extremos.

Paralelamente, uma nova vertente empresarial tem vingado, apostando numa especialização das actividades chave (*core business*) e integrando-se em redes de empresas que “trocam” serviços entre si. Ao tornar-se um elo desta cadeia (SCM<sup>1</sup>), a empresa assume um compromisso perante uma rede de empresas que trabalham para o mesmo fim, com vista a fornecerem um serviço ou produto final ao cliente.

---

<sup>1</sup> SCM é o acrónimo da designação anglo-saxónica de *Supply Chain Management*.



O processo de negociação de encomenda é um dos casos de gestão mais complexos, pois envolve a definição de um objectivo tático às empresas, comum a todos os ramos de actividade. Ciente da importância da palavra *compromisso* perante um cliente (quer seja final ou uma empresa pertencente à rede), a empresa deve ponderar e avaliar, antecipadamente, todos cenários possíveis de forma a garantir o seu cumprimento.

Às empresas exige-se, cada vez mais, uma maior flexibilidade em conjugação com elevados níveis de desempenho (qualidade do artigo produzido e cumprimento da data de entrega). Estes são factores fundamentais para o sucesso e garantia de estabilidade no mercado industrial. No entanto, as empresas são constituídas por um enorme conjunto de fluxos de materiais e de informação, de complexa gestão e organização. Uma tomada de decisão completamente sustentada obriga a uma sinergia entre todos estes fluxos, com vista a um fim bem especificado e de alcance combinado.

Infelizmente, e dada a necessidade de respostas rápidas, o gestor nem sempre consegue encontrar ou basear a sua decisão num conjunto de indicadores ideais para um determinado momento, num tempo útil aceitável, e com um mínimo de garantias.

Perante este factor de incerteza na tomada de decisão e na complexidade de fluxos internos das empresas industriais, pareceu oportuno realizar a presente Dissertação de Mestrado dentro desta temática, abrangendo um conjunto diversificado de ramos de negócio. Esta tese inclui também uma avaliação da oferta dos sistemas de informação presentes no mercado nacional e a forma como respondem a esta temática.

## 1.2. Objectivos

As aplicações informáticas empresarias (ERP<sup>2</sup>) tornaram-se ferramentas imprescindíveis no auxílio à tomada de decisão. Estas ferramentas facilitaram a integração e partilha da informação entre os diversos departamentos, auxiliando a uniformização dos processos de negócio.

Como já referido anteriormente, a evolução dos mercados tem “direccionado” as empresas para modelos de negócios de “produção para encomenda” e “desenvolvimento para encomenda”, de forma a satisfazer os requisitos dos clientes. Este tipo de empresas, além de serem obrigadas a desistir de construir qualquer plano de previsões, acabam por sofrer ainda mais uma contrariedade: o facto de, muitas vezes, só receberem a definição completa do produto já numa fase adiantada do processo. Esta situação ainda se torna mais complicada quando a empresa, mesmo nestas condições (sem a completa definição do produto), necessita de avaliar a sua capacidade e fornecer uma resposta válida ao cliente.

Os sistemas ERP estão, actualmente, preparados para fornecer datas de entrega possíveis (segundo diversos critérios de calendarização), mas sempre considerando uma definição completa do produto.

Um dos principais objectivos deste trabalho é avaliar a possibilidade de reunir um conjunto de indicadores que sirvam de suporte a um estudo rápido e sustentado das alternativas de produção (para um determinado momento) que apoiem o gestor na sua tomada da decisão, garantindo um risco mínimo de insucesso.

---

<sup>2</sup> ERP (*Enterprise Resource Planning*): Sistema informático, de amplitude geral, que promove a integração e partilha da informação pelos diversos departamentos de uma empresa

Face a este factor de incerteza e enorme abrangência, tem sido exigido aos sistemas ERP uma metodologia orientada a processos, focalizada na constante avaliação e controlo de execução dos mesmos. A metodologia destes sistemas será brevemente apresentada para uma análise da qualidade de resposta à temática desta tese.

Em resumo, pretende-se, com esta tese de mestrado, saber:

- Quais os critérios de análise que permitem ao gestor de produção fundamentar a sua resposta, sem necessidade de recorrer a um “carregamento” de toda a informação produtiva no acto do pedido de cotação e/ou encomenda;
- Caracterizar os actuais sistemas ERP, com vista ao conhecimento das soluções disponíveis no mercado e avaliação se as suas metodologias respondem eficazmente às necessidades dos gestores no processo de tomada de decisão;
- Criação de um protótipo aplicacional, eventualmente para ser integrado num sistema ERP, que se assuma como um sistema de apoio à decisão na gestão de encomendas de clientes, por parte dos gestores de produção. Este protótipo pretende disponibilizar os principais critérios identificados aos utilizadores, permitindo a sua manipulação e ajuste, de forma a criar um ambiente de simulação de possíveis prazos de entrega. Estas simulações deverão basear-se na capacidade produtiva real da empresa industrial, de forma a garantir um maior grau de confiança dos valores propostos e tornar-se numa importante ferramenta de auxílio à tomada de decisão.

### 1.3. Metodologia de investigação

A metodologia de investigação deste trabalho baseou-se no estudo dos conceitos base, pela consulta de:

- Obras e publicações já existentes sobre os modelos de negócio, SCM, funções ATP<sup>3</sup> e CTP<sup>4</sup>, técnicas de planeamento de capacidades, etc;
- Artigos publicados na *Internet* (todos os artigos incluídos na bibliografia referem-se a autores e/ou instituições referenciadas);
- Inquéritos enviados a cerca de 250 empresas industriais (mercado nacional);
- Análise de sistemas ERP, com vista a avaliar as suas metodologias para a temática da negociação de encomenda com recurso à capacidade produtiva.

A metodologia de investigação a ser usada para esta tese incluirá as seguintes etapas:

- Revisão de bibliografia para o tema;
- Análise e caracterização dos sistemas ERP existentes no mercado;
- Conceptualização dos critérios de análise fundamentais para a tomada de decisão, segundo:
  - Bibliografia;
  - Inquéritos enviados a empresas industriais;

---

<sup>3</sup> ATP é o acrónimo da designação anglo-saxónica de *Available to Promise* e representa a análise de stock à data, com vista a avaliar a disponibilidade de uma quantidade numa determinada data.

<sup>4</sup> CTP é o acrónimo da designação anglo-saxónica de *Capable to Promise* e representa a análise de capacidade de produção, com vista a avaliar a capacidade de produzir um produto numa determinada quantidade para uma determinada data.

#### 1.4. Organização do trabalho

O Capítulo 2 faz uma breve introdução ao tema das metodologias e ferramentas da Gestão de Produção, apresentando alguns dos conceitos mais comuns sobre gestão de produção e os principais modelos de negócios. Neste capítulo, é efectuada também uma abordagem às soluções tecnológicas de suporte à gestão de produção.

O Capítulo 3 aborda a temática da avaliação e classificação dos pedidos de cotação e/ou encomenda, com recurso à capacidade produtiva. São também abordados os conceitos ATP e CTP, que sustentam os algoritmos mais comuns de cálculo de capacidades.

O Capítulo 4 apresenta as soluções tecnológicas de suporte à temática de negociação de encomenda, com recurso à capacidade produtiva. É também apresentado, de forma exaustiva (no que se refere a algoritmos de calendarização) o sistema de informação Manufactor. Após uma análise e comparação com outros sistemas de informação existentes no mercado, este capítulo finaliza com um resumo comparativo entre as diversas plataformas tecnológicas.

O Capítulo 5 faz uma abordagem ao problema, sustentado por uma poderosa ferramenta de modelação visual – o UML<sup>5</sup>. A este capítulo foram também adicionados os inquéritos, para “fortalecer” o processo de identificação de requisitos.

O Capítulo 6 destina-se ao desenvolvimento do sistema. Para isso, recorreu-se à construção de um protótipo aplicacional, passível de ser implementado e integrado no software Manufactor.

---

<sup>5</sup> UML é o acrónimo da designação anglo-saxónica de *Unified Modelling Language* que representa uma linguagem que utiliza uma notação padrão para especificar, construir, visualizar e documentar sistemas de informação orientados a objectos.

O Capítulo 7 ficou reservado para as conclusões finais. Neste capítulo foi feita efectuada uma retrospectiva de todo o trabalho e apresentadas algumas sugestões para desenvolvimentos futuros.

## **Capítulo 2 – Metodologias e ferramentas de gestão de produção**

Após um capítulo inicial de apresentação do contexto e objectivos principais deste trabalho, torna-se necessário reunir e apresentar alguns dos conceitos mais importantes da gestão de produção.

Este capítulo inicia-se com uma breve descrição dos modelos de negócio mais comuns no mercado português e sobre a evolução das metodologias de gestão de produção (evoluindo de uma gestão de materiais para uma gestão de capacidades). Para uma melhor compreensão desta tendência, são também apresentadas algumas técnicas de planeamento de capacidades.

A par da evolução das metodologias de gestão de produção estão, também, as soluções tecnológicas que acompanham e auxiliam este crescimento. Este capítulo aborda uma apresentação da evolução das soluções tecnológicas (nomeadamente, nos tipos de sistemas existentes no mercado) e o seu contributo para a modernização dos processos de negócio.

Este capítulo pretende fornecer uma perspectiva actual da gestão de produção e das soluções tecnológicas que a suportam.

## 2.1. Introdução aos conceitos principais e modelos de negócio

A gestão de produção e operações é o processo de tomada de decisão referente à transformação de *inputs* em *outputs* que envolve, nomeadamente, os seguintes aspectos: concepção do produto, escolha do processo e da tecnologia, organização do trabalho, dimensionamento da capacidade, planeamento, programação e controlo, gestão de stocks, gestão e melhoria da qualidade, avaliação do desempenho.

A gestão de operações que se processa no interior das organizações é, nos dias de hoje, extremamente exigente devido ao facto de os mercados estarem sujeitos a grandes pressões económicas, obrigando a um constante redireccionamento estratégico. Uma boa articulação entre estes aspectos fornecerá, às empresas, a flexibilidade desejada para se adaptarem às oscilações do mercado. A falta de flexibilidade poderá originar graves problemas no seio da empresa, como stocks elevados e incontroláveis, fraca performance nas entregas e, possivelmente, perda de posição competitiva no mercado.

Uma gestão de operações eficiente obriga a uma ligação inter-departamental nem sempre fácil de atingir. Dada a abrangência e importância desta função, qualquer alteração efectuada nos procedimentos internos deve ser devidamente avaliada e implementada atempadamente, visando sempre um único objectivo: *encarar a empresa como um todo*.

### 2.1.1. Modelos de negócio

De forma a compreender a necessidade de uma nova aproximação na gestão de planeamento e controlo da produção, é necessário compreender os diferentes modelos de negócio.

Segundo HIGGINS [2], podem ser classificados quatro tipos de modelos de negócio: produção para stock (MTS - *Make to Stock*), montagem para encomenda (ATO - *Assemble to Order*), produção para encomenda (MTO - *Make to Order*) e desenvolvimento por encomenda (ETO - *Engineer to Order*).

Produção para stock (MTS) caracteriza a gestão produção baseada numa procura relativamente previsível e conhecida. As empresas que trabalham segundo esta filosofia tentam antecipar a procura dos produtos e produzem para stock, para que os produtos possam ser disponibilizados o mais rápido possível e na altura certa. Os produtos são, normalmente, armazenados em armazéns de grande dimensão e de localização central; no entanto, podem ser distribuídos ao longo da cadeia de distribuição, para garantir uma resposta mais rápida. Este tipo de empresas caracteriza-se por produzir um número reduzido de tipos de produtos, mas em contrapartida, fabricam em grandes quantidades, baseando-se totalmente em previsões. A interacção com os clientes finais é bastante reduzida e o tempo de entrega é relativamente rápido. A figura 1 ilustra um típico sistema MTS.

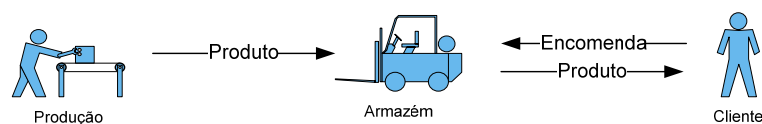


Figura 1 - Esquema representativo de um sistema MTS

Um sistema MTS tem como principal objectivo proporcionar um tempo de entrega rápido, mas origina custos de inventário elevados (face ao armazenamento de grandes quantidades) e sem possibilidade de customização para o cliente.



Montagem por encomenda (ATO) implica a preparação das peças base (semi-fabricados) à maior parte dos produtos e a habilidade de as transformar em bens finais, num espaço de tempo muito reduzido. As empresas características deste modelo optam por um planeamento híbrido, que consiste na modularização de séries de produtos semi-acabados, gerindo a sua produção numa filosofia MTS e a sua linha final de assemblagem numa filosofia MTO. Na verdade, a preparação antecipada de produtos semi-acabados permitirá uma assemblagem final mais rápida e customizada para o cliente final. A figura 2 ilustra, graficamente, um típico sistema ATO.

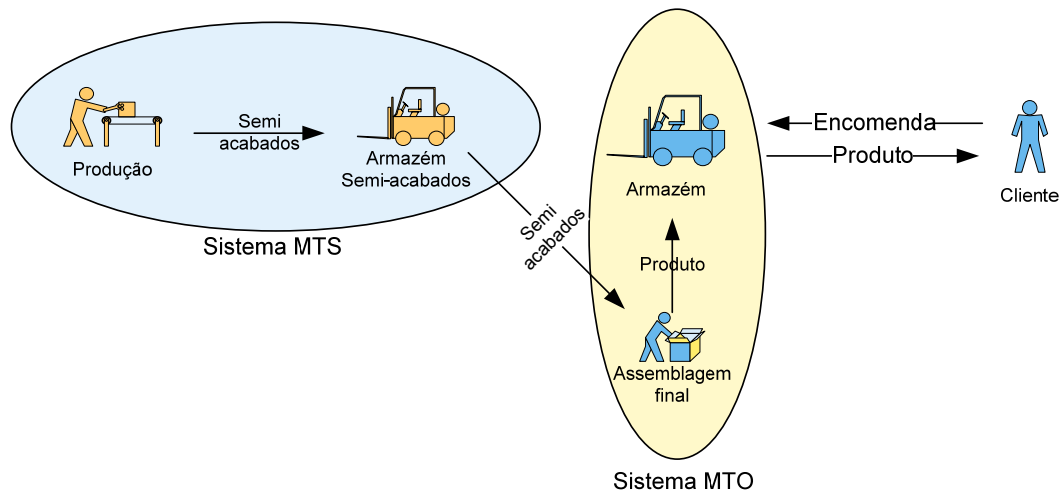


Figura 2 - Esquema representativo de um sistema ATO

A assemblagem final só se inicia aquando a recepção de uma encomenda de cliente, e poderá existir alguma acumulação de produtos semi-acabados. Mesmo assim, o cliente tem uma intervenção limitada no desenho do produto.

A produção por encomenda (MTO) caracteriza-se pela produção particular e única de um produto mas, no entanto, não assume a totalidade da produção na medida que o produto final não se baseia na criação de uma especificação base efectuada pela empresa, mas sim por uma fornecida pelo cliente. O processo inicia com a recepção de uma encomenda de cliente, e a configuração inicial do produto poderá ser alterada até ao início do seu processo de fabrico. A figura 3 ilustra um sistema deste tipo.

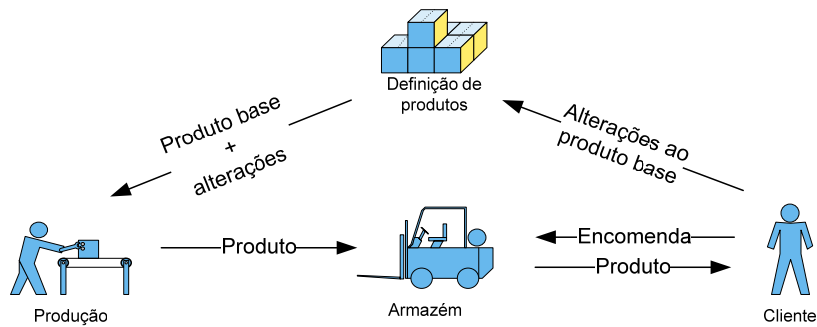


Figura 3 - Esquema representativo de um sistema MTO

O desenvolvimento por encomenda (ETO) é uma extensão do sistema MTO, assumindo a engenharia de desenho do produto a totalidade das especificações apresentadas pelo cliente. A interacção com o cliente é bastante maior, levando ao desenvolvimento de produtos de produção única. A figura 4 ilustra um sistema ETO.

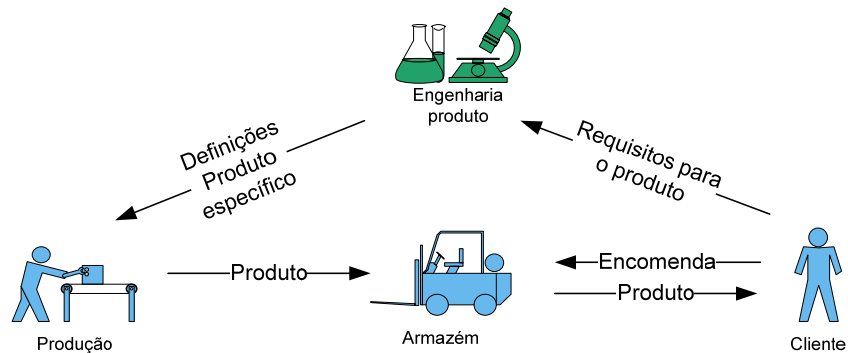


Figura 4 - Esquema representativo de um sistema ETO

À medida que nos movemos de ambientes MTS para ETO o “ponto de personalização à encomenda do cliente” define o ponto pelo qual um material é dedicado a uma encomenda específica de um cliente. Este posicionamento é vital, pois define quais as áreas do processo que se regem por encomendas de cliente ou por previsões.

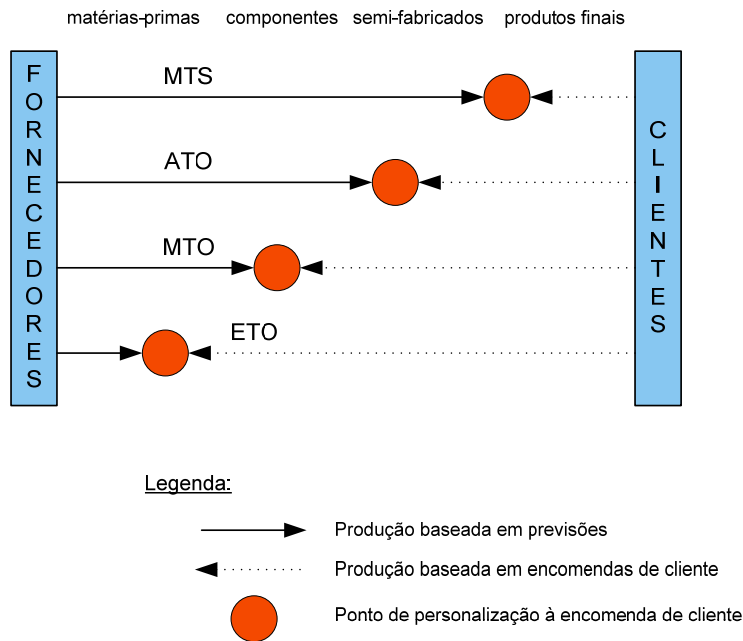


Figura 5 - Comparação dos tipos de modelos de negócio

A estratégia do planeamento mestre de actividades a usar pelas empresas está directamente relacionada com o tipo de modelo de negócio adoptado. Cada segmento da indústria tem os seus próprios requisitos e existe uma forte relação entre o posicionamento de uma empresa e os seus requisitos para obter o melhor planeamento mestre de actividades. Num ambiente MTS, por exemplo, o planeamento mestre das actividades assemelha-se a um item do plano mestre de produção (MPS<sup>6</sup>). No entanto, no caso de elevados tempos de entrega, o planeamento poderá ser diferente e necessitar de algumas adaptações para um determinado período de tempo. Num ambiente ATO, o planeamento mestre de actividades actua normalmente ao nível de produtos semi-acabados, tornando-se num problema de elevada complexidade na tentativa de definição de uma unidade MPS. Este modelo de negócio

<sup>6</sup> MPS é o acrónimo da designação anglo-saxónica de *Master Production Schedule* e representa o plano mestre de produção (conjunto de necessidades de fabrico, definidos pelo planeador ou por previsões de vendas).

caracteriza-se por um enorme conjunto de combinação de produtos finais, sendo estes ainda constituídos por combinações de componentes base e semi-acabados. Face à exigência de redução dos tempos de entrega, a produção deverá iniciar-se em antecipação às encomendas de clientes. O facto de existirem várias possibilidades na produção de produtos finais leva a previsões com índices medíocres de exactidão, devido ao factor de incerteza dos requisitos finais do cliente.

As empresas MTO geralmente não possuem stocks de produtos finais, pois produz-se à medida das necessidades do cliente. Este tipo de empresas caracteriza-se por um elevado número de combinações de produtos possíveis para obtenção de um produto final (para resposta às necessidades do cliente), tornando difícil qualquer tipo de estratégia de antecipação. Neste modelo, a unidade MPS é definida pelo produto final ou conjunto de itens da encomenda de cliente. A produção inicia-se (normalmente) antes da definição completa do produto final e da sua lista de materiais. Neste caso, a gestão é baseada numa previsão e o planeamento mestre de actividades baseia-se ao nível dos componentes.

As empresas ETO possuem características muito idênticas às do sistema MTO, apresentando apenas diferenças ao nível de planeamento por previsões. As empresas que optam por este modelo de negócio dedicam-se exclusivamente à concepção e fabricação do produto, não sendo possível determinar antecipadamente as suas necessidades de produção.

A evolução dos mercados tem registado uma tendência para a satisfação total das necessidades dos clientes, evidenciando a elevada customização e adaptação aos requisitos impostos, “direccionando” a evolução dos modelos MTS para os modelos MTO e ETO, como pode ser representado graficamente na figura 6.

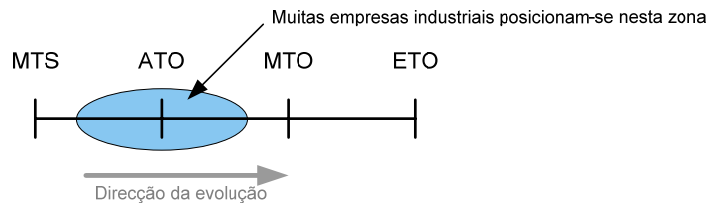


Figura 6 - Evolução dos modelos de negócio

### 2.1.2. Gestão da cadeia de abastecimento

Devido à globalização dos mercados e a elevada competição, muitas empresas optam por trabalhar num ambiente de colaboração com outras empresas, criando as chamadas “redes de produção” e gerando a necessidade de uma gestão da cadeia de abastecimento.

Segundo GANESHAN [1], uma definição simples da gestão da cadeia de abastecimento (vulgarmente conhecida por SCM – *Supply Chain Management*) é revelar-se como uma união de esforços com vista a criação conjunta de um serviço ou produto final, quando associado à movimentação de produtos e serviços. Envolve as actividades de gestão de materiais, transformação dos mesmos em produtos intermédios ou finais, e distribuição ao cliente final.

Uma cadeia de abastecimento é uma cadeia de processos que se abastecem uns aos outros. No seu processo mais simples a cadeia é uma sequência única de processos, como representado graficamente na figura 7.

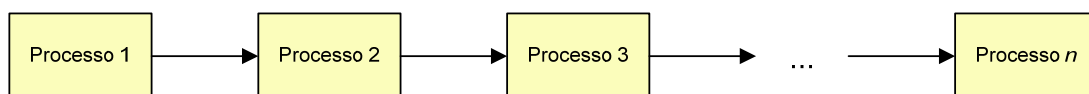


Figura 7 - Cadeia de abastecimento simples

Nas situações reais (bem mais complexas), os processos envolvidos podem formar uma rede completa de abastecimento, em que cada um pode fornecer outros e criar padrões flexíveis. Uma outra situação é a “abertura ao exterior”, ou seja, os processos podem ser executados em entidades externas à organização, levando à criação de redes complexas de abastecimento. A figura 8 apresenta, graficamente, um exemplo de uma rede mais complexa de SCM.

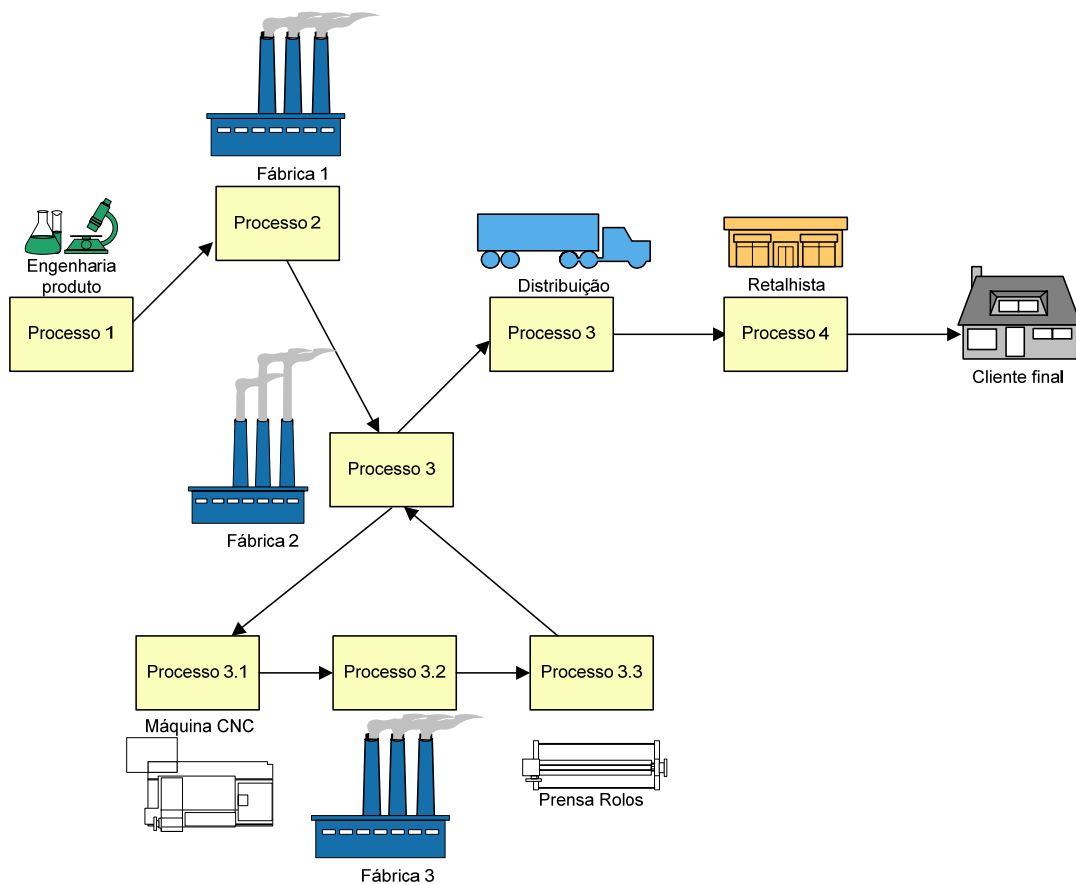


Figura 8 - Cadeia de abastecimento mais complexa

Uma cadeia de abastecimento é constituída, essencialmente, por três componentes: fornecimento (ou abastecimento), produção e distribuição.

Uma cadeia de **fornecimento** concentra-se em **COMO**, **ONDE** e **DE DONDE** poderá obter os materiais necessários para abastecer a produção. A **produção** transforma os materiais em produtos finais. A **distribuição** assegura que os produtos finais são entregues aos clientes, através de uma rede de distribuição, armazenagem e retalho.

Segundo KAUFFMAN [8], os objectivos de uma cadeia de abastecimento resumem-se a:

- Gerir o processo da rede de abastecimento como uma entidade única;
- Redução dos custos totais da rede de abastecimento;
- Redução do ciclo temporal na gestão de produto;
- Aumento da satisfação do cliente;
- Planeamento colaborativo, partilha de informação e riscos;
- Relações empresariais a longo-prazo.

O facto de uma empresa pertencer a uma rede de abastecimento bastará, por si só, para obter alguma vantagem competitiva pela sinergia entre empresas e por estar inserida num enorme “mecanismo” negocial de troca de serviços e produtos, com vista a um determinado fim. Qualquer uma das empresas que pertençam ao SCM necessita de possuir um forte *know-how* numa determinada área de negócio, pois essa postura determina a sua integração e posição na cadeia de abastecimento (o seu grau de especialização permitir-lhe-á obter menores custos de produção e tornar-se num elo mais requisitado da cadeia de abastecimento). Uma das maiores dificuldades de pertencer a uma SCM é a necessidade de constante actualização tecnológica, face às exigentes necessidades de integração de informação entre empresas, obrigando a investimentos periódicos em tecnologias de informação (e conseqüente impacto na estrutura interna da organização).

Embora o conceito de gestão da cadeia de abastecimento seja recente, a sua filosofia de base representa uma evolução a vários níveis, designadamente dos sistemas de informação, modos de transporte, redes informáticas, etc. Estes factores permitiram, às empresas, a abertura ao exterior, fortalecendo as parcerias comerciais com vista à redução dos custos de produção, tempos de resposta, esforço por uma maior qualidade e melhor serviço ao cliente final.

## 2.2. Metodologias de gestão de produção

### 2.2.1. Planeamento de necessidades de materiais

Segundo HIGGINS [2], os sistemas de planeamento de necessidades de materiais (vulgarmente designados por MRP<sup>7</sup>) estão relacionados com as operações de planeamento, produção e aquisição de matérias-primas, para resposta a um determinado plano produtivo. A lógica de um sistema MRP é inteiramente baseada no conceito da procura dependente.

Num ambiente produtivo, os estágios de conversão de materiais determinam a relação entre as matérias-primas, partes de componentes, semi-acabados e produtos finais. Devido a estas relações, a procura para um determinado item é dependente do que é planeado para ser produzido no próximo estágio de conversão. O MRP expressa a relação entre itens “pai” e “filho” através da lista de materiais (vulgarmente designado por BOM<sup>8</sup>).

A lógica de um sistema MRP pode ser resumida como uma iteração de três passos consecutivos:

- Cálculo das necessidades líquidas;
- Cálculo das ordens de fabrico firmes;
- Explosão da lista de materiais (BOM), para calcular as necessidades brutas dos itens dependentes.

---

<sup>7</sup> MRP é o acrónimo da designação anglo-saxónica de *Material Requirement Planning* e representa o sistema de planeamento de necessidades de materiais.

<sup>8</sup> BOM é o acrónimo da designação anglo-saxónica de *Bill of Materials* e representa a lista de materiais para fabrico de um produto final.



No entanto, o processo de MRP necessita de um *input*, normalmente denominado como plano de produção (MPS). A estrutura base de um processo de explosão de um MRP é apresentada na figura 9.

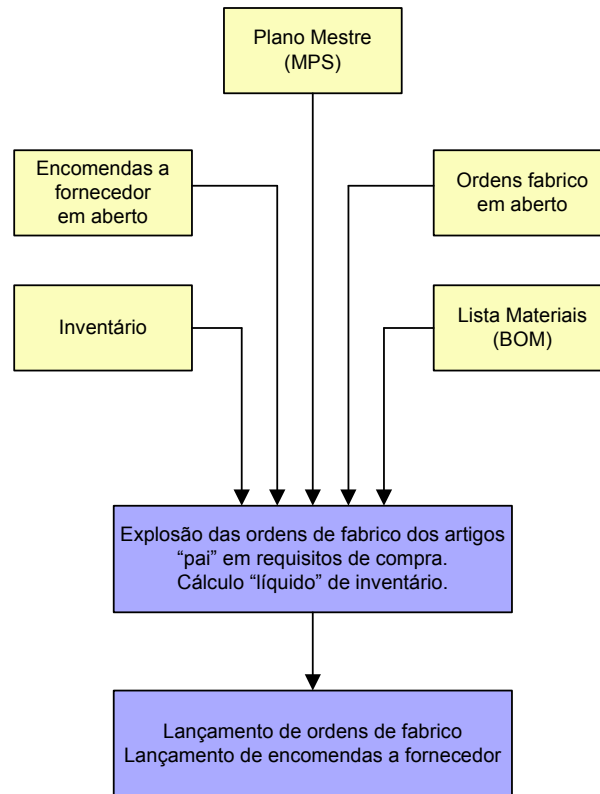


Figura 9 - Estrutura básica dos sistemas MRP  
(adaptado de HIGGINS [2])

Os objectivos principais do MRP são a determinação de quais os materiais e em que quantidades são necessárias para serem encomendados (quer sejam de compra ou fabrico).

Os sistemas MRP podem, assim, ser vistos como algo mais do que um simples controlo de níveis de inventário para passarem a ser considerados como controladores de fluxo de materiais. Como apresentado na figura 9, o cálculo do MRP engloba o plano mestre, informação da lista de materiais, registos actuais de inventário e informação sobre os tempos de entrega de materiais.

Existem ainda duas abordagens na utilização dos sistemas MRP: *regenerativas* e *net-change*.

Os sistemas MRP *regenerativos* aplicam-se aos casos em que o processo de explosão do MRP é executado repetidamente, de forma regular. Ou seja, o sistema parte do plano mestre e volta a “explodir” todas as necessidades de produtos em necessidades de materiais. Este procedimento envolve um re-cálculo das necessidades líquidas e a uma nova geração de necessidades de compra e fabrico é disponibilizada pelo sistema.

Os sistemas MRP *net-change* aplicam-se à explosão de apenas as alterações efectuadas aos *inputs* quando comparadas com a explosão anterior. Desta forma, o sistema apenas recalcula os itens marcados como alterados, reduzindo drasticamente o processo de cálculo do MRP.

#### **2.2.2. Planeamento de necessidades de recursos**

Os sistemas de planeamento de necessidades de recursos (vulgarmente designados por MRP II<sup>9</sup>) são uma extensão das funcionalidades básicas de um sistema MRP com vista a suportar outras funções de gestão de produção (além do planeamento de disponibilidade de materiais, controlo de inventário e controlo de BOM). A figura 10 ilustra graficamente a estrutura básica de um sistema de planeamento de recursos.

Um sistema MRP II pode ser considerado como um método eficaz de planeamento de todos os recursos de uma empresa industrial. Este método engloba uma variedade de funções, totalmente integradas, que envolve desde o planeamento de negócio e de produção até à gestão de materiais, capacidades e prioridades produtivas.

---

<sup>9</sup> MRP II é o acrónimo da designação anglo-saxónica de *Manufacturing Resource Planning* e representa os sistemas de planeamento de necessidades de recursos.

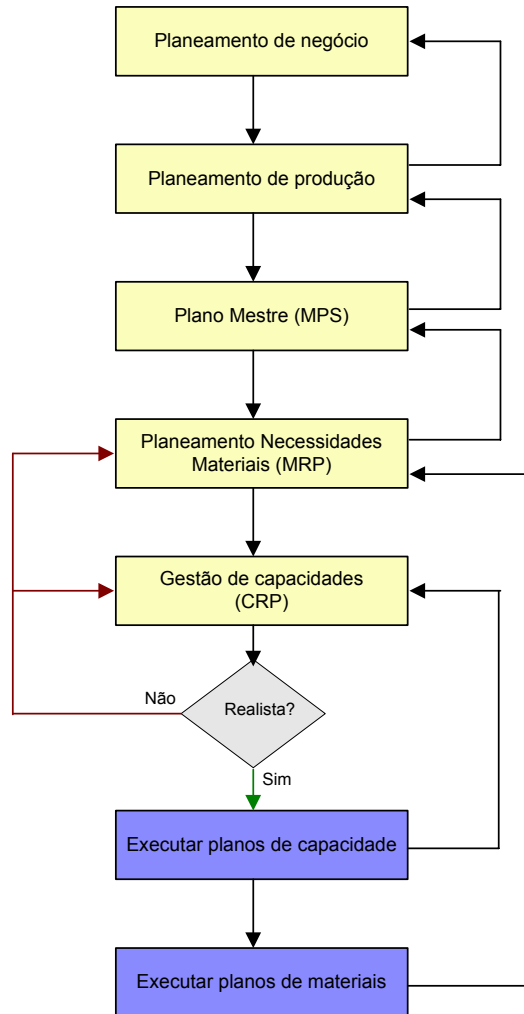


Figura 10 - Estrutura básica de um sistema MRP II  
(adaptado de HIGGINS [2])

As características básicas de um sistema MRP II podem ser resumidas nos seguintes tópicos:

- Fusão entre os sistemas operacionais e financeiros;
- Engloba as potencialidades de resposta às simulações do tipo “e se?”;
- Envolve todas as fases de negócio, desde o planeamento até à sua execução.

Essencialmente, um sistema MRP II pode ser descrito como um *closed-loop* MRP com conexões ao planeamento de negócio e financeiro e simulações do tipo “e se?”. Actualmente, os termos MRP I e MRP II estão agregados simultaneamente no termo MRP.

A arquitectura de planeamento de produção dos sistemas MRP II pode ser apresentada sob três níveis de planeamento e controlo. Esta arquitectura é apresentada, graficamente, na figura 11.

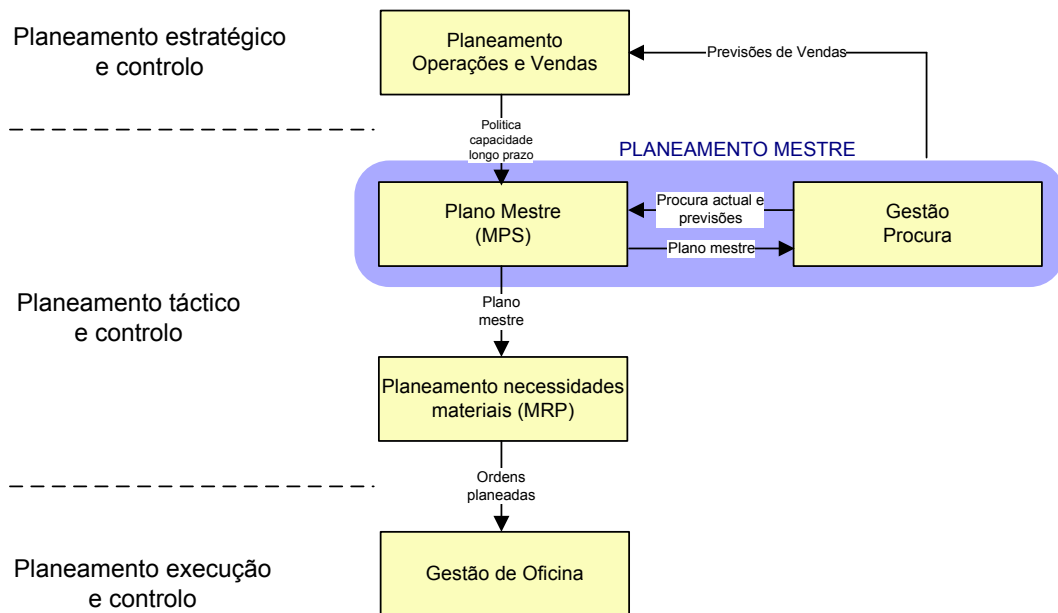


Figura 11 - Níveis de planeamento e controlo dos sistemas MRP II  
(adaptado de HIGGINS [2])

Cada um destes três níveis de planeamento corresponde a um plano temporal e nível de detalhes distintos.

O nível de planeamento *estratégico* consiste nas actividades de planeamento de operações e vendas (muitas vezes, denominadas como planeamento de produção). Estas actividades representam uma parte do planeamento de negócio e aplicam-se a um horizonte a longo prazo. O seu principal objectivo é garantir que a capacidade produtiva é devidamente ajustada para antecipar os níveis de vendas (planos de vendas e/ou previsões).

O nível de planeamento *tático* consiste na geração de planos detalhados de produção, de acordo com as linhas traçadas pelo planeamento estratégico. Em alguns casos, pode servir as necessidades de um plano de produção de longo prazo e a desagregação do plano geral de produção num só plano, para ser transformado num MPS. De seguida, este MPS é desagregado em produtos, sub-produtos e componentes, e na criação de um plano (de requisitos e faseado no tempo) realista em termos de capacidade e disponibilidade de material.

O nível de planeamento *execução* consiste na recolha dos *outputs* do planeamento tático (ou seja, as ordens de fabrico do sistema MRP) e gerir o sistema de produção em tempo real para atingir esses objectivos. Este nível adiciona, à lógica do MRP, a gestão diária dos processos produtivos. O objectivo principal é a redução dos tempos de entrega e o inventário WIP<sup>10</sup> (que está a ser usado, no momento), inicialmente recorrendo a um controlo apurado das ordens de fabrico existentes na gestão de oficina.

Ao planeamento de produção torna-se necessário incluir o planeamento de capacidades. A figura 12 apresenta, de uma forma gráfica, o planeamento de capacidades existente nos sistemas MRP II. Facilmente se denota que as funções de capacidade diferem, de acordo com cada nível de planeamento de produção.

A função de planeamento de Capacidades necessária para o planeamento de Operações e Vendas refere-se ao planeamento de necessidades de recursos. Este nível deve antecipar qualquer necessidade de investimentos (máquinas, mão-de-obra, edifícios, etc) para responder eficazmente ao planeamento de Operações e Vendas a longo prazo.

---

<sup>10</sup> WIP é o acrónimo da designação anglo-saxónica de *Work In Process* e representa a produção está a ser efectuada, num determinado momento.

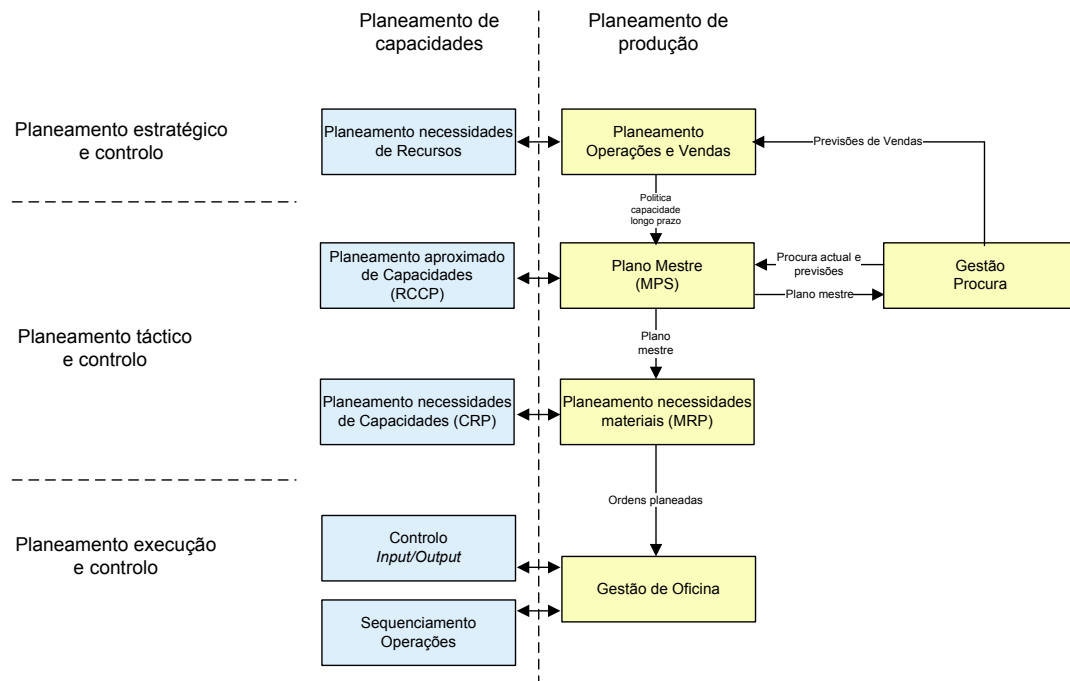


Figura 12 - Planeamento de capacidades em sistemas MRP II  
(adaptado de HIGGINS [2])

A função de planeamento de capacidades para satisfazer o MPS é, tipicamente, denominada de *rough-cut capacity planning* (RCCP<sup>11</sup>). O objectivo desta função é satisfazer o MPS no que respeita à disponibilidade de capacidade a longo prazo, tornando-se no primeiro teste a que o MPS tem de se sujeitar antes do MRP iniciar o seu cálculo. Esta função caracteriza-se por não conter muito detalhe de produção, mas deve ser o mais fiável possível.

A função de planeamento de necessidades de capacidades para satisfazer o MRP engloba os cálculos de carga por centro de trabalho, baseados em ordens planeadas e em curso. O planeamento de necessidades de capacidades não leva em conta a capacidade finita dos centros de trabalho (ou seja, é um processo de cálculo de capacidades infinita).

<sup>11</sup> RCCP é o acrónimo da designação anglo-saxónica de *Rough-Cut Capacity Planning* e refere-se ao planeamento de capacidade a longo-prazo.

A função de controlo de *input/outputs* efectua o controlo das entradas e saídas no centro de trabalho, para que a disponibilidade de capacidade seja actualizada. Esta função é também responsável pelo controlo do tamanho das filas de espera e o seu abastecimento à gestão de oficina.

A função de sequenciamento de operações define-se como uma técnica de calendarização de operações pelos centros de trabalho (para um determinado curto período de tempo), e levando em conta as capacidades finitas dos mesmos, de acordo com um algoritmo de alocação predefinido.

### **2.2.3. Técnicas de planeamento de capacidades**

#### **2.2.3.1. Verificação de capacidade produtiva**

Segundo WORTMAN [11], o planeamento de produção a longo prazo engloba vários passos, sendo um deles a verificação da disponibilidade de capacidade produtiva. Esta verificação pode ser executada recorrendo a calendários detalhados, que apresentam os tempos de início e fim das operações das ordens de fabrico previstas para um determinado período (futuro) de tempo. Contudo, o factor de incerteza que o futuro reserva (novas encomendas de cliente, novas ordens de fabrico, alterações e rupturas de stocks, etc), leva a que as empresas não se possam basear unicamente nesta informação.

Desta forma, a verificação de capacidade a longo prazo é efectuada a um nível elevado e é, normalmente, reconhecida pelo termo “*rough cut capacity check*”. Existem várias técnicas (apresentadas a seguir, de uma forma resumida) para o processamento da verificação de capacidade, diferindo entre eles apenas no nível de detalhe usado nos seus cálculos.

#### 2.2.3.1.1. Em volumes de produção

Em empresas de produção contínua, torna-se bem mais fácil encontrar os recursos críticos (denominados como *bottleneck*). Normalmente, neste tipo de empresas, a capacidade da linha de produção é expressa pelo número de unidades produzidas pelo recurso crítico; tornando-se no elemento fulcral da capacidade (nunca podendo ser superior à capacidade do recurso crítico).

#### 2.2.3.1.2. Utilizando factores gerais

Este método baseia a sua verificação de capacidade em factores de planeamento que derivam de informação *standard* ou histórica acerca dos produtos finais. É um processo simples e que pode ser efectuado manualmente.

Este método é, basicamente, constituído por dois passos:

- Cálculo do tempo necessário para cada operação (para uma determinada quantidade do produto acabado) a efectuar num determinado centro de trabalho;
- Verificação (individual) de disponibilidade do centro de trabalho em causa.

#### 2.2.3.1.3. Utilizando rotas de capacidade

Neste método, a verificação de capacidade baseia-se na informação de rotas de produção (lista sequencial de operações de um produto; também vulgarmente designadas por *gamas operatórias*) e lista de materiais (BOM). O conceito base desta técnica é a junção das rotas de produção das sub-assemblagens numa única rota de verificação de capacidade para cada item presente no MPS.

A utilização deste método poderá proporcionar melhores resultados em empresas com um nível elevado de diversidade dos seus produtos e com rotas de produção muito distintas.



#### 2.2.3.1.4. Utilizando perfis de recursos

Este método é muito semelhante ao apresentado no tópico anterior. A principal diferença entre os dois é a inclusão do factor tempo na utilização dos perfis de recursos.

O método de “verificação de capacidade utilizando rotas de capacidade” assenta a capacidade total necessária no período de tempo indicado no MPS (pela quantidade a produzir). Este processo torna-se menos fiável quando existem *lead times* que “atravessam” vários períodos.

O método de “verificação de capacidade utilizando perfis de recursos” propõe uma nova abordagem ao incorporar no seu cálculo a informação sobre os *lead times*, para os quais os períodos foram posicionados.

#### 2.2.3.2. Planeamento detalhado de capacidades

Existem dois tipos de planeamento detalhado de capacidades: infinita e finita.

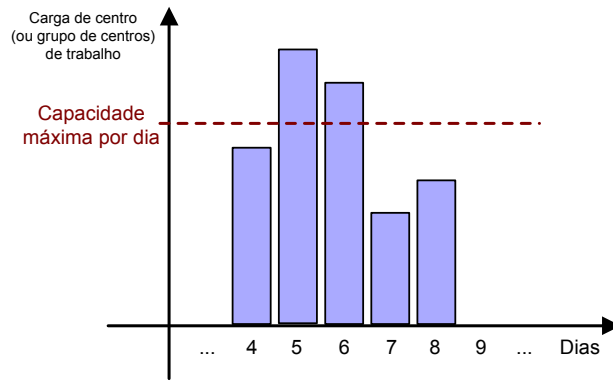
Estas duas abordagens diferem pelo facto do carregamento por capacidade finita influenciar o processo de planeamento, enquanto que o carregamento por capacidades infinitas apenas tem como finalidade apresentar ao utilizador as cargas dos centros de trabalho (sob o formato de filas de espera).

##### 2.2.3.2.1. Capacidade infinita

O planeamento detalhado de capacidades infinitas é frequentemente usado nos sistemas MRP sob o nome de CRP (*Capacity Requirements Planning*). Este tipo de planeamento baseia o seu cálculo de capacidades recorrendo ao seguinte processo:

- As operações das ordens de fabrico são calendarizadas no sentido inverso, para cumprir uma determinada data de entrega (ou seja, no sentido Fim->Inicio);

- A verificação das capacidades disponíveis e requisitadas é efectuada pela sua comparação num gráfico de capacidades infinitas, semelhante ao apresentado na figura 13.



A capacidade de um grupo de centros de trabalho pode ser calculada somando a capacidade disponível para cada centro de trabalho pertence ao grupo.

LEGENDA:

■ - Capacidade exigida

Figura 13 - Exemplo de um CRP

O planeamento de capacidades infinitas não considera a data actual como uma restrição, sendo possível o planeamento de ordens de fabrico para períodos passados (anteriores à data actual).

Resumindo, este método de planeamento baseia-se na ideia de que os problemas de capacidade devem ser resolvidos pelo planeador e não pelo sistema informático. O método apenas detecta os problemas de capacidade (não sugerindo qualquer proposta de resolução), deixando as acções correctivas para o planeador.

Este método pode trazer inúmeras desvantagens em sistemas de produção complexos, devido à enorme quantidade de informação a tratar e à perda de informação crítica (devido à agregação da informação detalhada da produção).

Todos estes factores levam a classificar este método como um pouco irrealista para satisfazer os requisitos das empresas industriais dos dias de hoje. No entanto, existe uma boa razão para a utilização deste método: a informação detalhada é sempre considerada como de difícil

processamento e caracteriza-se por estar em constante alteração. Este método “amortece” as constantes alterações da informação detalhada, evitando a geração de planos “nervosos”, sensíveis a qualquer oscilação da posição das operações na fila de espera.

#### 2.2.3.2.2. Capacidade finita (por nivelamento)

Este método é semelhante ao apresentado no tópico anterior, acrescentando apenas a validação do excesso de capacidade. Caso seja detectado algum período com excesso de capacidade, uma parte (desse período) é transferido para o período anterior; sendo processado continuamente até o problema de capacidade ser resolvido ou não existirem mais nenhuns períodos (anteriores) para processar.

O carregamento da capacidade é efectuado sem referência à encomenda que pode (ou não) ser transferida, provocando a ruptura na “ligação” entre as ordens de fabrico individuais e tornando-se numa das maiores desvantagens deste método.

#### 2.2.3.3. Planeamento *Input/Output*

##### 2.2.3.3.1. Técnica de planeamento de *Input/Output*

No método de “capacidade finita por nivelamento” (descrito anteriormente, no tópico 2.2.3.2.2.) assume-se que os tempos das filas de espera são suficientes grandes para permitir o seu nivelamento. No entanto, não permite a possibilidade de se considerarem ordens de fabrico individuais.

Para lidar com esta problemática, a técnica de planeamento de *input/output* considera o tempo de chegada da operação ao centro de trabalho (considerando, assim, os tempos já planeados nas filas de espera). Contudo, esta técnica continua a não permitir o nivelamento de ordens de fabrico individuais.

#### 2.2.5.3.2. Com ordens de fabrico individuais (“planeamento cruzado”)

Este método é semelhante ao método de planeamento de *input/output*, diferindo apenas no facto de não processar as capacidades infinitas antes do nivelamento e em processar cada uma das ordens de fabrico individuais.

Num conceito mais prático, se for detectada uma falha de capacidade num determinado período de tempo, a operação é movimentada para um período anterior (que esteja disponível), mantendo a ligação às restantes operações da ordem de fabrico.

#### 2.2.3.4. Sequenciamento

Este método garante o sequenciamento das ordens de fabrico (cada uma delas constituída por um conjunto de operações relacionadas).

O conceito base é que, para cada recurso, deve ser calculada a sequência em que as operações devem ser executadas, por forma a garantir:

- Recurso a capacidades finitas;
- Relações de precedência;
- Datas de início e fim das ordens de fabrico.

Este método de sequenciamento deverá reger-se por vários critérios de optimização, tais como por exemplo, a minimização dos custos de *Setup* (tempos de preparação), custos de stockagem, etc.

Existem quatro métodos possíveis para auxílio à resolução do problema de sequenciamento. Estes métodos são descritos na próxima secção, de uma forma muito resumida.

#### 2.2.3.4.1. Carregamento por prioridades

Este método simula as actividades da Gestão de Oficina e as decisões do planeador. O seu processamento é proposto da seguinte forma: as operações são sequenciadas quando um recurso se encontra livre. Nos casos de existir mais do que uma operação que possa ser sequenciada no mesmo recurso, torna-se necessário utilizar uma regra de prioridade (por exemplo: tempo mais curto de processamento, data de entrega da ordem de fabrico, menor perda por operação, etc).

Este método, ao utilizar regras de prioridade, apresenta níveis satisfatórios de optimização local, mas revela-se insensível à optimização global do plano. Um outro aspecto negativo é a necessidade de utilizar um calendário vazio como *input*, ignorando completamente qualquer decisão tomada no passado.

#### 2.2.3.4.2. Geração de sequenciamento

Este método baseia o seu processamento numa técnica semelhante à de *input/output* com ordens de fabrico individuais, mas com a condicionante de as ordens de fabrico serem ordenadas segundo uma regra de prioridade, sendo processadas previamente as ordens de fabrico com prioridade superior. As operações são, normalmente, sequenciadas no sentido inverso (para cumprir a data de entrega) ou no sentido normal (desde a data de lançamento da ordem de fabrico). Durante o processo de sequenciamento podem ser aplicadas várias restrições, como por exemplo, a capacidade finita. Sempre que for encontrado um problema de capacidade, novas rotas ou recursos poderão ser sugeridos. Com esta aproximação iterativa, poderão ser gerados e avaliados vários planos de sequenciamento.

Com este método, ao efectuar o processo de sequenciamento, é considerado o sequenciamento global da ordem de fabrico nas datas de lançamento e de entrega; promovendo uma tomada de decisão a um nível mais elevado. Este método também permite a utilização de um calendário de sequenciamento já existente.

#### 2.2.3.4.3. Técnicas de optimização

Existem alguns algoritmos de optimização conhecidos que apenas serão enunciados, tais como o método *Simplex* para resolução do problema de sequenciamento e algoritmos *Branch and Bound* para a criação de árvores de decisão de sequenciamentos possíveis.

#### 2.2.3.4.4. Técnicas “Bottleneck”

Podem ser enumeradas duas técnicas: tecnologia para optimização de produção e procedimento de troca de estrangulamentos.

A primeira técnica foi desenvolvida durante a década de 70, e faz uma distinção entre recursos sujeitos e não sujeitos a estrangulamento (*bottleneck*). Todas as operações calendarizadas que geram operações sujeitas a estrangulamento são consideradas como críticas, e são processadas em último lugar, enquanto as operações do recurso “entranquilado” são calendarizadas de uma forma optimizada. As operações não-críticas são calendarizadas no sentido Fim->Inicio, para satisfação da data de entrega.

Esta técnica tem, como desvantagem, a criação de um novo plano sempre que é usada. Esta situação origina a criação de planos muito distintos, levando a sistemas de planeamento “nervosos”.

A segunda técnica inicia o seu processamento com um calendário definido. Os recursos com estrangulamentos são identificados e sequenciados de forma optimizada. O processo engloba uma troca de recursos, de uma forma interactiva, com vista à resolução do problema. Este procedimento é repetido até encontrar uma situação de recursos sem estrangulamentos.

Esta técnica tem, como desvantagem, a falta de flexibilidade e o facto de não levar em conta com recursos alternativos.

### 2.3. Soluções tecnológicas de suporte

A gestão de produção trabalha, desde sempre, com grandes volumes de dados e com uma necessidade de recorrer a cálculos matemáticos. Não admira, portanto, que os sistemas informáticos tenham encontrado razões suficientes para apostarem no mercado industrial.

Nos últimos anos, os sistemas de informação destinados à gestão de produção têm evoluído bastante. Inicialmente, os primeiros sistemas centraram-se na programação e controlo da produção, tendo vindo (recentemente) a apostar numa total integração com as restantes áreas da empresa.

Este capítulo apresenta alguns tipos de sistemas de informação para a gestão de produção.

#### 2.3.1. Soluções proprietárias

As primeiras soluções informáticas desenvolvidas para a indústria possuíam um carisma demasiado específico, sendo denominadas de *proprietárias*. Este conceito derivava do facto de a solução informática ser “pensada” e desenvolvida exclusivamente para a empresa em causa (como num modelo de negócio ETO).

Este tipo de soluções tinham (nos anos 60) a vantagem de responder aos requisitos levantados e aprovados pelo cliente, reduzindo os custos de implementação. No entanto, estas soluções tornavam-se demasiado dispendiosas e de grande dificuldade de manutenção (pois obrigava a empresa a investir novamente no desenvolvimento ou alteração do sistema).

Um outro problema associado a esta temática era a própria metodologia de concepção do sistema. Ao desenvolver um sistema para satisfazer os requisitos específicos de uma empresa, nunca se chegava a questionar se o procedimento desejado estava a ser efectuado da melhor forma. Ao informatizar um processo que fosse executado de uma forma ineficiente, o resultado seria ainda mais catastrófico.

### 2.3.2. Soluções *standard*

As soluções *standard* passaram a ser uma solução viável em relação às soluções proprietárias. Este conceito consistia na criação de um sistema de informação (resultante do acumular de experiência do fornecedor de desenvolvimento de sistemas) munido dos conceitos básicos de negócio, necessários à maior parte das empresas. Estes sistemas caracterizavam-se por disponibilizarem um elevado nível de parametrização, para permitirem a adaptação aos processos mais críticos de cada empresa.

Estas soluções permitiram prazos de implementação mais curtos e uma maior facilidade na manutenção do sistema. Visto apresentar, de raiz, uma proposta possível de processos de negócio, acabava por provocar uma sinergia interna na empresa, “obrigando-a” a analisar os seus processos de uma forma mais crítica e a aplicar alguns conceitos de re-engenharia.

Estas soluções eram, muitas vezes, implementadas de forma isolada (*stand-alone*) não oferecendo à empresa uma visão global, por não estar integrado com os outros departamentos. Esta situação seria resolvida com o aparecimento dos sistemas de informação ERP (apresentados no próximo tópico).

### 2.3.3. Sistemas integradores (ERP)

A orientação dos negócios das empresas obrigou-as a melhorar as suas práticas e processos de negócio, partilhando-as com os seus fornecedores, distribuidores e clientes, aumentando assim a sua capacidade de gerar e comunicar atempadamente a informação necessária. Para tentar cumprir esses objectivos, as empresas adquiriram os sistemas ERP (*Enterprise Resource Planning*).

A instalação de um sistema ERP poderia oferecer uma vantagem competitiva significativa à empresa (face à integração da informação), mas também poderia provocar “choques



culturais” internos que poderiam resultar em aumentos de custos significativos ou de prazos de implementação, podendo levar à frustração dos utilizadores finais.

Um sistema ERP era desenhado para servir diferentes mercados verticais (ramos de negócio). Isto levava ao uso extensivo de múltiplos níveis de parâmetros que, quando activados correctamente, permitiam a adaptação do sistema ERP às necessidades específicas de uma organização.

#### **2.3.3.1. Introdução ao conceito de ERP**

Segundo MACRIS [9], um sistema ERP é um conjunto de aplicações integradas que podem ser usadas para a gestão de todos os processos de negócio (desde o relacionamento com clientes e fornecedores, actividades de produção, distribuição e suporte), com vista à obtenção de uma vantagem competitiva.

O factor chave de sucesso de uma empresa é a integração dos seus processos de negócio. Torna-se necessário compreender a organização dos processos de negócio e das políticas da empresa, como estas se relacionam entre si, como podem ser eficientemente executados e a dependência a objectos internos ou externos à empresa. Os sistemas ERP fornecem a ligação necessária dos processos de negócio e a disponibilização de informação relevante, num determinado momento e para uma determinada entidade da organização.

A figura 14 apresenta um esquema exemplificativo da “perspectiva integradora” de um sistema ERP.

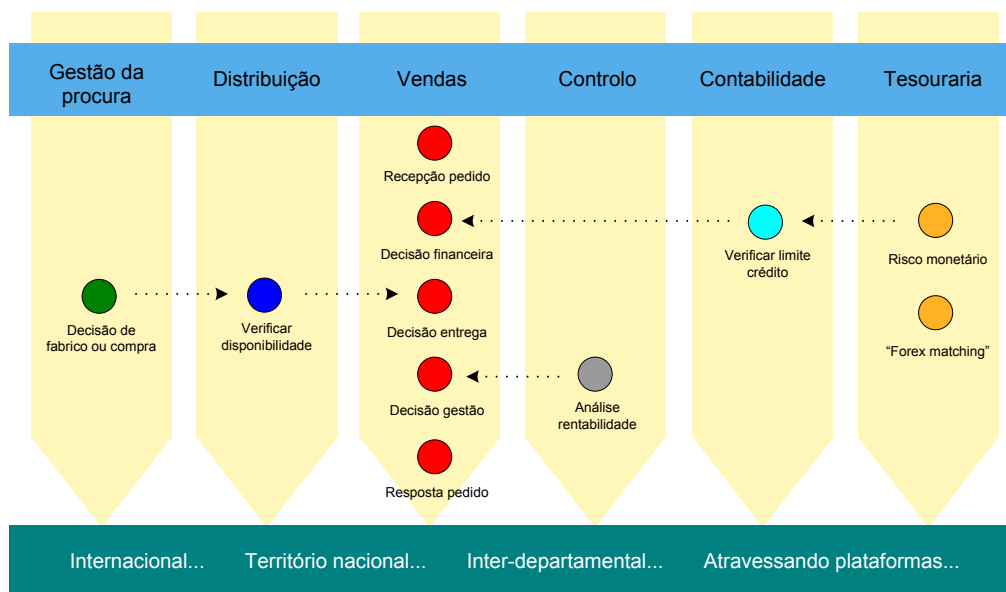


Figura 14 - Integração das funções da empresa na tecnologia ERP  
(adaptado de MACRIS [9])

### 2.3.3.2. Breve evolução histórica

Os sistemas ERP baseiam-se numa tecnologia madura que se iniciou na década de 60 com os primeiros sistemas MRP, que evoluíram durante a década de 70 para os sistemas MRP II, tornando-se (na década de 90) nos primeiros sistemas ERP.

Esta tecnologia ofereceu uma nova visão na gestão de recursos das empresas ao integrar o planeamento e a gestão de stocks, e permitindo uma análise global e sustentada da empresa industrial. No entanto, revelou carências no suporte das recentes tendências como o SCM, CRM e, mais recentemente, as funções *e-business*. Uma nova era estaria prestes a surgir, para colmatar esta lacuna: a quarta geração de sistemas ERPs.

A quarta geração dos sistemas ERPs (denominada ERP II) assenta a sua prioridade no desenvolvimento das competências internas da empresa e na condução das mesmas para outras empresas ou ramos de negócio. Um sistema ERP II permite a conversão da informação da empresa numa ferramenta de colaboração com comunidades de interesse, por uma integração com entidades externas à empresa.

### 2.3.3.3. Estrutura organizacional necessária

Segundo SKOK [10], as empresas que adquirem sistemas ERP devem estar cientes do “choque cultural” que a organização poderá sofrer, devendo preparar antecipadamente os seus gestores e restantes quadros, para melhor lidarem com esta situação.

Mas conhecer apenas a cultura da empresa não é suficiente!

É necessário que as empresas definam estratégias a longo prazo para promoverem a alteração ou adaptação da cultura interna à metodologia suportada pelos sistemas ERP. Estas decisões envolvem não só a alteração de processos de trabalho dos seus colaboradores, mas também as formas de reacção e comportamento (muitas vezes, os colaboradores da empresa mostram-se relutantes para partilhar o seu conhecimento sobre a sua função, por considerarem uma ameaça ao seu posto de trabalho).

A maior parte das empresas nacionais assenta a sua estrutura organizativa seguindo a tradicional estrutura funcional, ou seja, através de um organigrama empresarial constituído por departamentos (representativo do agrupamento de funções e actividades). As diversas áreas funcionais são separadas e controladas por uma equipa de gestão que articula as suas actividades de acordo com uma estratégia comum. Embora este tipo de estrutura empresarial permita um maior controlo de custos e facilite o alcance dos objectivos funcionais, não permite um aprofundamento e divulgação do conhecimento adquirido e, devido à sua lentidão de resposta, torna-se num factor crítico de sucesso para qualquer tipo de mudança organizacional.

Os sistemas ERP apoiam-se numa filosofia “horizontal”, ou seja, os fluxos existentes na organização deverão ser orientados por processos e não por funções (como é comum nas típicas estruturas funcionais). Muitas vezes é necessário, durante a implementação de um sistema ERP proceder à revisão cuidada de todos os processos de negócio da empresa. Esta fase é denominada por BPR (*Business Process Re-engineering*).

A figura 15 ilustra, graficamente, a tendência necessária para uma implementação de sucesso de um sistema ERP, adaptando uma estrutura organizacional orientada a funções para uma estrutura orientada a processos de negócio.

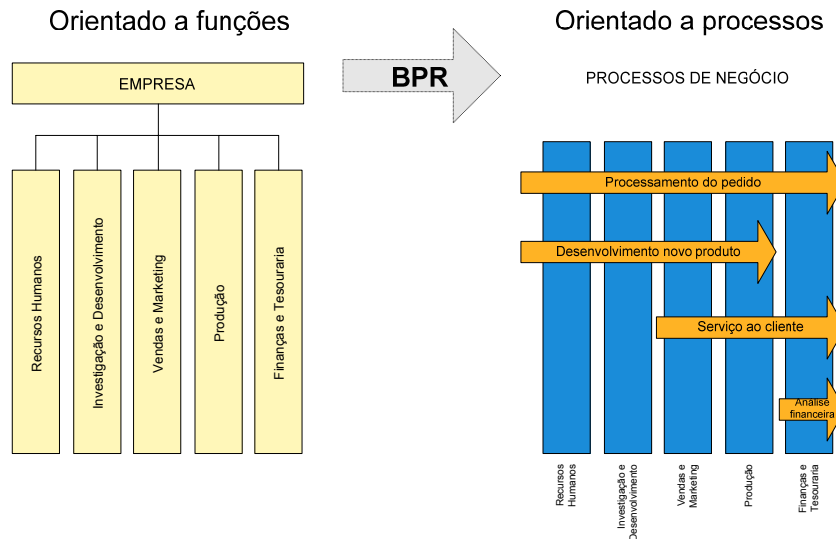


Figura 15 - Visão funcional e processual de uma empresa  
(adaptado de SKOK [10])

As estruturas organizacionais que trabalham de forma orientada a processos são denominadas de estruturas horizontais. Este tipo de estrutura apresenta inúmeras vantagens, salientando-se as seguintes:

- “Achatamento” da hierarquia promove maior contacto organizacional;
- Melhorias potenciais de rapidez e eficiência;
- Maior facilidade de cooperação;
- Maior exposição a clientes e fornecedores;

No entanto, o processo de transição de uma estrutura funcional para uma estrutura horizontal pode ser difícil e confuso. Alguns autores acreditam que uma das principais razões de insucesso na implementação de sistemas ERP reside no facto de os colaboradores se sentirem “menos confortáveis” com a visão horizontal, face à falta de familiaridade e aproximação existentes na divisão departamental da visão funcional.

#### 2.3.3.4. Funcionalidades básicas e modularidade

Um sistema ERP visa a integração global de todos os departamentos, principalmente nos seguintes cinco domínios de competência:

- Gestão da produção;
- Gestão de stocks, aprovisionamento e compras;
- Gestão comercial;
- Gestão de recursos humanos;
- Gestão contabilística e financeira.

Estes domínios de competência caracterizam-se por serem de uma enorme abrangência e poderem ser decompostos em subgrupos (de carisma modular), nomeadamente:

- Gestão financeira (controla toda a situação financeira da empresa, incluindo a contabilidade e o controlo das contas dos clientes, fornecedores e imobilizado);
- Controlo de gestão (permite analisar a rentabilidade da empresa por diversos critérios, como por exemplo: produtos, tipos de actividades, zonas comerciais, etc);
- Gestão de projectos (planificação e controlo das etapas de um projecto, incluindo a disponibilidade dos recursos necessários à sua realização);
- Vendas (gestão das actividades comerciais relacionadas com os clientes, como a facturação, expedição, etc);
- Recursos humanos (gestão de salários, recrutamento, marcação de férias e registo de faltas, competência das pessoas);
- Gestão da qualidade (registo e rastreabilidade de informações relativas à fabricação dos produtos, como indicadores de qualidade e defeitos);
- Gestão de produção (planeamento e execução da produção);
- Compras (gestão dos processos de compras a fornecedores);
- Aprovisionamentos (planificação das necessidades de materiais a adquirir, controlando os níveis estabelecidos e gerindo a sua localização no armazém);

Estes módulos são comuns à maioria dos ERPs existentes no mercado nacional. No entanto, e dada a especificidade de cada empresa, o sistema ERP deverá ser suficientemente parametrizável para que se possa adaptar a novas situações e requisitos. Esta flexibilidade necessária é, actualmente, um dos requisitos mais importantes a ter em conta, na aquisição de um sistema ERP.

### 2.3.3.5. Abordagem tradicional para processamento dos pedidos de cotação/encomenda

Segundo MAKATSORIS [6], a abordagem tradicional de um sistema ERP para o tratamento de pedidos de cotação/encomenda engloba os passos representados na figura 16.

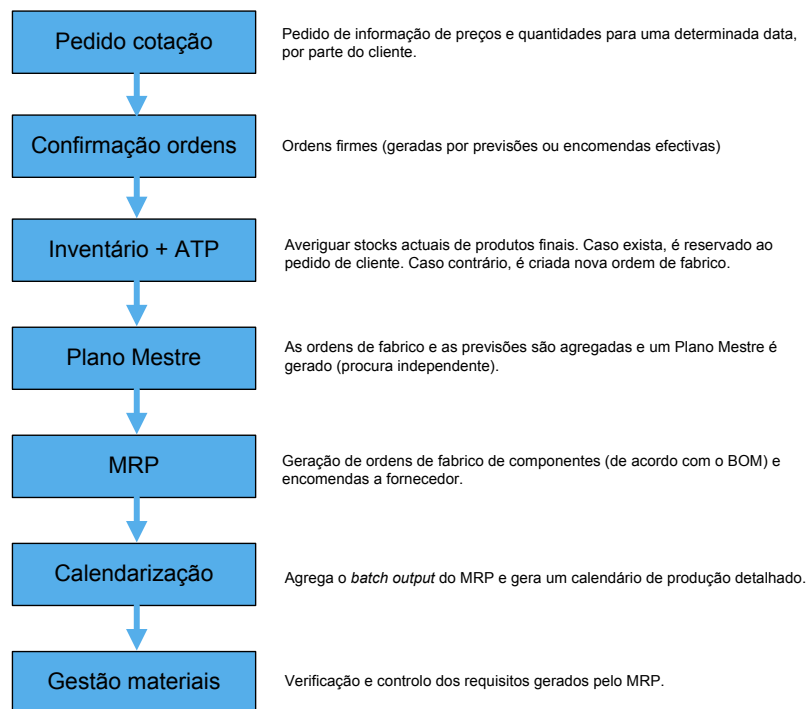


Figura 16 - Passos tradicionais de um ERP para tratamento de pedidos de clientes

No esquema apresentado anteriormente, denota-se uma falha no conceito de colaboração e “direccionamento à encomenda”, pois o sistema é totalmente baseado nos requisitos de cada uma das partes (do produto) e não da encomenda de cliente. Um sistema direccionado à

encomenda permitiria o rastreio total da mesma, garantindo a sua gestão completa e um controlo apurado.

As práticas usadas no meio industrial contemporâneo envolvem múltiplos passos e uma “mistura” de processos manuais e automáticos. Estes passos reflectem as tentativas de decomposição prévia dos problemas complexos de gestão, planeamento e processamento de encomendas em processos mais pequenos e de melhor manuseamento. Com esta base de conhecimento, o re-planeamento de encomendas urgentes seria bastante facilitado.

#### 2.3.4. Sistemas de execução da produção

Os sistemas de execução da produção (MES – *Manufacturing Execution Systems*) são sistemas que favorecem a integração ao nível de oficina, auxiliando as funções operacionais das empresas.

Segundo COURTOIS [12], as principais funcionalidades dos sistemas MES são:

- Programação com capacidade finita (definição da sequência óptima de operações);
- Gestão de recursos de produção (definição da utilização e controlo dos funcionários, máquinas, ferramentas e materiais);
- Gestão das ordens de fabrico (gestão dos fluxos das ordens e dos lotes, assegurando que estão disponíveis na altura certa);
- Gestão de documentos (documentação dos processos, concepções de produto, ordens de fabrico, condições de trabalho e certificados);
- Rastreabilidade dos produtos (controlo dos produtos em tempo real para conhecimento dos seus consumos de materiais e condições de produção, para cada ordem de fabrico);
- Análise de desempenhos (controlo de indicadores de desempenho referentes às operações de produção);
- Gestão do trabalho (controlo dos tempos das máquinas e dos operadores);

- Gestão da manutenção (controlo e planeamento de actividades de manutenção periódica ou preventiva);
- Gestão de processos (controlo da produção com funcionalidades de correcção, com vista à sua melhoria);
- Gestão da qualidade (registo e rastreabilidade das informações referentes à elaboração dos produtos e ao controlo das acções correctivas);
- Recolha de dados (*interfaces* de recolha de dados em tempo real sobre os equipamentos da empresa ou através do relatório manual dos operários).

Em alguns casos, encontram-se fornecedores de sistemas ERP a propor algumas funcionalidades dos sistemas MES e vice-versa. Estas situações ocorrem, cada vez mais, pela tentativa destas empresas fornecerem soluções cada vez mais completas (criando módulos para cada área específica) com vista a ajustarem-se ao leque da procura.

### 2.3.5. Sistemas avançados de planeamento

A crescente necessidade de honrar os compromissos de entrega com os seus clientes, em ambientes de negócio cada vez mais competitivos e distribuídos, levaram as empresas a procurarem sistemas de planeamento mais eficazes.

Segundo NEUMANN [7], um sistema avançado de planeamento (APS – *Advanced Planning and Scheduling*) oferece suporte para todos os níveis de planeamento ao longo da cadeia de fornecimento, quando trabalhando com recursos limitados.

Um sistema APS para indústrias de processo consiste nos módulos de desenho da rede (para tomadas de decisão a longo prazo), planeamento da cadeia de fornecimento (para tomadas de decisão a médio prazo) e planeamento de produção detalhado (para tomadas de decisão a curto prazo).



### 2.3.5.1. Componentes de um sistema avançado de planeamento

Um sistema APS é composto por um conjunto de componentes (ou módulos) totalmente interligados que oferecem suporte ao planeamento a longo, médio e curto prazo da cadeia de fornecimento e consistem basicamente nas secções de produção, distribuição e vendas. Em contraste com os ERPs, a capacidade finita de recursos é levada em conta em todas as fases de planeamento.

A figura 17 apresenta um esquema representativo de um sistema APS.

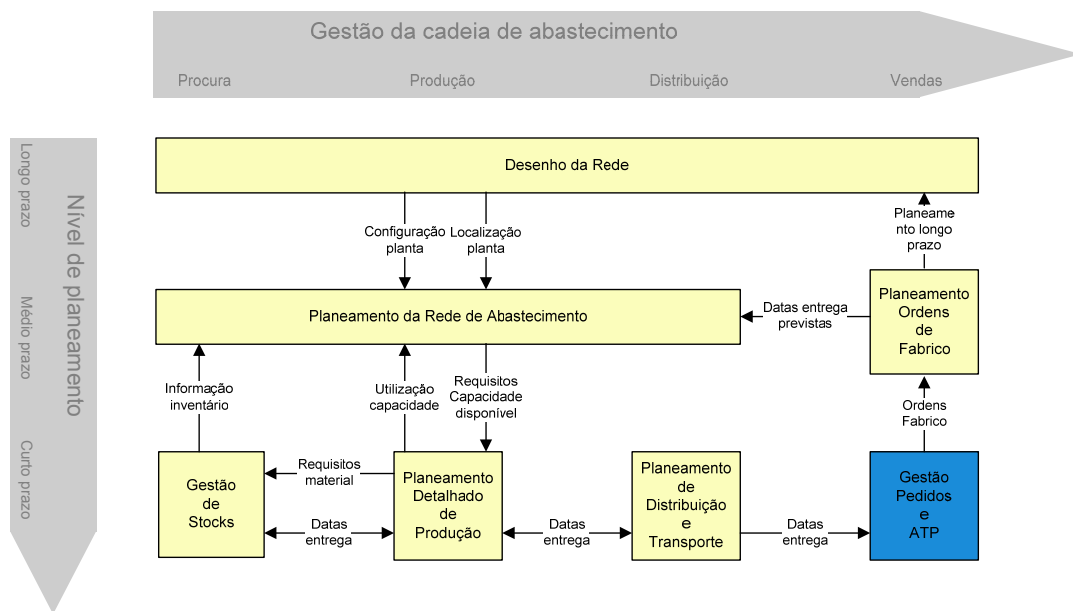


Figura 17 - Componentes de um APS

(adaptado de NEUMANN [7])

### 2.3.5.2. Módulo de Desenho da rede

O desenho da rede representa a estrutura física da cadeia de fornecimento e relaciona-se com o planeamento de localizações das plantas e armazéns ou outras formas de armazenamento.

O objectivo é determinar o número de localizações e a capacidade das plantas e armazéns, de forma a reduzir o custo anual da rede.

Nas indústrias de processo, o desenho da rede inclui (para cada célula) a decisão de a produção ser contínua (ideal para a produção de um artigo), semi-contínua ou produção em lote.

O desenho da rede baseia-se nas alterações estratégicas (longo prazo) do programa de produto, vendas e tecnologias. O *input* principal é a previsão a longo prazo de vendas para determinadas regiões, que resultam do módulo de Planeamento de Ordens de Fabrico.

#### **2.3.5.3. Módulo de Planeamento da cadeia de fornecimento**

O objectivo desta fase é a utilização eficiente das capacidades de produção e armazenamento determinadas pelo desenho físico da rede. O horizonte de planeamento deve cobrir, pelo menos, um ciclo sazonal para poder balancear todos os pedidos (divido em períodos semanais ou mensais).

As variáveis de decisão do planeamento da cadeia de fornecimento são: compras, produção, transporte de quantidades de produto final, recursos necessários para um determinado período de tempo. Os seus objectivos principais são a minimização dos custos de produção, transporte, inventário, custo de atraso ou cancelamento de encomendas de cliente, e custos para capacidades adicionais (turnos extraordinários, subcontratação, etc).

Se considerarmos apenas uma planta, o planeamento de uma cadeia de fornecimento é similar ao clássico MPS com capacidade finita.

As encomendas de cliente são registadas no módulo Gestão de pedidos e ATP, que determina a primeira data para cada encomenda. Esta tese incide o seu estudo precisamente nesta área.

#### 2.3.5.4. Módulo de Planeamento detalhado de produção

O planeamento detalhado de produção lida com a alocação de recursos a curto prazo sobre os requisitos principais, determinados pelo planeamento de cadeia de fornecimento. O primeiro objectivo é planear os requisitos principais em lotes e calendarizar esses lotes em recursos finitos. O segundo objectivo é, para os lotes determinados e reportados ao módulo de Gestão de Stocks, proceder a uma aquisição adequada dos mesmos.

#### 2.3.6. Sistemas de gestão de dados técnicos

Os sistemas de gestão de dados técnicos permitem a classificação da informação no intuito de facilitar a normalização, reutilização e a procura de informação sobre os produtos e a sua composição.

Segundo COURTOIS [\[12\]](#), os sistemas de gestão de dados técnicos gerem a configuração do produto e a sua evolução, através de visões adaptadas aos seus múltiplos intervenientes.

Estes sistemas permitem ainda a gestão das modificações dos processos industriais e a evolução dos produtos, sendo considerados como processos de *workflow* (que consistem em conceber, controlar, automatizar os circuitos dos fluxos de documentos).

## Capítulo 3 – Avaliação de pedidos de encomenda

Após uma abordagem inicial às tendências actuais da gestão de produção, este capítulo inicia o estudo à temática central deste trabalho.

Num ambiente económico cada vez mais competitivo, a qualidade de um produto ou serviço podem marcar a diferença no sucesso de uma organização. Os pedidos de cotação e/ou encomenda de clientes assumem, assim, uma importância considerável já que se torna (muitas vezes) o primeiro contacto “negocial” com a empresa. E, cada vez mais, os clientes exigem rigor nas datas de entrega assumidas, rapidez na resposta e um nível crescente de complexidades dos pedidos de encomenda.

Neste capítulo, a gestão dos pedidos de encomenda é analisada, recorrendo a métodos de cálculo de stock à data e/ou da capacidade produtiva. É também apresentado o grau de complexidade da gestão de pedidos de encomenda quando envolve produtos com estruturas multi-nível, e analisado qual o melhor procedimento a efectuar para um cálculo mais completo.

No final deste capítulo, esperamos demonstrar a complexidade deste tema e as formas possíveis (ainda numa primeira fase) de a abordar, com vista à construção de uma proposta para a sua resolução.

### 3.1. Introdução

Cada vez mais se torna fundamental uma correcta gestão dos pedidos dos clientes numa fase inicial do processo de encomenda, como garantia de execução e consequente obtenção de vantagem competitiva e sustentabilidade negocial para futuros negócios.

Esta fase caracteriza-se por um pedido de cotação/encomenda (RFQ<sup>12</sup>) de vários produtos e em que os departamentos de Marketing ou Vendas tomam a responsabilidade de responderem ao mesmo, sem efectuar um pedido interno ao departamento de Produção ou receber um pedido de encomenda formal por parte do cliente. Uma falha na coordenação entre os departamentos de Marketing, Vendas e Produção nesta fase pode levar a incumprimentos de entrega de ordens de fabrico confirmadas anteriormente, podendo provocar problemas a longo prazo às empresas (perda da sua quota de mercado e competitividade).

A informação base a que os departamentos de Marketing e Vendas recorrem para responderem aos RFQs assenta na capacidade produtiva e de materiais existentes na empresa.

A capacidade produtiva demarca-se, cada vez mais, como uma função de elevada responsabilidade nas empresas pois determina a quantidade e a data de entrega para um determinado cliente. Apesar desta evidente e necessária integração, continua a existir um “fosso” entre o departamento de Produção e os departamentos de Marketing e Vendas. Esta situação ocorre pelos diversos pedidos de quantidades e datas de entrega irrealizáveis, face à falta de conhecimento real do estado da produção (por parte dos departamentos de Marketing e Vendas); como também pelos prazos de entrega (sugeridos pelo departamento de Produção) inviáveis para a negociação da encomenda com o cliente final. Todas estas “adversidades” inter-departamentais levou, muitas vezes, a um incumprimento dos prazos de entrega das ordens de fabrico já confirmadas, obrigando a recorrer a outros recursos produtivos (externos, por exemplo) para garantir a sua execução e originando custos extraordinários elevados.

Um dos objectivos fundamentais será a integração destes três departamentos para sustentar uma resposta eficaz ao cliente na fase de pedido de cotação/encomenda.

---

<sup>12</sup> RFQ é o acrónimo de designação anglo-saxónica de *Request For Quotation* e significa pedido de cotação.

### 3.1. Classificação de RFQs

Segundo XIONG [3], os RFQs podem ser classificados em dois tipos: sequenciais e concorrentes, em termos de processamento lógico nas empresas, e são representados graficamente na figura 18:

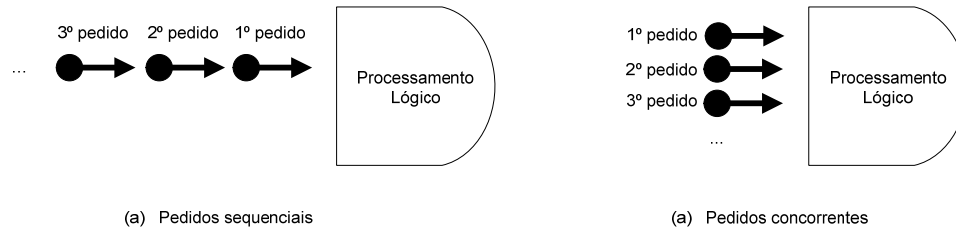


Figura 18 - Tipos de pedidos de clientes

Os RFQs sequenciais referem-se aos pedidos de cliente que são analisados e processados na empresa de uma forma sequencial. Este tipo de inquéritos é comum quando são requisitadas grandes quantidades de produtos ou prazos de entrega muito curtos. Para estes casos, é necessária uma resposta fiável para que não se perca a oportunidade de negócio ou origine uma forte afectação no balanceamento correcto do sector produtivo.

Outras vezes, a empresa necessita de considerar alguns RFQs de forma conjunta e num espaço de tempo regular. Este tipo de inquérito é denominado de concorrente porque o processamento lógico da empresa necessita de considerar vários RFQs num espaço específico de tempo, com vista à obtenção de alguma “sinergia” (ganhos) entre eles. Normalmente, este tipo de inquérito é analisado e avaliado com vista a atingir um determinado objectivo, como a minimização do custo de inventário, por exemplo. A qualquer um dos tipos de RFQs pode ser definida uma data de entrega fixa ou uma data de entrega flexível (com uma margem de negociação).

Para promover uma gestão correcta dos RFQs existe um conjunto possível de restrições (não necessariamente compatíveis) a considerar, tais como:

- 1) Lucro de execução da encomenda de cliente
- 2) Importância do cliente para a empresa
- 3) Valor da encomenda na afectação de futuros negócios
- 4) Possibilidade de repetição do negócio
- 5) Contribuição no carregamento dos centros de trabalho
- 6) Ganhos de vantagem competitiva (entrada em novos mercados)

No entanto, as considerações sobre o planeamento de produção afectam de uma forma mais directa a resposta aos pedidos do cliente. A tentativa de integrar a disponibilidade de materiais com a capacidade produtiva é um factor muito importante para uma gestão correcta dos RFQs.

### **3.2. Gestão dos RFQs nas pequenas empresas**

A gestão dos RFQs é um processo de várias fases e estágios de decisão, mas que nas empresas mais pequenas acaba por ser encurtado, com vista a fornecer uma resposta mais rápida ao cliente.

A primeira fase será a decisão de aceitação ou rejeição do RFQ, recorrendo a um processo de pré-visualização geral. É necessário, nesta fase, decidir como responder ao RFQ que poderá incluir a aceitação, rejeição ou um pedido de renegociação. Esta decisão deverá determinar a data de entrega de um determinado produto e para uma determinada quantidade, bem como todos os outros assuntos relacionados. Uma forma possível de a empresa garantir o negócio será optar por um investimento do aumento da capacidade produtiva ou efectuar uma oferta alternativa, perspectivando renegociações com o cliente. Torna-se fundamental apresentar várias alternativas de datas de entrega como resposta ao RFQ, baseando-se na capacidade de inventário e produção existentes na empresa. Caso o RFQ imponha uma data

de entrega, o espaço temporal é considerado como fixo e tarefa baseia-se em determinar se existe capacidade suficiente (ou possível de atingir) para responder à nova encomenda, sem colocar em risco as outras encomendas já confirmadas para o mesmo período de tempo.

Embora os RFQs possam ser apresentados às empresas de diversas formas, uma sequência possível de fases para a sua gestão é representada graficamente na figura 19.

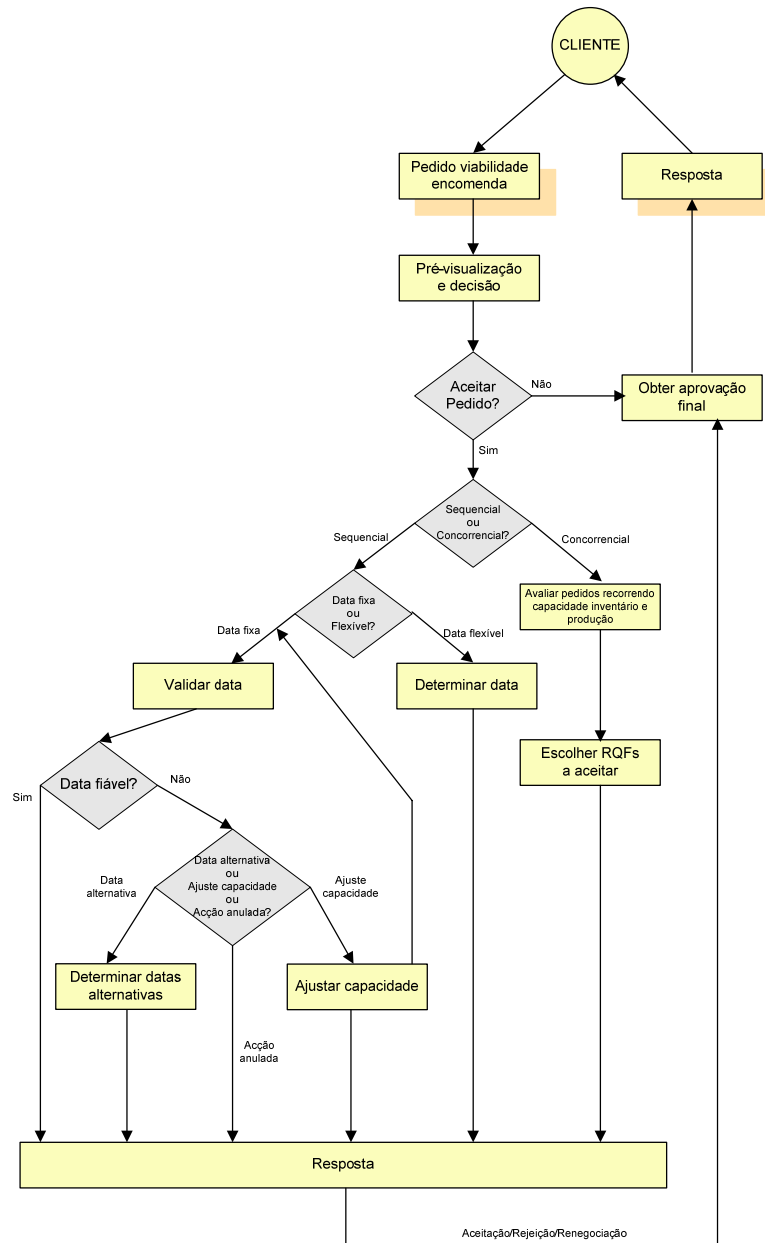


Figura 19 - Algoritmo para gestão de RFQs  
(adaptado de XIONG [3])



De seguida, é apresentada uma breve descrição das fases presentes na figura 19.

- **Pré-visualização e decisão**

Para RFQs que apresentem requisitos demasiado específicos (que não estejam nos horizontes da gama de produtos disponibilizados pela empresa), é efectuada uma avaliação negocial e a decisão de rejeição pode ser efectuada nesta fase.

- **Validar data**

Nesta fase, é verificada a viabilidade de responder afirmativamente ao RFQ com data fixa, recorrendo às capacidades de inventário e produtiva existentes na empresa.

- **Determinar data**

Nesta fase, e visto a data do RFQ ser flexível, é determinada uma data fiável de entrega, e é colocada à consideração do cliente.

- **Avaliação RFQs concorrentes**

Os RFQs concorrentes são analisados e apenas uma parte destes é aceite, caso não existam capacidades de inventário e produtiva suficientes na empresa, para responder a todos os pedidos apresentados.

- **Determinar datas alternativas**

Caso a data de entrega proposta pelo cliente não possa ser cumprida pela empresa, podem ser determinadas e apresentadas um conjunto de datas alternativas fiáveis, na expectativa de uma renegociação futura com o cliente.

- **Ajustar capacidade**

A acção de ajuste de capacidade para aumento das capacidades de inventário e produção, podem envolver actividades como trabalho extraordinário, re-planeamento e re-alocação de operadores.

- **Resposta**

Esta fase representa a resposta final do RFQ e pode incluir uma aceitação, rejeição ou renegociação de datas de entrega ou quantidades.

- **Aprovação final**

Para RFQs que requeiram enormes quantidades de produto ou datas de entrega muito curtas, a decisão deve ser apresentada a uma autoridade (administração, por exemplo) para análise e consolidação da posição a tomar.

O planeamento de produção deverá tomar em consideração o tempo necessário de resposta aos RFQs. A abordagem de integração de disponibilidade de materiais com a capacidade produtiva é deveras importante para a gestão de pedidos de clientes na fase de negociação de encomenda. Esta abordagem engloba os conceitos de ATP (*Available to Promise*) e CTP (*Capable to Promise*), apresentados na secção seguinte.

### 3.3. Função ATP (*Available to Promise*)

A função ATP tem como finalidade a validação da quantidade de um produto à data e para datas futuras, com vista à satisfação de uma data específica de entrega.

Segundo XIONG [4], a função ATP é organizada segundo espaços de tempos definidos pela própria empresa (semanalmente, por exemplo).

Na figura 20 é representada, de uma forma gráfica, uma típica análise de disponibilidade de materiais.

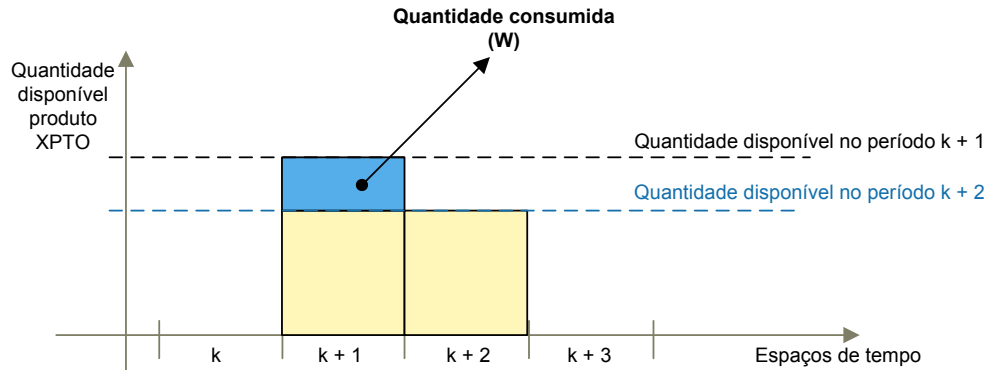


Figura 20 - Típica análise de disponibilidade de materiais  
(adaptado de XIONG [4])

A figura anterior permite-nos concluir que a quantidade consumida do produto XPTO no período  $k+2$  corresponde à área indicada por  $W$ . No entanto, o custo de inventário de material não deverá ser descurado, e deverá tornar-se num componente de custo. Os seguintes cálculos pretendem representar estes custos de materiais:

Variáveis:

$Q_{k+1}$  = Quantidade disponível no período  $k+1$

$Q_{k+2}$  = Quantidade disponível no período  $k+2$

$\beta$  = Coeficiente de custo de inventário, por unidade de tempo, para o artigo XPTO

$T_{\alpha,\varphi}$  = Tempo entre os períodos  $\alpha$  e  $\varphi$

$CS_k$  = Consumo do produto XPTO no período  $k$

$CI_k$  = Custo de inventário da quantidade consumida do produto XPTO, no período  $k$

Cálculos:

$$T_{k+1,k+2} = (k+2) - (k+1) \quad (1)$$

$$CS_{k+2} = Q_{k+1} - Q_{k+2} \quad (2)$$

$$CI_{k+2} = \beta * T_{k+1,k+2} * CS_{k+2} \quad (3)$$

A quantidade ATP para produtos acabados pode também ser utilizada para satisfazer os pedidos de encomenda de clientes. Devido às restrições de disponibilidade de material e capacidade produtiva, o gráfico representativo do ATP estende-se por vários períodos de tempos, como representado na figura 21.

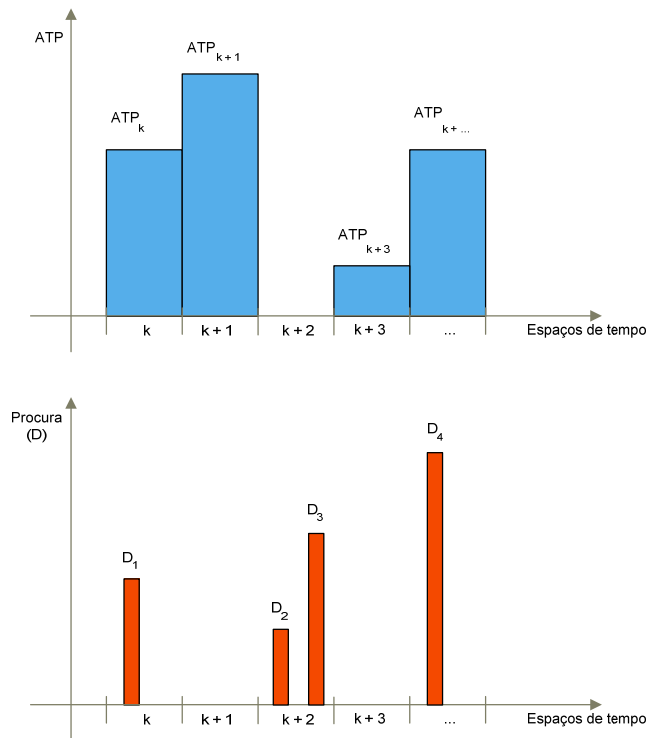


Figura 21 - ATP versus Procura  
(adaptado de XIONG [4])

Devido à restrição do factor tempo, a quantidade ATP só poderá ser usada para satisfazer pedidos de encomenda de clientes de períodos de tempo futuros. Por exemplo,  $ATP_k$  pode satisfazer a função procura do ponto  $D_1$  à  $D_4$ ; enquanto que  $ATP_{k+1}$  não poderá satisfazer a função procura no ponto  $D_1$ .

Para uma determinada função Procura num determinado ponto ( $D_i$ ), o custo de inventário do produto acabado (utilizando as variáveis do exemplo anterior) seria:

$$CP_k^i = \beta * T_{i,k} * D_i \quad (4)$$

### 3.4. Processos base da função ATP

Segundo KIONG [4], existem dois processos integrados na procura da solução ideal: Computação/cálculo do ATP e Consumo do ATP. O primeiro é o processo de cálculo da quantidade ATP baseado na disponibilidade de material e produção; enquanto que o segundo é o processo de determinação da prioridade dos pedidos do cliente.

#### 3.4.1. Cálculo do ATP

Muitos dos produtos finais são produzidos ou assemblados a partir de um largo número de componentes ou sub-assemblagens. Para estes produtos o cálculo do ATP toma em consideração a informação do inventário, BOM dos produtos, pedidos de clientes/fornecedores e a prioridade de produção.

À medida que a estrutura dos produtos finais se torna mais complexa, também o processo de cálculo do ATP é severamente afectado; principalmente quando um produto contém uma estrutura de materiais multi-nível e em que um número considerável de componentes e materiais são partilhados entre eles. Isto, porque, a disponibilidade de materiais “reside” em cada nodo de cada nível do BOM.

Para processar as complexas particularidades do BOM e da explosão de BOM, XIONG [4, 5] apresenta um novo conceito denominado *Dynamic BOM*. O *Dynamic BOM* é um BOM de 1º nível gerado dinamicamente pelo processo de explosão do mesmo.

A figura 12 representa a estrutura de um artigo multi-nível. No 1º nível, encontra-se o produto final (requisitado pelo cliente).

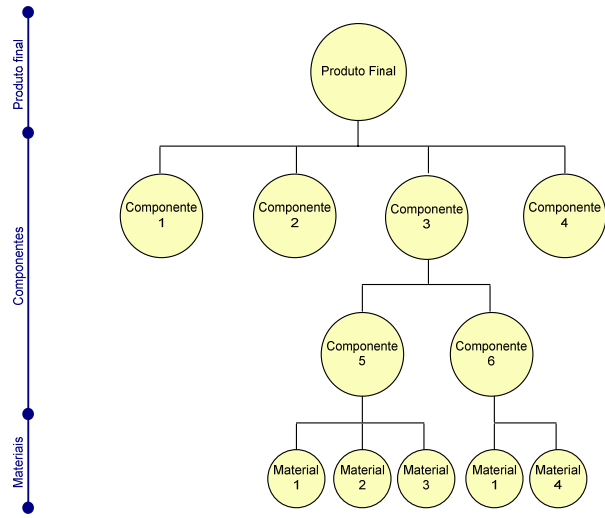


Figura 22 - Exemplo de estrutura multi-nível de produto

Como pode ser analisado no esquema da figura 22, existe um componente (nº 3) que impossibilita o imediato processo de produção virtual, em termos de disponibilidade de materiais. Este componente é designado por componente crítico. Após a quantidade a ser entregue ser fixada (a explicar mais adiante no capítulo 3.4.2.1), a próxima tarefa a efectuar será a substituição do componente crítico pelos seus componentes "filhos" mais directos.

Esta tarefa é denominada como *Dynamic BOM* e é associado o seu nível de processamento (para este caso, denominaríamos *Dynamic BOM 1*). E seguindo a mesma lógica, os restantes *Dynamic BOM* podem ser construídos.

A figura 23 representa o processo de *Dynamic BOM* de primeiro nível.

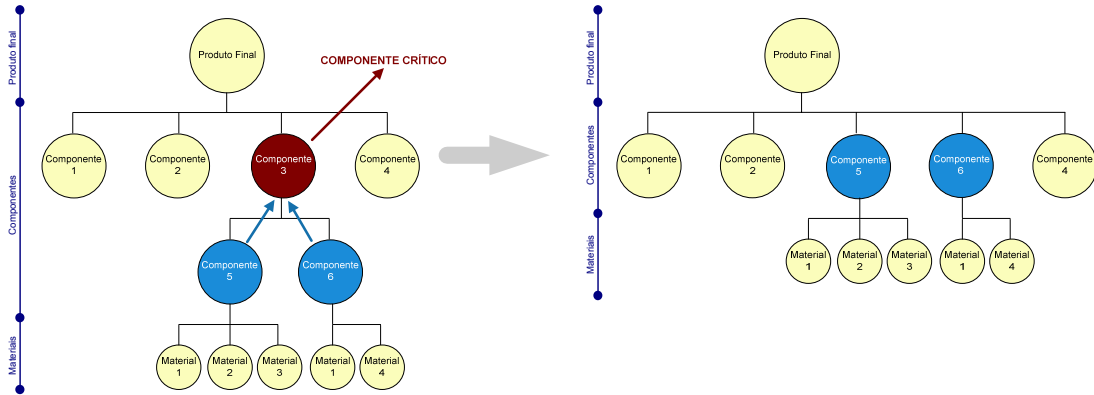


Figura 23 - Dynamic BOM 1

A 2ª tarefa será afectar a disponibilidade de material para todos os componentes do *Dynamic BOM 1* o mais tarde possível, no cálculo do ATP para o *Dynamic BOM 2*. Este processo é ilustrado na figura 24.

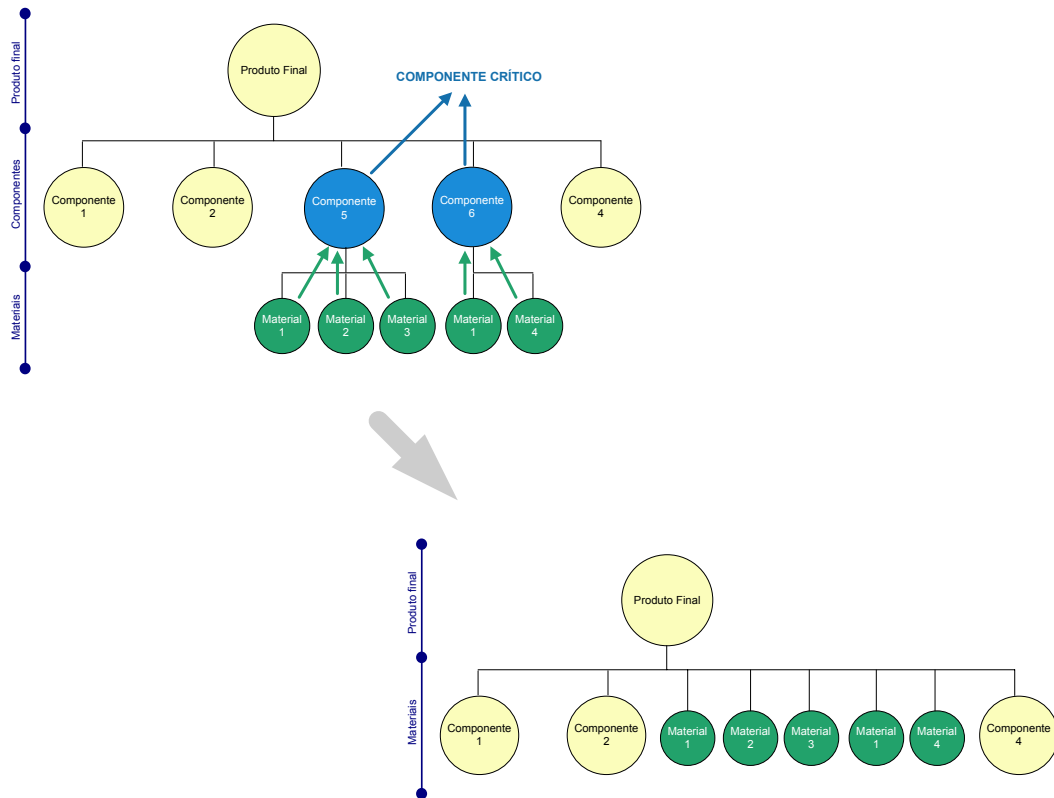


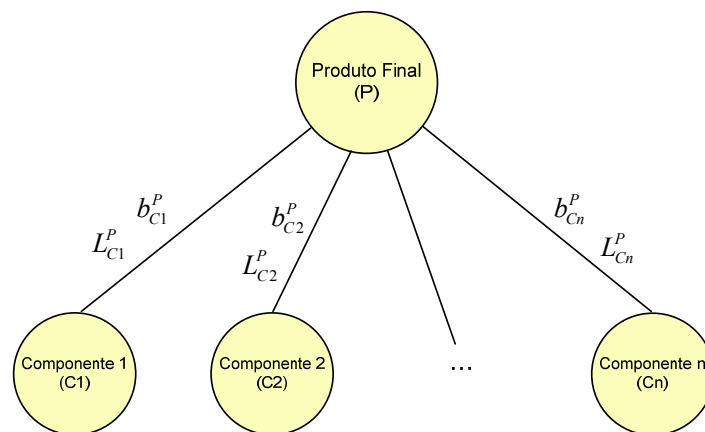
Figura 24 - Dynamic BOM 2

Este procedimento deverá ser repetido recursivamente, atravessando os vários níveis da estrutura, até atingir um cenário de existirem apenas materiais (no mesmo nível). O resultado final será uma estrutura idêntica à 2ª estrutura representada na figura 24.

Podemos concluir que devido ao *Dynamic BOM*, a disponibilidade de material de ambos os componentes e materiais podem ser considerados, tornando o processamento do ATP menos "dispendioso". Isto, porque, o *Dynamic BOM* visa apenas um nível de estrutura para processamento, permitindo maior facilidade na transposição deste cálculo para um sistema informático.

#### 3.4.2.1. Processo do *Dynamic-BOM*

Após a determinação do componente crítico, é necessário calcular a quantidade necessária, antes da substituição pelos seus componentes "filhos". A figura 25 apresenta um esquema típico de um *Dynamic BOM*.



Legenda:

$b_{C_i}^P$  = quantidade acumulada desde o Componente  $i$  até ao Produto Final

$L_{C_i}^P$  = tempo de entrega (*lead-time*) desde o Componente  $i$  até ao Produto Final

Figura 25 - Esquema típico de um *Dynamic BOM*

(adaptado de XIONG [4])



Um componente crítico é um componente que restringe o processo produtivo num determinado momento. A 1ª tarefa será determinar a quantidade necessária para satisfação do componente crítico, incluindo as restrições de disponibilidade de material.

$Q_{C_i}^n$  = quantidade disponível no espaço de tempo  $n$  para o componente  $C_i$

$QD_j^n$  = quantidade do componente crítico possível, incluindo restrição de material =

$$= \text{Min}_{j \in M} \left( \frac{Q_{C_j}^n}{b_{C_j}^P} \right) \quad (5)$$

A 2ª tarefa será calcular a quantidade necessária incluindo a restrição à capacidade produtiva finita. O cálculo dessa quantidade engloba os seguintes passos:

$\varphi$  = coeficiente de capacidade produtiva, por hora e por unidade de produto final

$\mu$  = capacidade produtiva disponível para o componente crítico

$QC_j^n$  = quantidade do componente crítico possível, incluindo restrição de capacidade produtiva finita =

$$= \begin{cases} \text{Se: } QD_j^n * \varphi \leq \mu & = QD_j^n & (6) \\ \text{Se: } QD_j^n * \varphi > \mu & = \frac{\mu}{\varphi} & (7) \end{cases}$$

Após este cálculo, já é possível a substituição do componente crítico pelos seus componentes “filhos” (caso existam), e um novo nível de BOM é gerado. Este processo é realizado sucessivamente até que todos os componentes críticos sejam “transformados” em materiais.

O processo de cálculo do ATP é representado, graficamente, na figura 26.

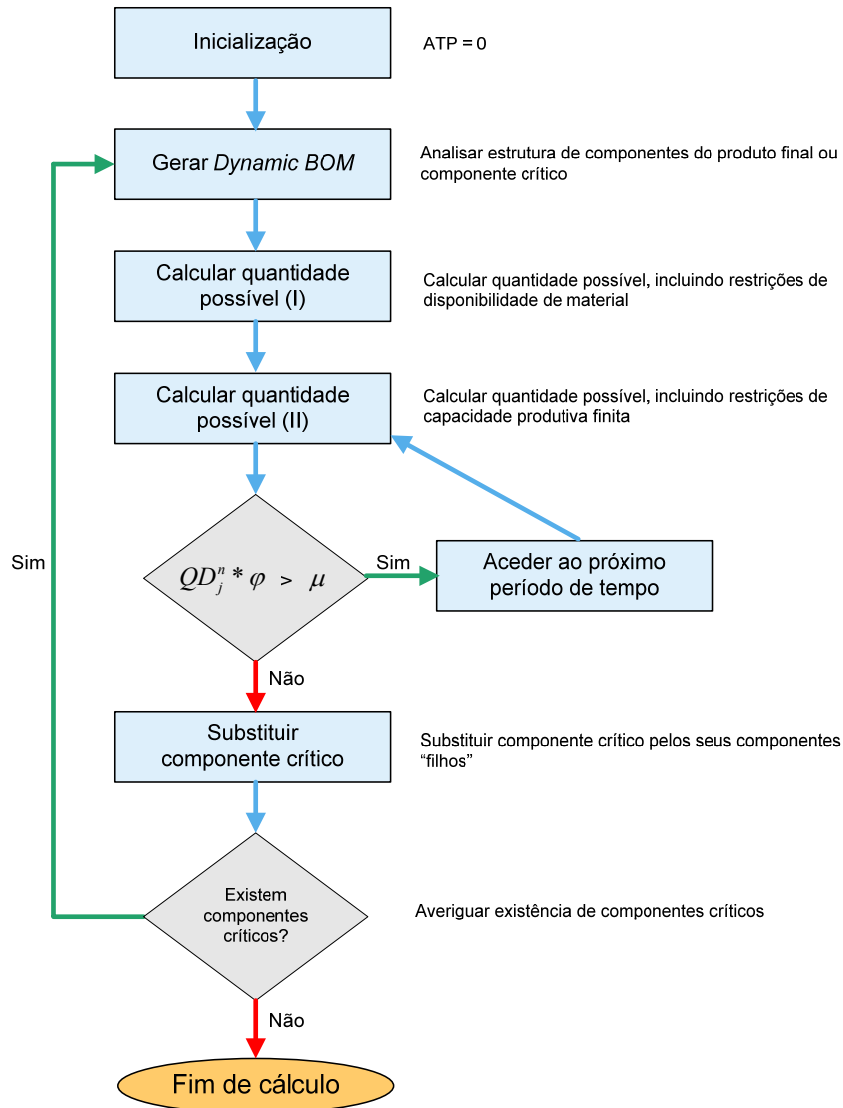


Figura 26 – Algoritmo de cálculo do ATP

Este método é bastante eficaz para lidar com a complexidade do BOM, explosão de BOM, bem como a capacidade produtiva. Devido às suas características acumulativas, a disponibilidade de material “residente” em cada nível do BOM e a capacidade produtiva são consideradas de uma forma simultânea e eficaz.

### 3.4.2. Consumo do ATP

Embora a computação do ATP seja responsável pela gestão das quantidades, BOM dos produtos e pedidos de cliente, é necessário tomar medidas para o caso dos materiais partilhados entre diversos produtos finais, visto estes poderem ser produzidos antecipadamente, num mesmo período de tempo. Estas medidas incluem a definição de prioridades e quantidades antecipadas de planeamento ATP para todos os produtos finais do espaço de tempo, definindo as regras de consumo das mesmas. Este é o processo de consumo ATP.

Como representado anteriormente na figura 21, a procura  $D_1$  não poderia ser satisfeita se a quantidade do ATP não fosse superior, para aquele período de tempo. Para as Procuras  $D_2$  e  $D_3$ , o ATP do período anterior pode ser acumulado para ser considerado no espaço de tempo. O problema do consumo do ATP apresentado na figura 11 pode ser modelado como um novo problema (apresentado na figura 27) para determinar qual a sequência prioritária de resposta aos pedidos de clientes ( $D_i$ ) pela acumulação do ATP, num determinado período de tempo ( $k$ ).

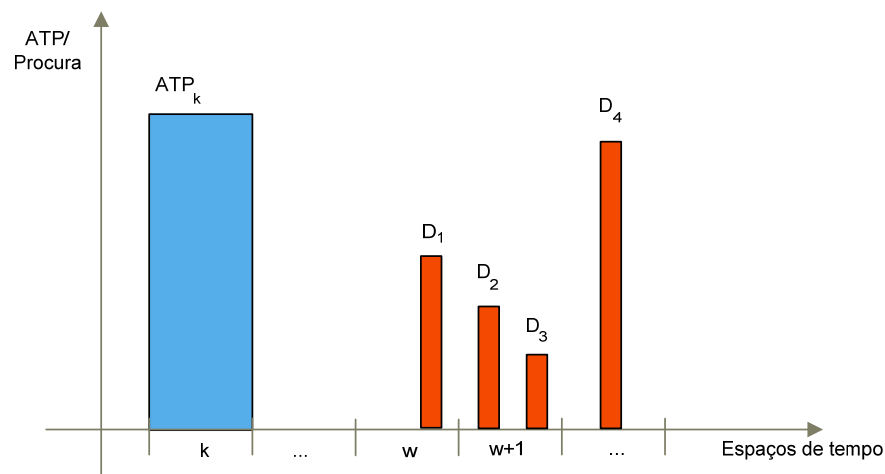


Figura 27 - Modelo de consumo ATP  
(adaptado de XIONG [4])

O processo de determinação da prioridade de resposta à procura dos clientes é ilustrado no esquema da figura 28.

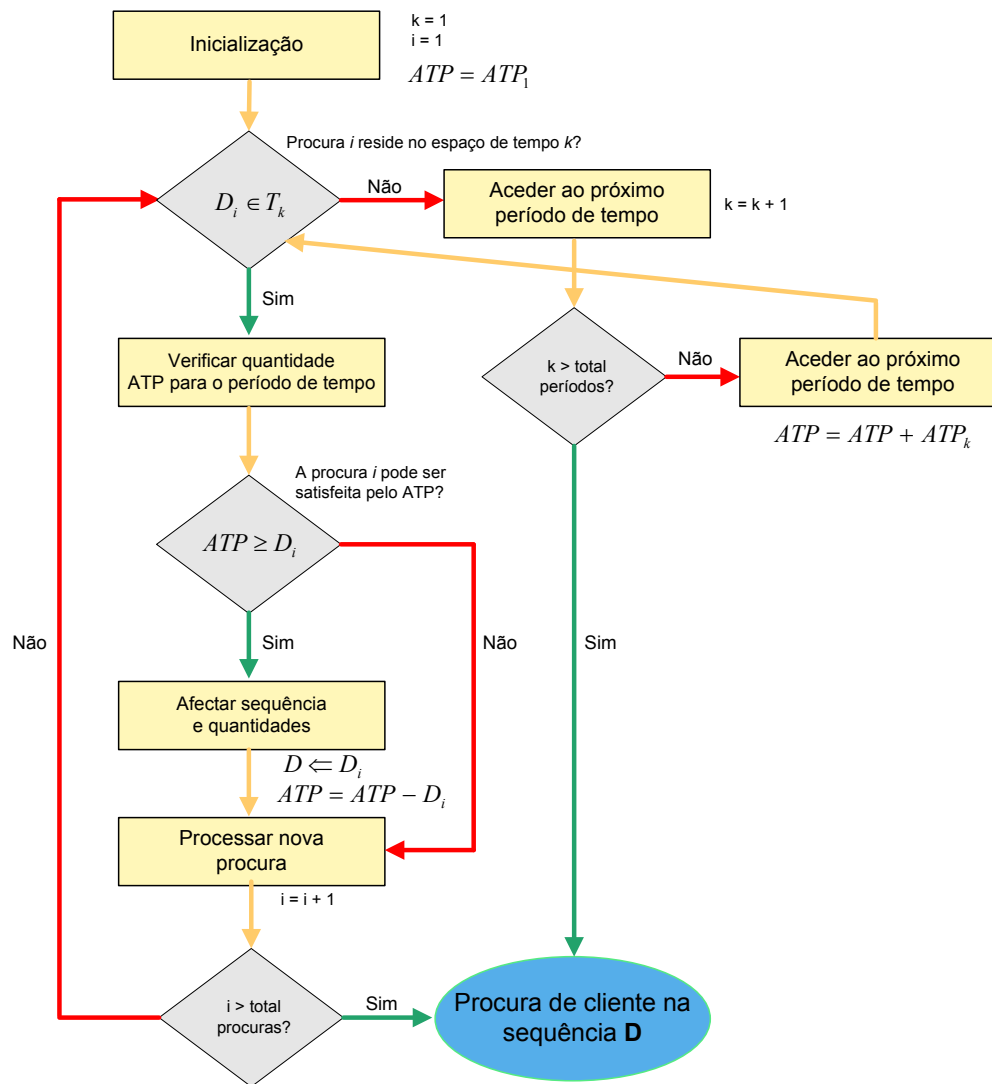


Figura 28 - Algoritmo de determinação de prioridade de consumo ATP

Este esquema representa um algoritmo heurístico que nos leva a resultados muito razoáveis, baseados num período de tempo e custos limitados. É um algoritmo muito utilizado pelas aplicações industriais.

Um outro factor de enorme importância é o ajuste de capacidades. Muitas vezes, devido à importância do cliente ou o valor de associado ao RFQ para futuros negócios, é necessário tomar acções extraordinárias para ajuste de materiais e capacidade produtiva para produzir num tempo inferior ao normal (por exemplo: horas extraordinárias, subcontratação ou re-planeamento atrasando outras encomendas já planeadas).

Este tipo de procedimento leva a uma necessidade de um módulo dinâmico de planeamento que permita ao planeador simular novas alternativas de produção, em tempo real, para analisar os seus efeitos na produção e nas datas de entrega.

Cada vez mais as empresas necessitam de ferramentas de suporte à decisão capazes de enfrentar a mudança de paradigma da produção em massa (modelo de negócio MTS) para customização em massa (modelos de negócio MTO ou ETO), como já fora representado na figura nº 6. Motivados por estes desafios, a função ATP migrou de um conjunto de registos de disponibilidade de um MPS (em que verificava a disponibilidade de stock de um artigo para o dia corrente e dias futuros, para uma determinada data) para um sistema de suporte real à decisão e, possivelmente, numa infra-estrutura inteligente de agente de negócio.

Em conclusão final, a função ATP tornou-se num mecanismo de apoio à decisão para lidar com a incerteza e as constantes alterações de requisitos dos clientes e fornecedores externos, bem como as mudanças nos processos internos da empresa; sempre com os objectivos de aumento do lucro e melhoria do serviço ao cliente.

### 3.5. Função CTP (Capable to Promise)

A função CTP tem como finalidade a validação da capacidade produtiva para produzir uma determinada quantidade de um produto, para ser entregue numa determinada data.

Normalmente, esta função é utilizada após a validação da função ATP (ou seja, inicialmente verifica-se a disponibilidade de stock e, caso não seja possível satisfazer pelos inventários existentes, opta-se pela análise da capacidade produtiva para averiguar se é possível produzir a quantidade necessária).

Esta função baseia o seu processamento nas técnicas de planeamento de necessidades de capacidades (MRP II) descritas no capítulo 2.2.3.2, podendo atingir níveis elevados de complexidade.

## **Capítulo 4 – Soluções tecnológicas de suporte**

Após a análise dos pedidos de encomenda e dos métodos possíveis para a sua correcta modelação, este capítulo foi reservado para a apresentação e análise das soluções tecnológicas de suporte aos mesmos.

Neste capítulo, serão analisados (ao detalhe) os métodos de cálculo de calendarização efectuados por um sistema de informação nacional denominado Manufactor, de forma a averiguar as suas capacidades e/ou dificuldades na resposta aos pedidos de encomenda.

Será também apresentada uma análise efectuada a outros sistemas de informação disponíveis no mercado nacional, terminando com um quadro comparativo entre eles.

Este capítulo tem como objectivo apresentar as diversas soluções tecnológicas existentes no mercado, estabelecendo um grau de comparação ao nível de abrangência e resposta à temática da tese.

### **4.1. Apresentação do sistema de informação Manufactor**

Os sistemas de informação têm assumido um papel preponderante na gestão de pedidos de encomenda de clientes, ao permitir efectuar um conjunto complexo de cálculos de uma forma rápida.

O sistema de informação Manufactor<sup>13</sup> (de agora em diante, apenas denominado software Manufactor) é um software *standard* de gestão de produção, com elevados níveis de parametrização e configuração às necessidades de cada ramo de negócio, e assume duas vertentes possíveis:

- Trabalhar isoladamente (*stand-alone*);
- Trabalhar integrado com um ERP desenvolvido pela empresa PHC.

As suas plataformas tecnológicas de desenvolvimento<sup>14</sup> assentam em tecnologia Microsoft, tornando o software Manufactor numa aplicação cliente-servidor com recurso a bases de dados relacionais.

O software Manufactor está implementado, até ao momento, em cerca de 80 empresas industriais, dos mais variados tipos de negócio, como apresentado no gráfico da figura 29.

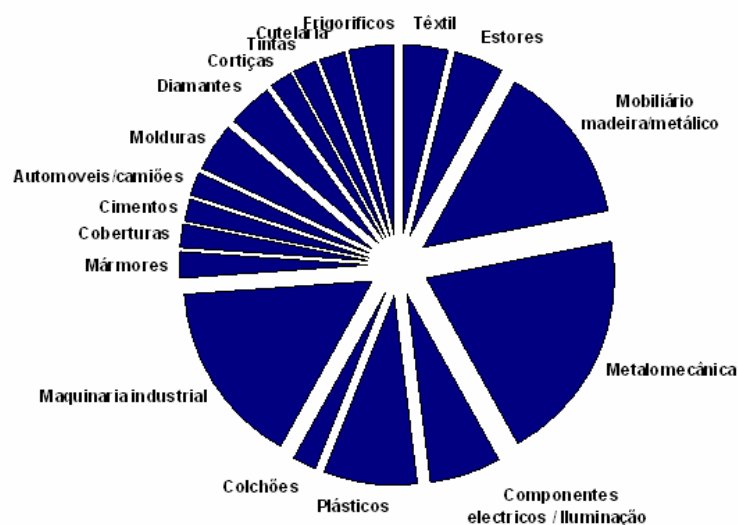


Figura 29 - Ramos de negócio das vendas de software Manufactor

<sup>13</sup> O termo Manufactor está registado a nível comunitário e é propriedade exclusiva da empresa Manufactor Solutions.

<sup>14</sup> O software Manufactor é desenvolvido em Microsoft Visual FoxPro 9.0 para desenho de *interface* gráfica e em Microsoft SQL Server 2005 como gestor de bases de dados.



## 4.2. Módulos do software Manufactor

O software Manufactor proporciona às empresas industriais a gestão dos seus processos produtivos, promovendo a integração dos diversos departamentos. Devido à sua alargada abrangência (de ramos de negócio) abarcados, a empresa Manufactor Solutions proporciona aos seus clientes a aquisição de módulos específicos para a satisfação das suas necessidades, garantindo assim uma redução do seu investimento em software (devido à diminuição do preço do módulo PLATFORM, que se revela como obrigatório para qualquer implementação).

O software Manufactor é constituído por 13 módulos (apresentado, de uma forma gráfica, na figura 30) e por duas gamas de software: *Executive* e *Manager* (estas duas gamas destinam-se a médias e micro-empresas, respectivamente). A única diferença entre estas duas gamas de software é a capacidade de parametrização avançada (*Framework Manufactor*).

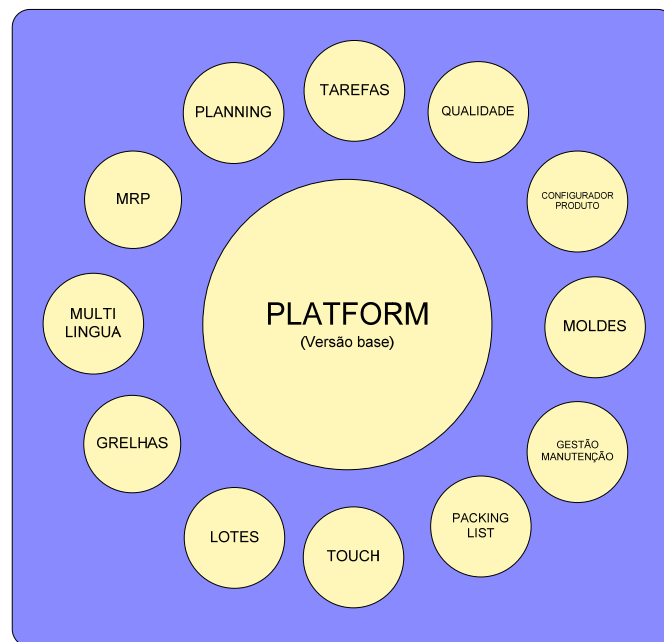


Figura 30 - Módulos do software Manufactor

Na secção de Anexos, encontra-se uma descrição completa de cada um dos módulos do software Manufactor.

### 4.3. Esquema funcional do software Manufactor

O software Manufactor tem como objectivo principal a gestão dos processos produtivos, garantindo a integração com a gestão comercial (software Gestão PHC) e os registos reais de produção (podendo integrar com qualquer fornecedor de terminais de recolha).

A figura 31 ilustra o esquema funcional do software Manufactor, os seus principais processos e integração com outras aplicações.

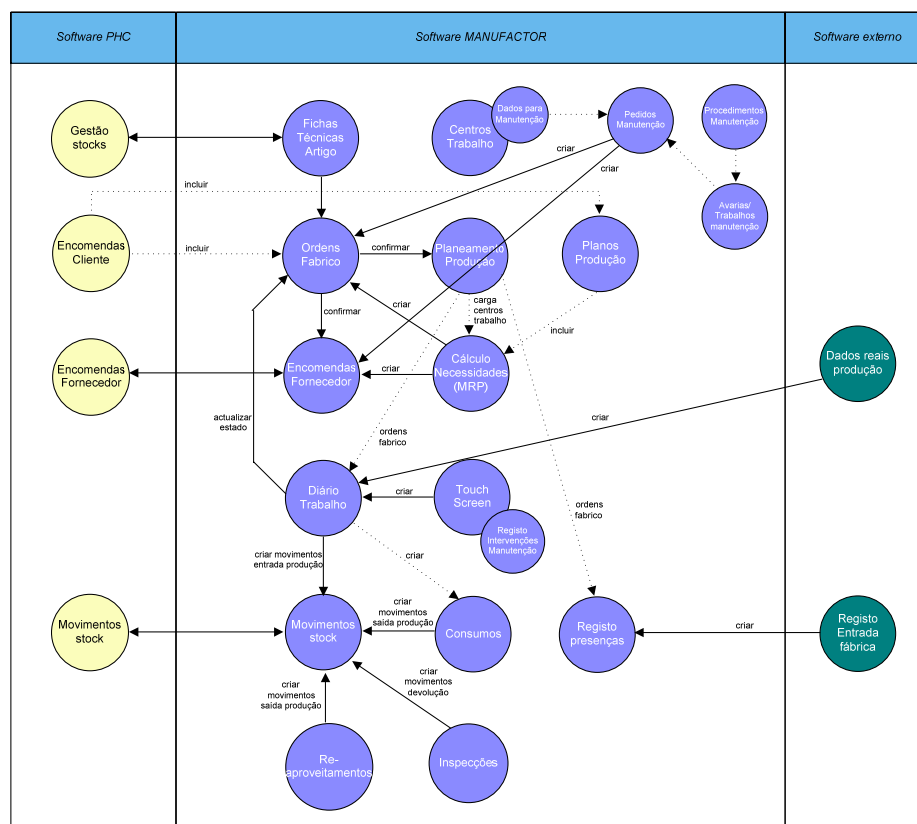


Figura 31 - Esquema funcional do software Manufactor

## 4.4. Métodos de calendarização do software Manufactor

### 4.4.1. Filosofia base

O software Manufactor assenta qualquer um dos seus métodos de calendarização na técnica de planeamento de capacidades do tipo de “geração de sequenciamento”. Esta técnica foi resumida no Capítulo 2 e apresenta inúmeras vantagens como a inclusão da capacidade finita, sequenciamento em vários sentidos e a inclusão das prioridades na ordem de fabrico.

O software Manufactor permite, ao utilizador, seleccionar qual o método de calendarização que deseja aplicar para uma determinada ordem de fabrico (a figura 32 disponibiliza a interface gráfica da aplicação, onde poderá ser definido o método de calendarização).

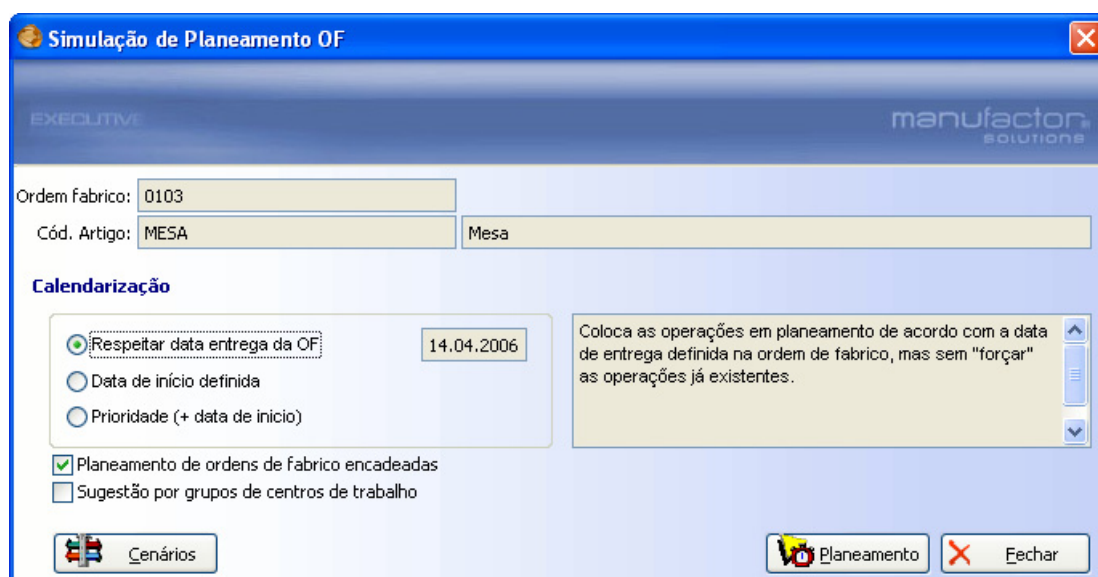


Figura 32 - Opções de calendarização do software Manufactor

De seguida, serão apresentados os métodos de calendarização disponíveis no software Manufactor.

#### 4.4.2. Sentido FIM->INICIO (data de entrega)

A calendarização no sentido do “fim para o início” permite avaliar se existe capacidade produtiva para uma determinada quantidade de um produto para uma determinada data de entrega; e permite responder à pergunta “É possível produzir e entregar o produto nesta data?”.

Este tipo de calendarização engloba um conjunto de passos, representados graficamente na figura 33.

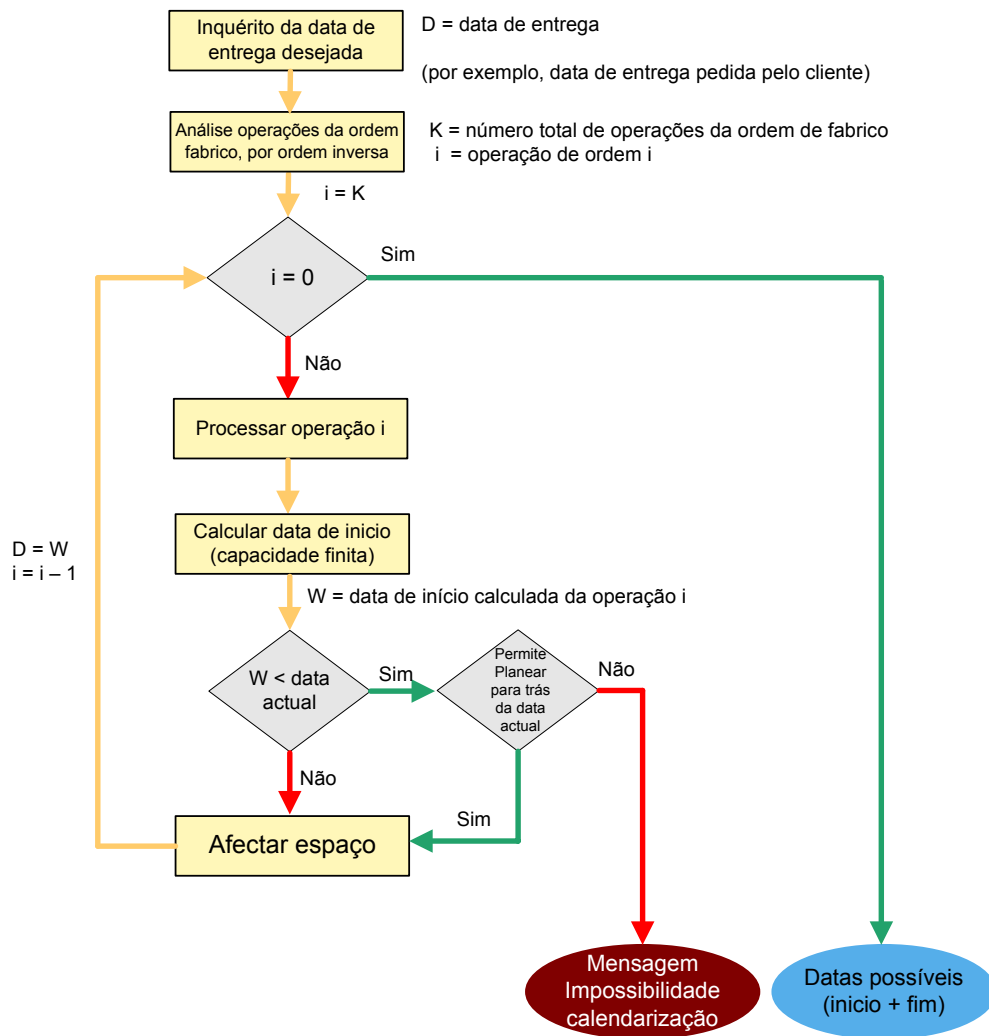


Figura 33 - Algoritmo de calendarização no sentido FIM->INICIO

A figura 34 apresenta um gráfico exemplificativo deste tipo de calendarização. As barras mais escuras representam operações de ordens de fabrico já calendarizadas, enquanto a barra mais clara representa uma operação de uma nova ordem de fabrico, que será calendarizada no sentido FIM->INICIO.

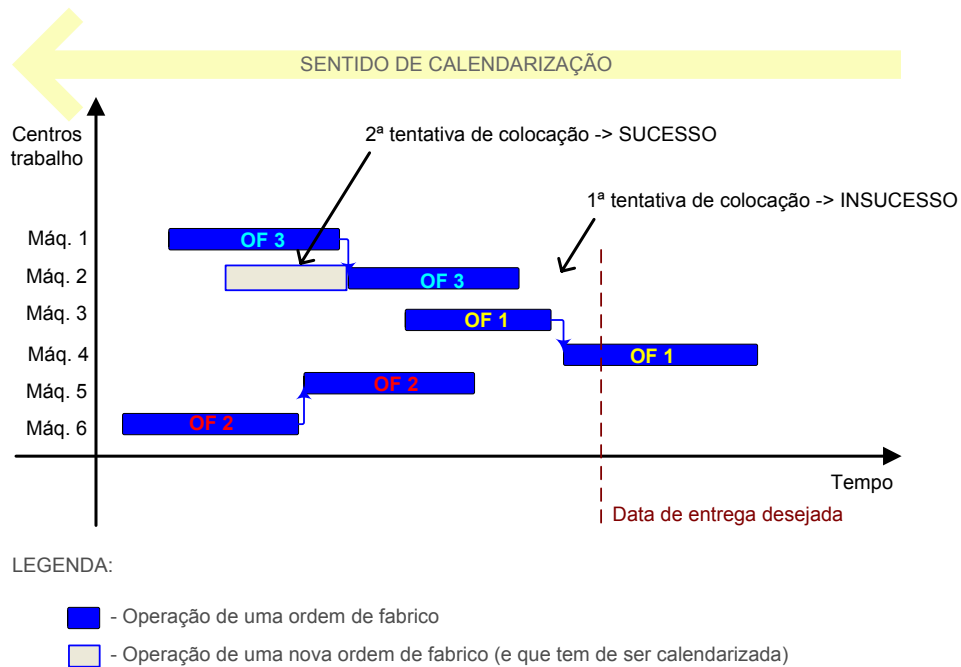


Figura 34 - Exemplo de calendarização no sentido FIM->INICIO

A primeira tentativa de calendarização não é bem sucedida, pois o tempo disponível (entre a data final da 2ª operação da ordem de fabrico OF3 e a data de entrega) não é suficiente para incluir a nova operação. Desta forma, o software Manufactor pesquisa uma nova data de fim possível (neste caso, corresponde à data de início da 2ª operação da ordem de fabrico OF3).

Caso consiga encontrar um espaço disponível, a operação é assignada a esse espaço, continuando o processamento para a próxima operação (neste tipo de calendarização, corresponde à operação de ordem anterior, visto serem processadas por ordem inversa).

#### 4.4.3. Sentido INICIO>FIM (data de início definida)

A calendarização no sentido do “início para o fim” permite avaliar a capacidade produtiva para produzir uma determinada quantidade de um produto; e permite responder à pergunta “Quando será possível produzir e entregar este produto?”.

Este tipo de calendarização engloba um conjunto de passos, representados graficamente na figura 35.

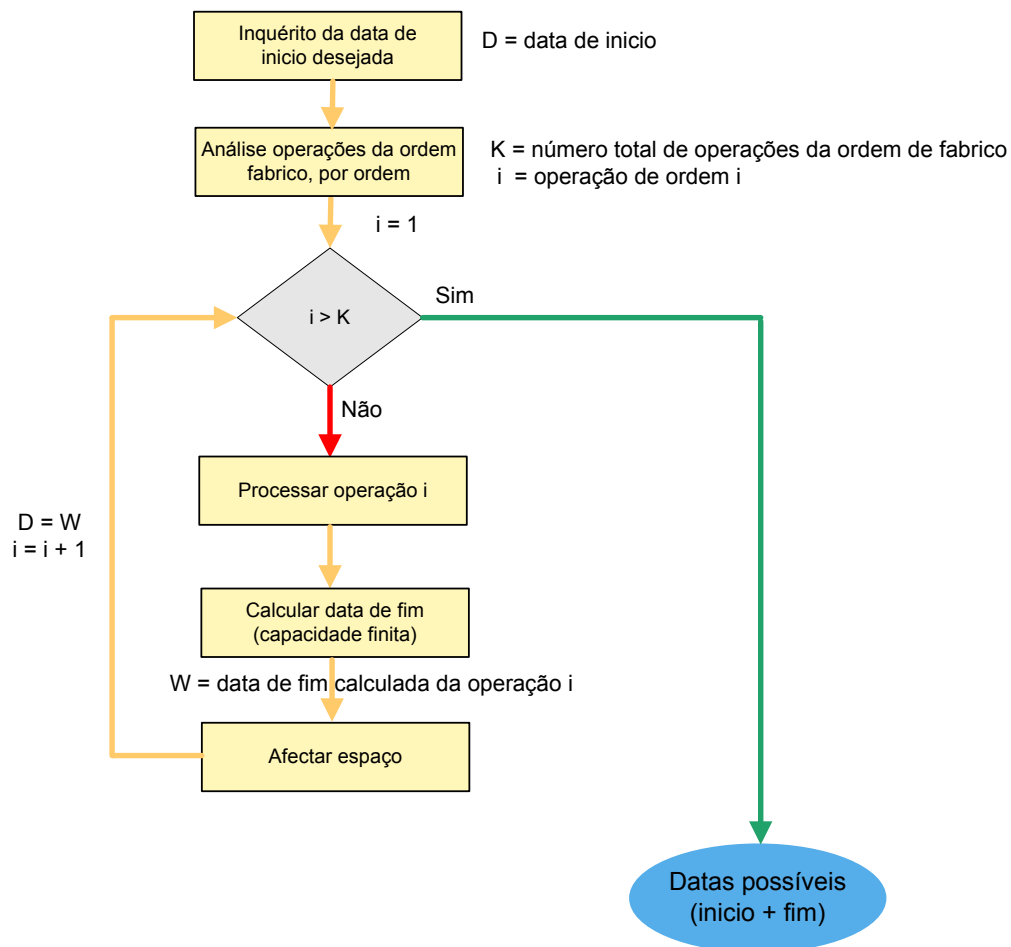
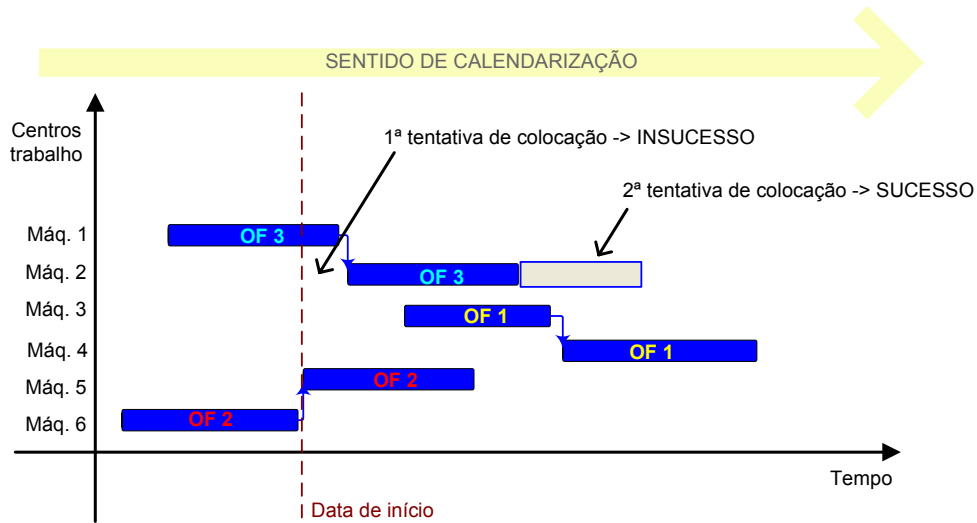


Figura 35 - Algoritmo de calendarização no sentido INICIO>FIM

A figura 36 apresenta um gráfico exemplificativo deste tipo de calendarização. As barras mais escuras representam operações de ordens de fabrico já calendarizadas, enquanto a barra mais clara representa uma operação de uma nova ordem de fabrico, que será calendarizada no sentido INICIO->FIM.



LEGENDA:

- Operação de uma ordem de fabrico
- Operação de uma nova ordem de fabrico (e que tem de ser calendarizada)

**Figura 36 - Exemplo de calendarização no sentido INICIO->FIM**

A primeira tentativa de calendarização não é bem sucedida, pois o tempo disponível (entre a data de início e a data inicial da 2ª operação da ordem de fabrico OF3) não é suficiente para incluir a nova operação. Desta forma, o software Manufacturer pesquisa uma nova data de início possível (neste caso, corresponde à data de fim da 2ª operação da ordem de fabrico OF3).

Caso consiga encontrar um espaço disponível, a operação é assignada a esse espaço, continuando o processamento para a próxima operação.

#### 4.4.4. Sentido INICIO>FIM (data de início definida + prioridade)

A calendarização no sentido do “início para o fim com índice de prioridade” permite avaliar a capacidade produtiva para produzir uma determinada quantidade de um produto, respeitando os índices de prioridade das ordens de fabrico; e permite responder à pergunta “Quando será possível produzir e entregar este produto, considerando as prioridades das ordens de fabrico?”.

Este tipo de calendarização engloba um conjunto de passos, representados graficamente na figura 37.

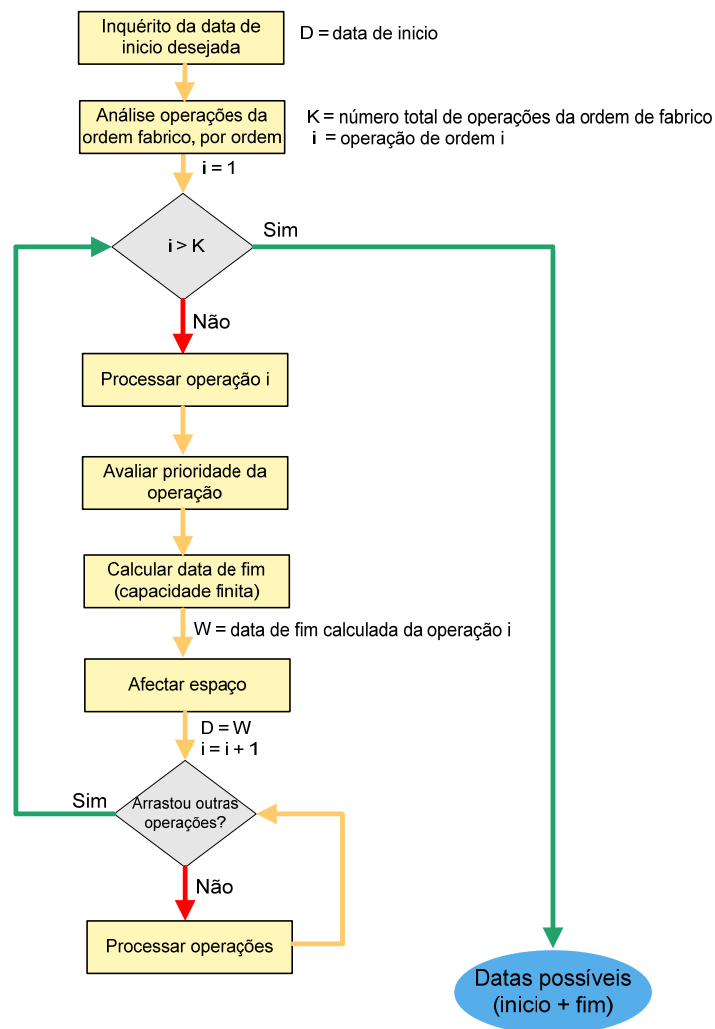
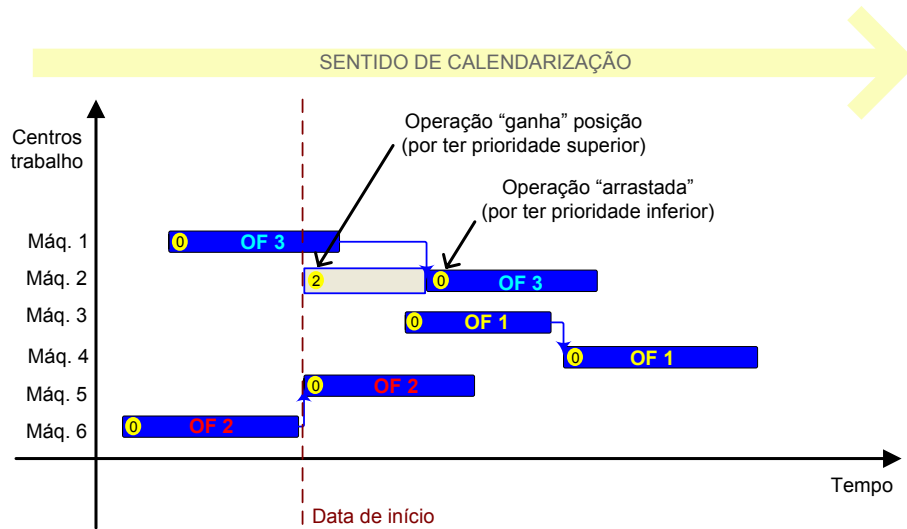


Figura 37 - Algoritmo de calendarização no sentido INICIO>FIM, considerando prioridades das OFs



A figura 38 apresenta um gráfico exemplificativo deste tipo de calendarização. As barras mais escuras representam operações de ordens de fabrico já calendarizadas (neste caso, todas com a prioridade mais baixa -> zero), enquanto a barra mais clara representa uma operação de uma nova ordem de fabrico, que será calendarizada no sentido INICIO->FIM, respeitando a prioridade das operações já existentes.



LEGENDA:

- Operação de uma ordem de fabrico
- Operação de uma nova ordem de fabrico (e que tem de ser calendarizada)
- Índice de prioridade de uma ordem de fabrico

Figura 38 - Exemplo de calendarização no sentido INICIO->FIM, considerando prioridades das OFS

À primeira tentativa de calendarização, o software Manufactor avalia a prioridade da operação que esteja a entrar em conflito (neste caso, a 2ª operação da ordem de fabrico OF3) com a nova operação. Caso seja de prioridade inferior, a nova operação é assignada ao centro de trabalho, arrastando a operação em conflito para uma nova data (imediatamente a seguir à data de fim da operação da nova ordem de fabrico).

Neste tipo de calendarização (e ao contrário dos dois primeiros) poderão ser efectuadas alterações às operações de ordens de fabrico já existentes.

#### 4.4.5. Sentido INICIO->FIM (vários cenários possíveis)

A calendarização no sentido do “início para o fim com cenários” permite avaliar a capacidade produtiva para uma determinada quantidade de um produto, avaliando diversos cenários possíveis (processo de cálculo mais lento); e permite responder à questão “Qual o melhor caminho (tempo e/ou custos) para produzir e entregar este produto?”.

Este tipo de calendarização engloba um conjunto de passos, representados graficamente na figura 39.

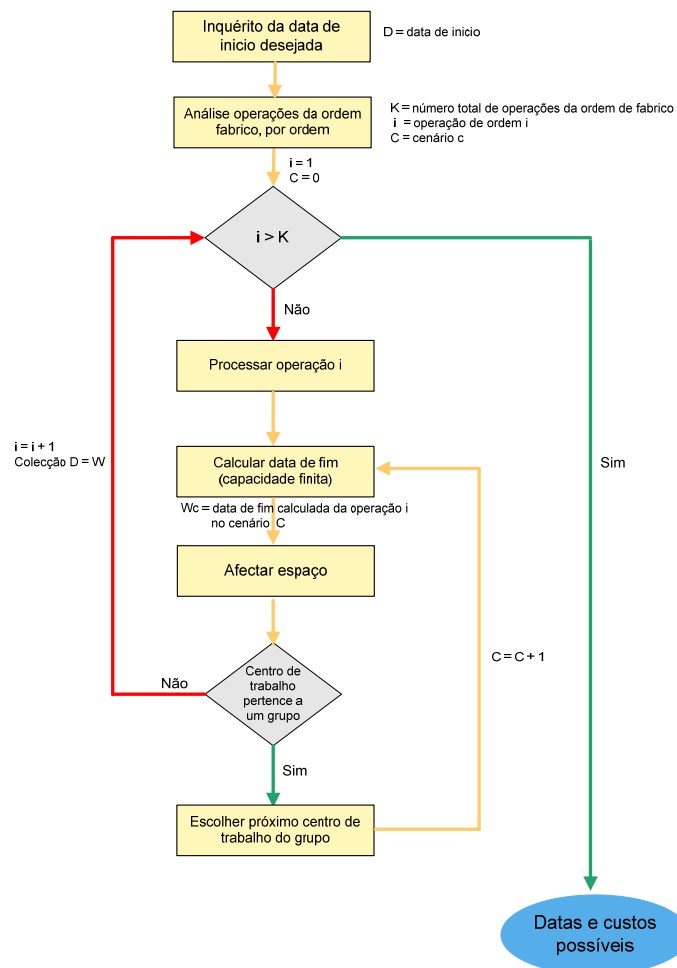


Figura 39 - Algoritmo de calendarização no sentido INICIO->FIM, com simulação de Cenários

#### 4.5. Restrições de calendarização

Os processos de calendarização disponibilizados pelo software Manufacturer (apresentados na secção anterior) baseiam-se no cálculo de tempo útil do centro de trabalho. No entanto, o software Manufacturer disponibiliza ainda mais dois tipos de restrição (mão-de-obra e matérias-primas). Analisemos, detalhadamente, cada um deles.

##### 4.5.1. Tempo útil do centro de trabalho

Qualquer calendarização ou arraste de operações efectuadas no software Manufacturer invoca o processo de cálculo de tempo útil do centro de trabalho. Este processo envolve várias definições que serão apresentadas, de uma forma gráfica, na figura 40.

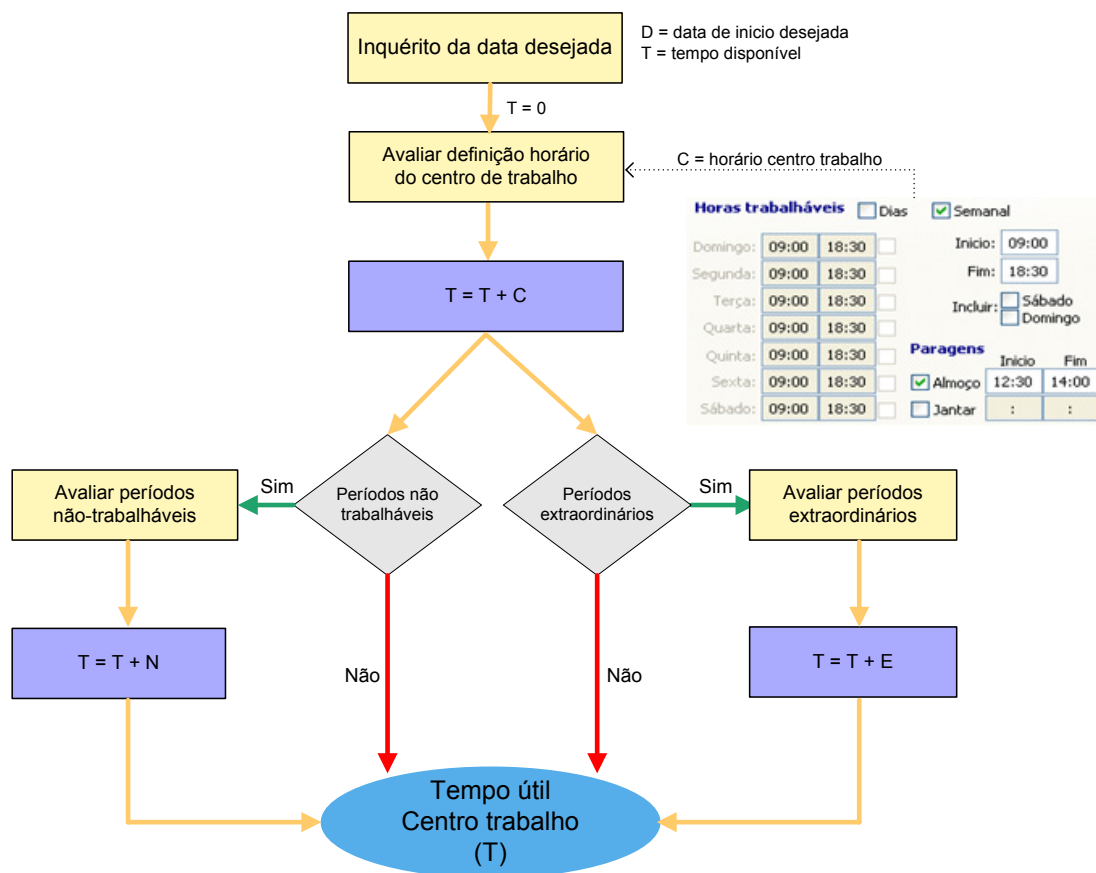


Figura 40 - Algoritmo de cálculo do tempo útil do centro de trabalho

Como representado na figura 40, o software Manufactor analisa o horário definido para o centro de trabalho, deduzindo os dias e paragens não-trabalháveis e obtendo o tempo útil (em minutos) do centro de trabalho.

Ao valor calculado é possível ainda deduzir o tempo de períodos não-trabalháveis (como por exemplo, paragens pré-definidas, férias, feriados, etc) e incrementar o tempo de períodos extraordinários (como por exemplo, turno nocturno durante uma semana de lançamento de uma colecção).

Associado a cada centro de trabalho é possível definir um coeficiente de eficiência (por defeito, a 100%) que pode influenciar (pela activação de um parâmetro da aplicação) o cálculo do tempo útil do centro de trabalho.

O apuramento do tempo útil de um centro de trabalho é um dos cálculos mais importantes no software Manufactor, devido à metodologia de calendarização utilizada por esta aplicação.

#### **4.5.2. Disponibilidade de mão-de-obra**

Associado ao cálculo do tempo útil de um centro de trabalho, o software Manufactor permite (mediante activação de um parâmetro da aplicação) a inclusão da restrição da mão-de-obra na calendarização das operações das ordens de fabrico.

O processo baseia-se na atribuição de uma lista possível de funcionários a cada operação de uma ordem de fabrico (que poderão “derivar” da estrutura da ficha técnica de artigos). Em cada operação da ordem de fabrico deverá ser indicado o número de funcionários necessários para a sua execução, para que a calendarização avalie correctamente a necessidade de mão-de-obra.

O processo de cálculo desta restrição envolve um conjunto de passos representados graficamente na figura 41 (o método de calendarização usado foi no sentido INICIO>FIM).

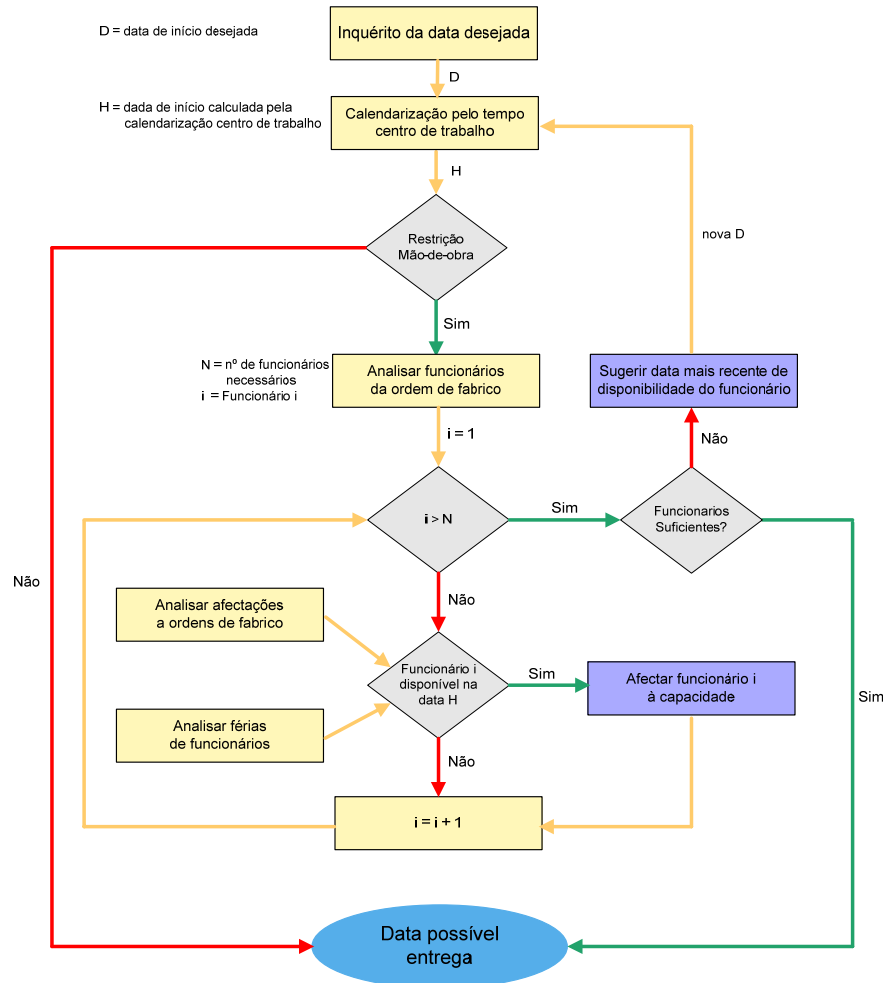


Figura 41 - Algoritmo de cálculo da restrição de mão-de-obra

O software Manufactor analisa a afectação de cada funcionário a operações de ordens de fabrico já confirmadas anteriormente, bem como as marcações das férias (aprovadas pelo responsável), de forma a avaliar quais os funcionários disponíveis para a data em questão. Caso não exista disponibilidade de mão-de-obra para a data proposta, o software Manufactor propõe uma data disponível do 1º funcionário livre, e o processo de cálculo é novamente executado.

### 4.5.3. Disponibilidade de matéria-prima

Associado ao cálculo do tempo útil de um centro de trabalho, o software Manufacturer permite (mediante activação de um parâmetro da aplicação) a inclusão da restrição das matérias-primas.

O processo de cálculo desta restrição envolve um conjunto de passos representados, de uma forma gráfica, na figura 42 (o método de calendarização usado foi no sentido INICIO->FIM).

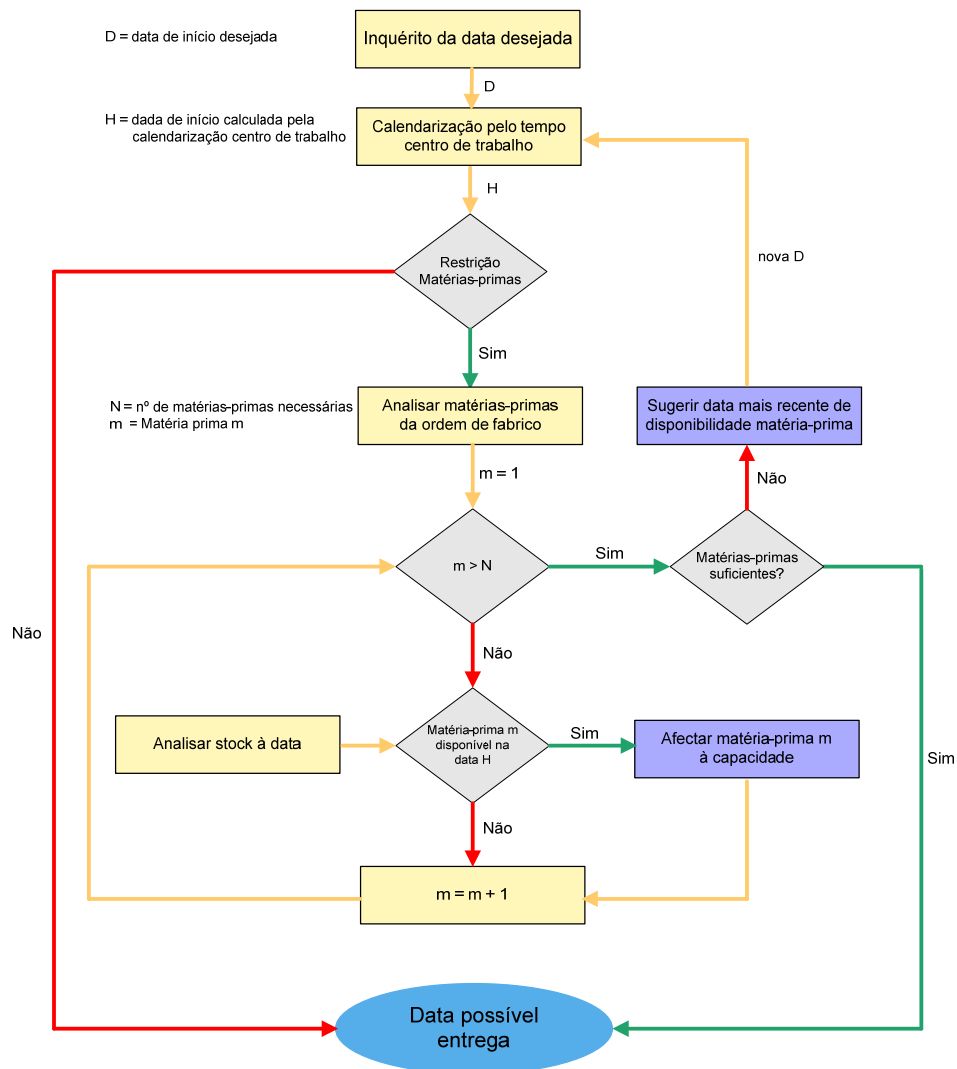


Figura 42 - Algoritmo de cálculo da restrição de matérias-primas

O processo baseia-se na análise da lista de materiais (BOM) da ordem de fabrico. Para cada matéria-prima indicada na lista de materiais, é efectuada uma análise de stocks à data.

Caso não possua stock de matérias-primas na data sugerida pela calendarização, são sugeridas encomendas a fornecedores das mesmas, respeitando a regra geral de aplicação das datas de encomenda (e *lead times* previstos, por artigo e fornecedor).

Caso a data de pedido de encomenda calculada anteceda a data actual, a calendarização pesquisa qual a próxima data disponível em que o stock de todas as matérias-primas seja suficiente (pela análise de stocks à data). Após encontrar as datas que satisfaçam os dois métodos de calendarização (tempo útil e capacidade de matéria-prima), são sugeridas encomendas a fornecedores das mesmas.

A inclusão da restrição de capacidade de matérias-primas na calendarização das operações oferece, ao gestor de produção, uma gestão integrada das necessidades de recursos para planeamento de produção e da sua gestão de stocks. Este procedimento reduzirá, certamente, a necessidade de execução periódica de cálculos de MRP para avaliar as necessidades de stock e permitirá ao gestor uma maior sustentabilidade nas suas decisões.

#### **4.6. Análise da metodologia dos ERPs na resposta a pedidos de encomenda**

Nesta secção será apresentada a análise efectuada (com recurso aos interfaces disponibilizados pelos sistemas informáticos em estudo) aos sistemas e o seu grau de resposta aos pedidos de encomenda dos clientes.

Os sistemas de informação seleccionados para o estudo foram:

- Manufactor (integrado com software PHC);
- Microsoft Navision 4.0
- SAP R/3

A análise dos sistemas envolveu a utilização directa dos mesmos, na tentativa de criação de um exemplo real, nas seguintes competências:

- Ficha de produto
- Lista de materiais (BOM)
- Rotas de produção (gamas operatórias)
- Centros de Trabalho  
(Para análise da definição de tempos úteis do centro de trabalho para carga de operações)
- Encomenda de cliente
- Análise de disponibilidade de material (ATP)  
(Para análise da “interacção” disponibilizada ao utilizador na resposta ao cliente)
- Análise de disponibilidade de capacidade produtiva (CTP)  
(Para análise da “interacção” disponibilizada ao utilizador na resposta ao cliente)
- Análise e processamento de necessidades (MRP)  
(Para análise e processamento das necessidades de materiais e sub-produtos face à confirmação do pedido)

Para centrarmos a nossa atenção na temática desta tese, apenas são disponibilizadas as interfaces relativas à gestão de pedidos de encomenda. As restantes interfaces secundárias (ficha de produto, lista de materiais, gamas operatórias, esquema em árvore, etc) foram incluídas, para cada sistema, na secção de Anexos.

Como conclusão desta secção, será apresentado um quadro comparativo das funcionalidades base da gestão de pedidos de encomendas, dos quatro sistemas de informação analisados.

#### **4.6.1. Software Manufacturer**

O software Manufacturer poderá trabalhar de modo isolado (*stand-alone*) mas, quando integrado com o software PHC, “torna-se” numa solução de abrangência global à empresa.



O tratamento de pedidos de encomenda é processado no software PHC (embora o software Manufactor disponibilize um interface de encomendas de cliente, não o disponibiliza quando está integrado com software de gestão comercial da PHC). A figura 43 apresenta a interface de registos de pedidos de encomenda no software PHC.

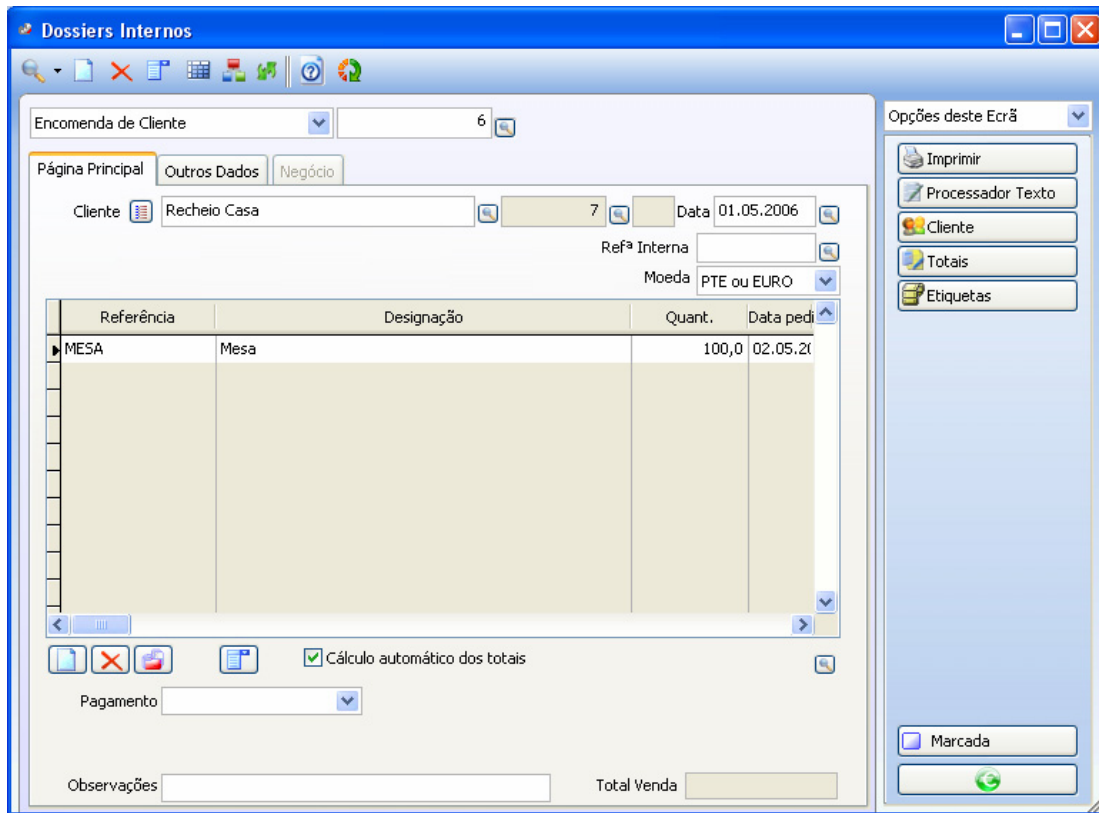


Figura 43 – Ecrã de encomendas de cliente (software PHC)

O software PHC não disponibiliza (como uma funcionalidade *standard* do sistema) uma rotina de ATP para validação de existências para a data indicada no pedido de encomenda. No entanto, disponibiliza ferramentas de desenvolvimento que permitem implementar uma funcionalidade deste tipo.

Mas, recorrendo ao software Manufactor, o utilizador poderá obter uma rápida análise das quantidades em stock para uma determinada data, recorrendo a uma interface completa e de fácil manuseamento (apresentada na figura 44). Esta interface permite também avaliar o

volume de stock de um artigo, ajustante e a montante de um determinado período, a definir pelo utilizador.

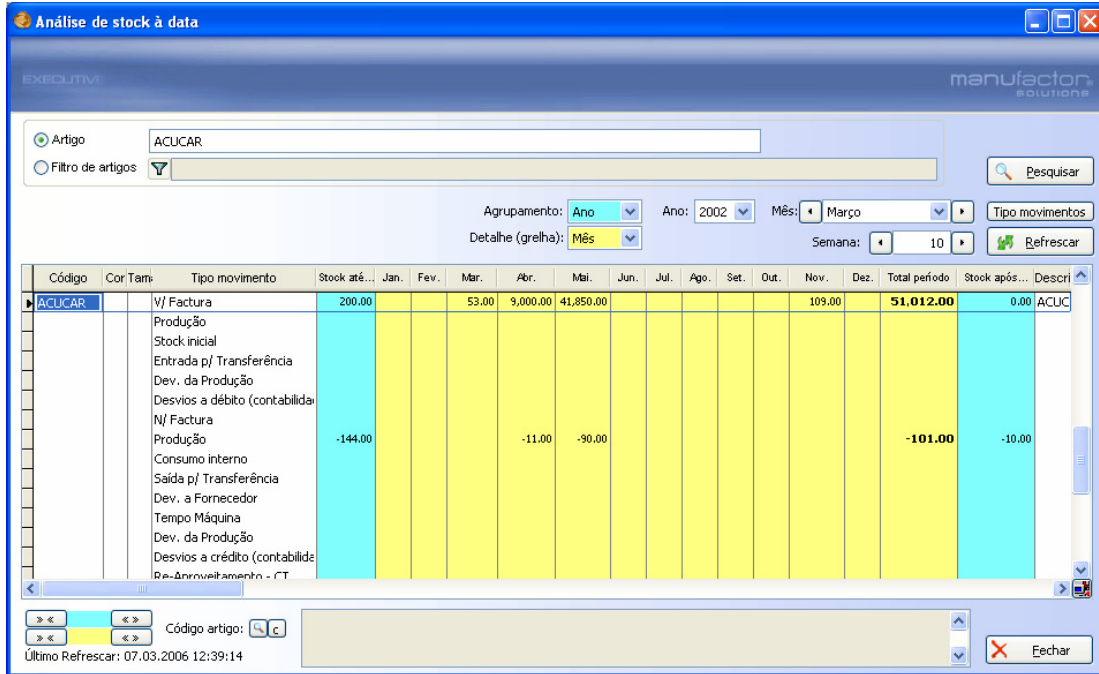


Figura 44 - Análise de stock à data (ATP) no software Manufactor

No entanto, não deixa de ser um processo manual (que obriga o utilizador a validar o stock por períodos), quando deveria ser automático e devolver uma data possível de entrega ao utilizador.

Em relação ao CTP para a gestão de encomendas, o software Manufactor (e como apresentado nas secções anteriores) disponibiliza alguns métodos avançados de calendarização e restrição de capacidade, que seriam úteis para serem usados pelo software PHC na interface de encomendas de cliente.

O cálculo da data de entrega com recurso à capacidade produtiva pode ser efectuado no ecrã de Ficha de Produto (opção Cálculo de Custos), no ecrã de confirmação de Ordens de Fabrico e no ecrã de MRP.

A figura 45 apresenta a interface de cálculo de custos no software Manufactor. Este ecrã permite uma análise pormenorizada dos custos de matérias-primas e centros de trabalhos, por vários critérios de custo, para o 1º nível ou todos (*Dynamic BOM*) e por alternativa de produção.

Versões	Código	Descrição	Quant.	Unid.	Preço Unit.	Total
<b>CT. TRAB.</b>						
	EQM4	Equipa de montagem 4	25.00	Horas	2.960	74.000
	EQM5	Equipa de montagem 5	33.33	Horas	2.960	98.667
	EMBALAGEM	EMBALAGEM / EXPEDICAO	20.00	Horas	1.297	25.938
		<b>SubTotal</b>	<b>78.33</b>			<b>198.605</b>
<b>COMPONENTES</b>						
	CTPS	Tampo superior (Versão Base)	100.00	Un	0.000	0.000
	CGAV	Gaveta de madeira (Versão Base)	200.00	Un	0.386	77.157
	CCX	Caixa grande de cartão (Versão B...	100.00	Un	0.000	0.000
	CPLAST	Plástico (Versão Base)	500.00	MT	0.173	86.647
	CMAD	Painel de madeira fina (Versão Base)	100.00	Un	0.561	56.139
	CTPI	Tampo inferior (Versão Base)	100.00	Un	0.000	0.000
	CPER	Pernas de madeira (Versão Base)	400.00	Un	0.669	267.620
	CINS	Instruções de montagem (Versão B...	100.00	Un	0.564	56.399
	CETIQ	Etiqueta de exterior com código de h	200.00	Un	0.377	75.400

Figura 45 - Cálculo de custos de um produto (software Manufactor)

Ainda nesta interface é possível efectuar uma simulação de calendarização para calcular a data possível de entrega (respeitando o critério de capacidade escolhido) ou “inserir” esta simulação num cálculo de MRP para averiguar as necessidades de compra e fabrico. A figura 46 apresenta estas duas opções de simulação do ecrã de cálculo de custos.

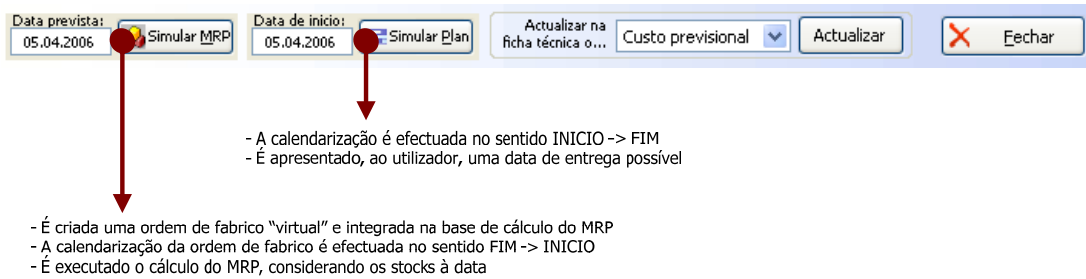


Figura 46 - Opções de calendarização e MRP no ecrã de Cálculo de Custos

Estas duas funcionalidades são muito úteis para a maioria dos utilizadores do software Manufactor pois permite, no próprio ecrã de Ficha de Produto, ter acesso às rotinas de calendarização e MRP. Uma situação prática e muito comum nas empresas industriais é a necessidade de fornecer uma data de entrega fiável, quando o cliente está em contacto directo (telefone ou reunião) com o utilizador.

Em relação a permitir o registo e avaliação de pedidos de cotação "incompletos" (ou seja, sem a totalidade dos dados necessários à produção), o software Manufactor não permite essa funcionalidade. No entanto, permite a criação de orçamentos com base em dados fictícios (matérias-primas, funcionários e centros de trabalho que não existem na empresa), mas que só podem ser calendarizados para obter uma data prevista de entrega depois de ser criada a ficha técnica do produto.

#### 4.6.2. Microsoft Navision 4

O sistema ERP da Microsoft denomina-se de Navision e é constituído por um conjunto de módulos, como resposta às necessidades dos diversos departamentos das empresas.

No menu funcional apresentado na figura 47 destacam-se os módulos de Gestão Financeira, Vendas, Compras, Armazéns, Produção, Planeamento de recursos, Serviços e Recursos Humanos.

Para estudo da gestão de pedidos de encomenda, foi focalizada toda a atenção para os módulos de Gestão de Produção, Vendas e Compras.

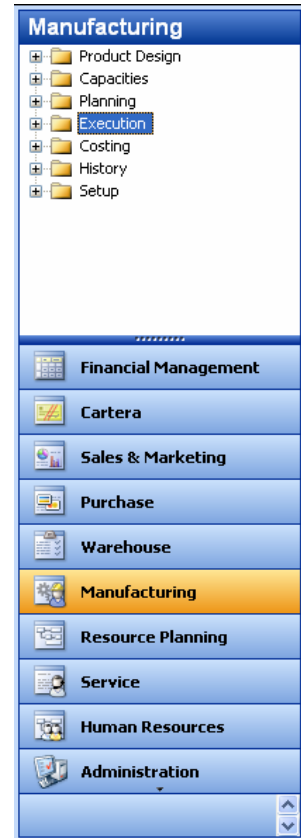


Figura 47 – Menu funcional do sistema Microsoft Navision 4.0

O sistema Microsoft Navision permite, ao registar o pedido de encomenda de cliente, efectuar uma análise de stock à data requisitada no documento (ou seja, permitindo um cálculo ATP).

Na figura 48 é apresentado um exemplo da interface de pedidos de encomenda de cliente. Para o exemplo em causa, foi requisitada uma quantidade de 200 unidades ao qual o sistema informou o utilizador que não possuía stock e só poderia satisfazer a encomenda no dia 30 do mesmo mês.

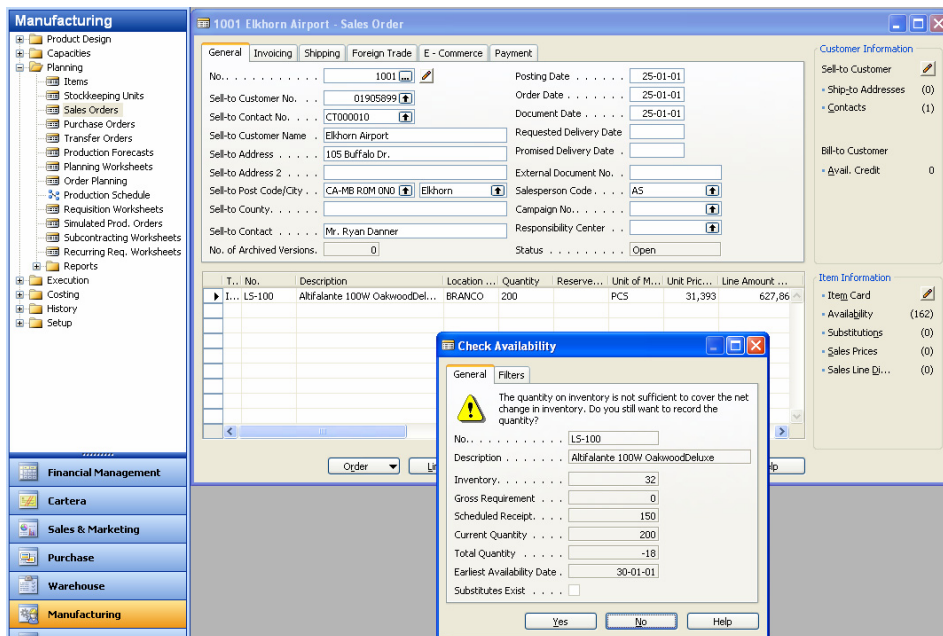


Figura 48 - Pedido de encomenda de cliente (Microsoft Navision)

O utilizador poderá ainda aceder à opção “Availability” para analisar o stock à data, representado na figura 49.

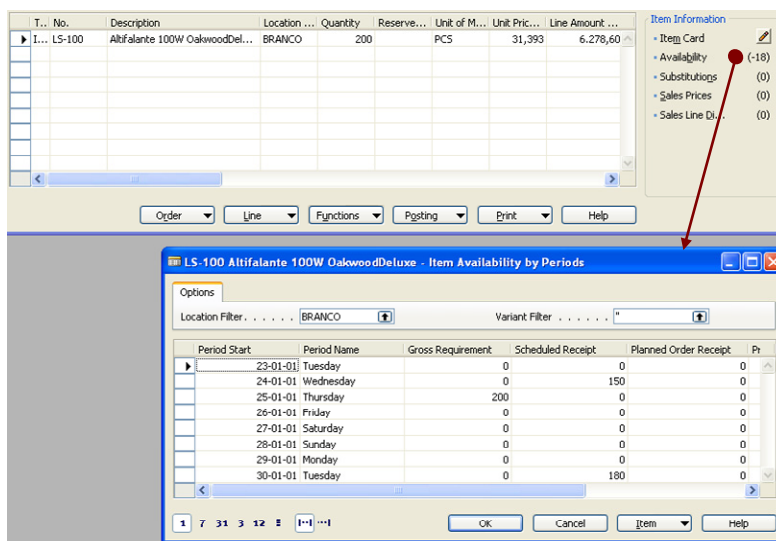


Figura 49 - Análise de stock à data

Embora já tenha sido referido que (ao digitar a quantidade de artigo no ecrã de encomendas de cliente) o sistema Microsoft Navision considera a função ATP, a verdade é que contém

uma opção específica no ecrã para o efeito. Essa opção denomina-se “Order Promising”, disponível no botão com a denominação “Line” (abrindo um novo ecrã) e permite uma análise ATP e CTP para cada linha da encomenda. Esta interface é apresentada na figura 50.

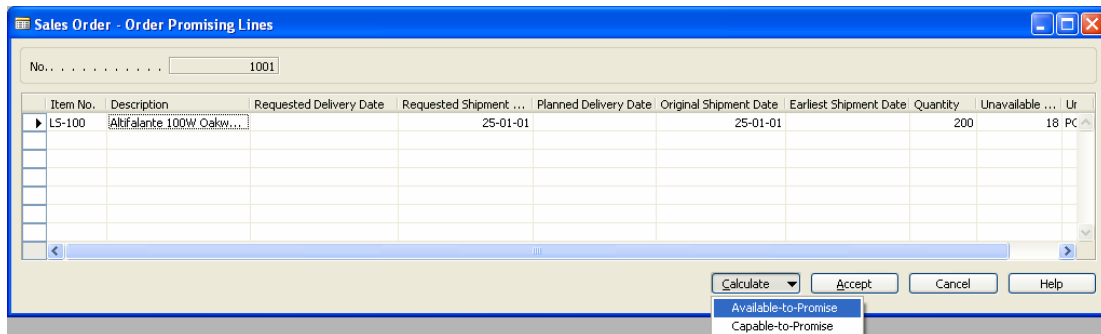


Figura 50 - Opções de avaliação de disponibilidade da encomenda

O resultado final de qualquer um destes critérios de cálculo é a sugestão de data de entrega possível. No caso do cálculo CTP, o tempo de processamento é obviamente superior, face ao número de cálculos necessários para a simulação da calendarização de ordens de fabrico para a quantidade requisitada. A figura 51 apresenta o resultado final do cálculo ATP ou CTP.

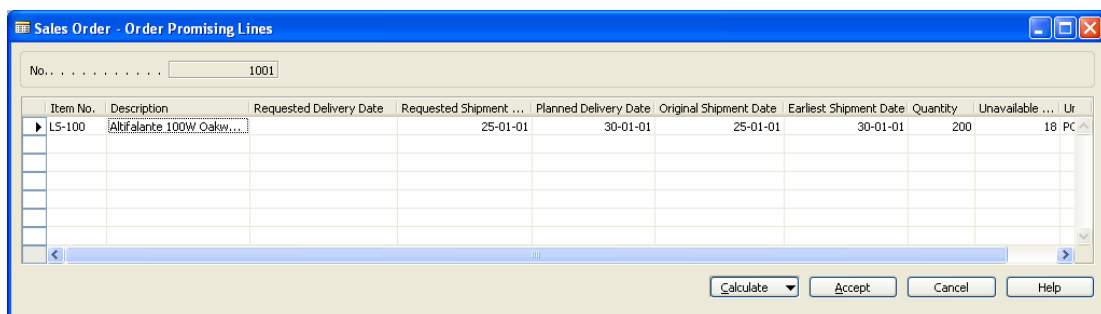


Figura 51 - Resultado de um cálculo ATP ou CTP

#### 4.6.3. SAP R/3

O sistema ERP da SAP denomina-se de SAP R/3 e é constituído por um conjunto alargado de módulos, de enorme “abrangência organizacional” e para os mais variados ramos de negócio. No menu funcional apresentado na figura 52, apenas se deu destaque ao módulo PP (Planeamento de Produção), como objecto de estudo deste trabalho.

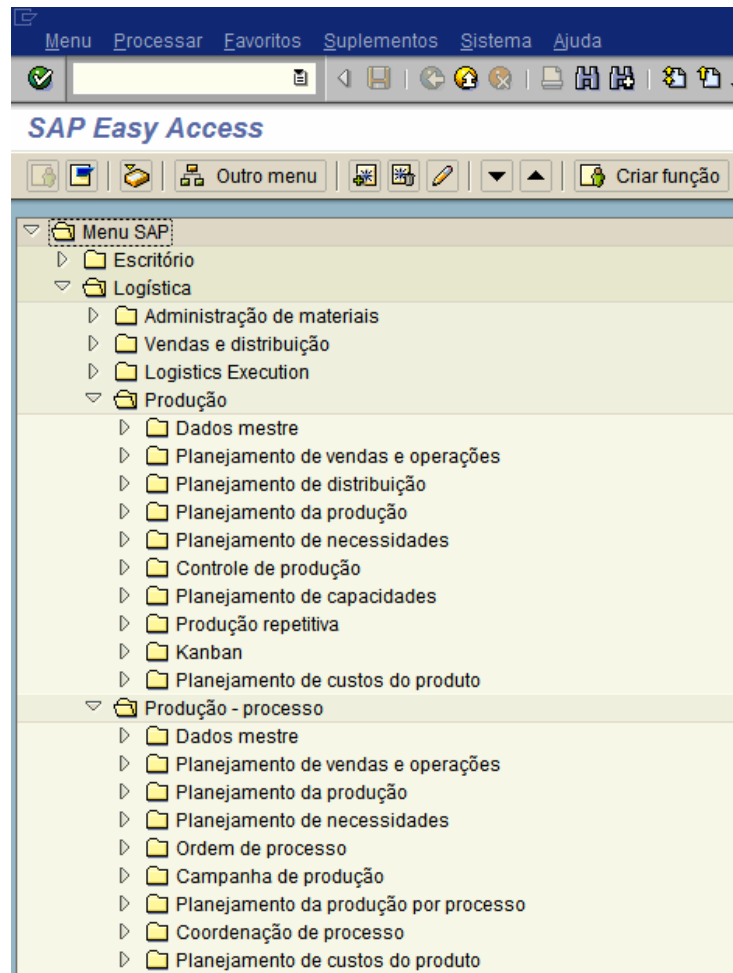


Figura 52 - Menu funcional do sistema SAP R/3

Na figura 53 é apresentado um exemplo da interface de pedidos de encomenda de cliente do sistema SAP R/3. Para o exemplo em causa, foi requisitada uma quantidade de 10 unidades do produto MESA.



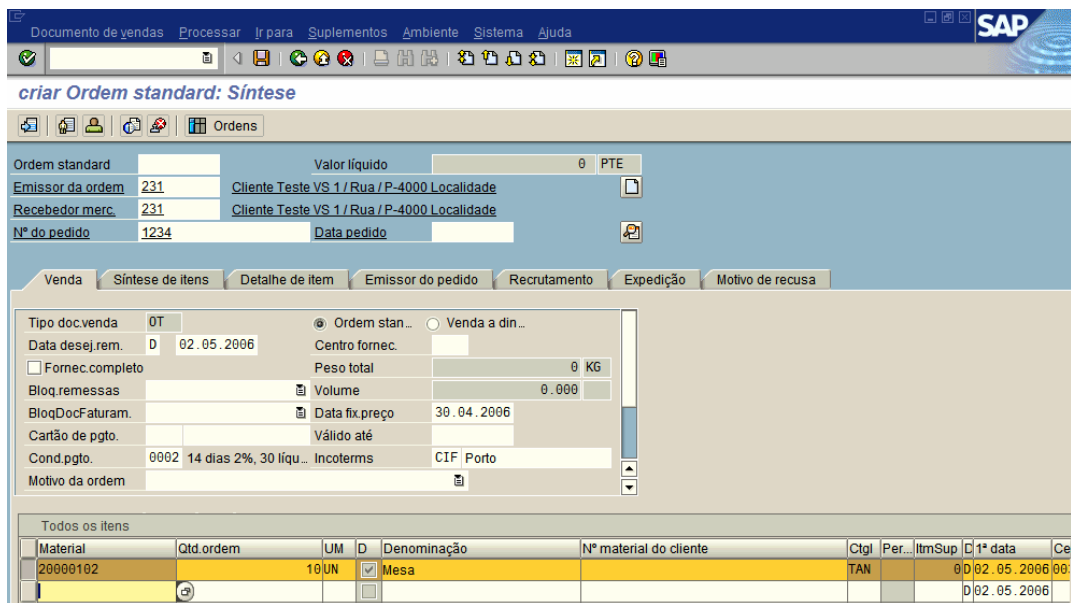


Figura 53 - Ecrã de encomendas de cliente (SAP R/3)

O sistema SAP R/3 analisa o stock existente à data (ATP) para o produto final, e fornece uma data de entrega possível, como apresentado graficamente na figura 54.



Figura 54 - Verificação de disponibilidade (ATP) para o produto

O sistema SAP R/3 permite também a verificação de disponibilidade para os componentes do produto final (opção de menu “Verificação de disponibilidade -> Material (ATP)”. Este procedimento pode ser visualizado na figura 55.

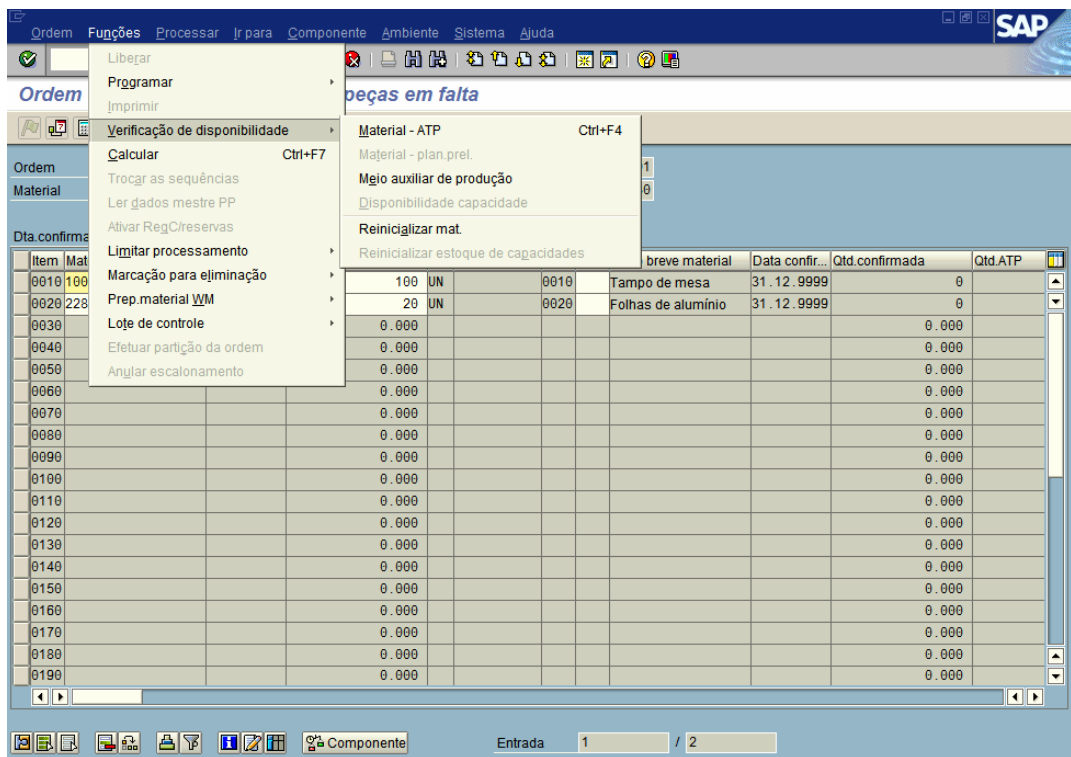


Figura 55 - Verificação de disponibilidade (ATP) para componentes

A opção CTP não foi encontrada em nenhum menu da aplicação ou em qualquer informação existente no interface da encomenda de cliente. No entanto, e recorrendo ao manual *on-line* ([Http://help.sap.com](http://help.sap.com)) do sistema SAP R/3, encontram-se algumas informações sobre as variáveis de capacidade, que nos leva a crer que são incluídas no cálculo da data de entrega.

#### 4.6.4. Resumo da análise comparativa dos ERPs

Após o estudo dos sistemas ERPs na temática de negociação de encomenda foram resumidas, na Tabela 1, as principais funcionalidades existentes em cada sistema, para uma rápida e intuitiva comparação.

Um factor importante a realçar é a subjectividade desta comparação, pois foi elaborada pela experiência prática e directa nos sistemas em causa (recorrendo a versões de demonstração), sem recorrer a especialistas destes sistemas.

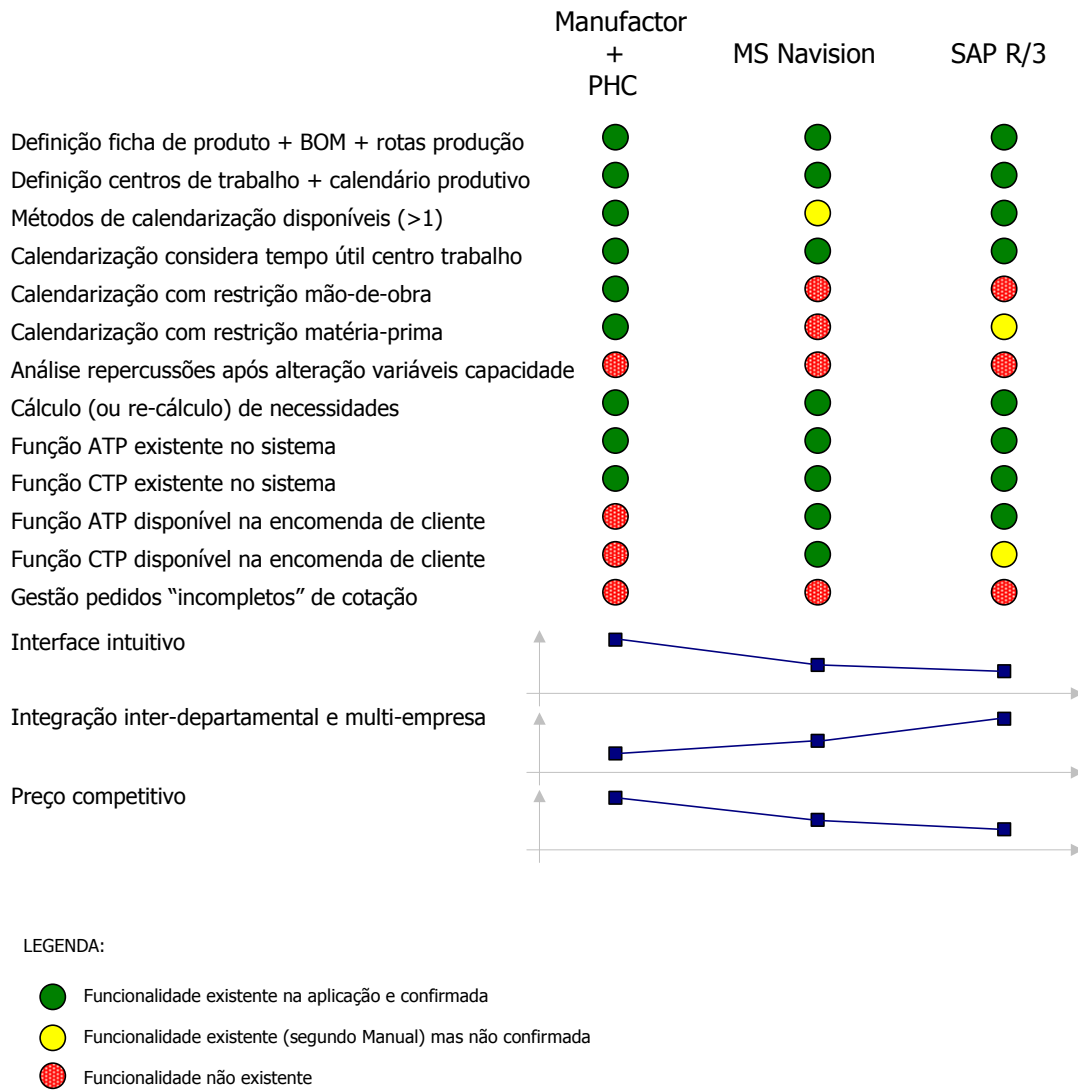


Tabela 1 - Comparação das funcionalidades (negociação de encomenda) entre sistemas ERPs

## Capítulo 5 – Abordagem proposta

Os capítulos 2 e 3 apresentaram os conceitos principais da negociação de encomenda, (resumo das recolhas bibliográficas), permitindo conhecer as actuais tendências da gestão de produção.

O capítulo anterior, ao efectuar uma análise e apresentar uma comparação entre alguns sistemas ERP do mercado, permitiu levantar alguns requisitos necessários ao software Manufactor para se colocar ao nível dos softwares internacionais analisados.

Este capítulo resume uma primeira abordagem ao problema como resultado do estudo dos capítulos anteriores e sustentada por uma metodologia realista para suporte. Como forma de garantir um grau de realismo superior, foi elaborado um inquérito sobre a negociação de encomenda e o grau de resposta dos seus sistemas de informação, enviado a 250 empresas do mercado nacional.

Uma das fases mais importantes deste capítulo é a identificação de requisitos (funcionais, não-funcionais e de informação) e a representação dos mesmos numa linguagem de modelação visual conceituada - UML<sup>15</sup>.

Este capítulo termina com a especificação de requisitos, visando a sua aplicação num protótipo.

---

<sup>15</sup> UML é o acrónimo de designação anglo-saxónica de *Unified Modelling Language* que identifica uma linguagem de modelação visual.

## 5.1. Descrição do problema

Os capítulos anteriores (2, 3 e 4) revelaram-se muito ricos em informação para analisarmos, de uma forma crítica, as funcionalidades do software Manufactor. De seguida, serão apresentados um conjunto de requisitos a colocar à empresa Manufactor Solutions como sugestões de melhoria e possíveis funcionalidades para versões actuais ou futuras.

### *Definição de prioridades (no processo de confirmação de ordens de fabrico)*

O software Manufactor disponibiliza uma definição de prioridades (às ordens de fabrico) que permite que, ao proceder à sua calendarização, as ordens de fabrico com maior prioridade sejam colocadas nas posições iniciais dos centros trabalho, “arrastando” as ordens de menor prioridade para posições posteriores.

Esta é uma funcionalidade bastante útil pois permite ao planeador antecipar o fabrico de ordens de fabrico com maior índice de prioridade. No entanto, a ordem de calendarização proposta pelo software Manufactor baseia-se na data de criação das ordens de fabrico. Para cenários em que tenhamos uma lista considerável de ordens de fabrico (com índices de prioridade distintos “espalhados” pela lista), certamente será exigido um maior esforço do sistema de calendarização (do que se fossem processadas inicialmente as ordens de fabrico de maior prioridade).

### *Análise de repercussões para re-planeamento*

Como já explicado no capítulo 4, são vários os factores (tempo útil do centro de trabalho, restrição de mão-de-obra e restrição de matéria-prima) que afectam a gestão de capacidades finitas, disponibilizado pelo software Manufactor.

Estes factores estão, por si só, também sujeitos a “pressões” que obrigam a alterações dos seus parâmetros e que devem afectar, conscientemente, a calendarização das operações. Vejamos alguns exemplos:

#### *- Tempo útil do centro de trabalho*

Qualquer alteração ao horário pré-definido ou percentagem de coeficiente de eficiência, inclusão ou eliminação de períodos não trabalháveis e/ou extraordinários poderão influenciar o tempo útil de centro de trabalho que foi usado para uma calendarização, num determinado momento.

#### *- Restrição de mão-de-obra*

Qualquer inclusão ou exclusão de um funcionário da empresa, novas faltas e/ou marcação de férias poderão influenciar uma calendarização que foi assumida pelo planeador, num determinado momento.

#### *- Restrição de matéria-prima*

Qualquer inclusão ou exclusão de uma matéria-prima na composição de um produto de uma ordem de fabrico ou alteração da data de entrega por parte do fornecedor poderão influenciar uma calendarização já assumida, num determinado momento.

Estes factores poderão ser classificados como externos à calendarização. No entanto, uma alteração na própria calendarização poderá também provocar alterações nas restrições (por exemplo: ao antecipar uma ordem de fabrico, poderemos necessitar de renegociar a data de entrega com o fornecedor).

Actualmente, e para o caso apresentado, o software Manufactor disponibiliza o processo de MRP para validação e aviso ao planeador de eventuais rupturas de Stock e necessidades de fabrico ou compra de matérias-primas.

Mas, com o cenário de análise de capacidades, exige-se que qualquer alteração dos factores seja avaliada e considerada na calendarização, com tarefas de re-planeamento para ajustamento dos prazos de entrega. Só assim, o planeador poderá assegurar o controlo contínuo da sua calendarização com recurso à capacidade produtiva.

### *Encomenda de cliente com cálculo ATP e CTP*

No capítulo 4 foi apresentado que a encomenda de cliente é registada no software de gestão comercial da PHC e o cálculo de disponibilidade de stock ou de datas de entrega de produção ficasse a cargo do software Manufactor.

Embora este procedimento seja compreendido e aceite pela maioria das empresas nacionais em que os softwares PHC e Manufactor foram implementados, pensamos que deveria ser um pouco mais integrado. Ou seja, o comercial ao registar a encomenda poderia ter, imediatamente, uma noção do prazo de entrega da mesma, para poder informar o cliente nesse preciso momento.

### *Gestão de operações diária*

Qualquer alteração de posição de uma operação (mesmo no próprio dia) provoca inúmeras alterações na calendarização, face à interligação entre as operações e ordens de fabrico (situação já descrita no capítulo 2).

No entanto, este procedimento torna-se lento e desajustado para a gestão de operações a executar num dia, pois não oferece a flexibilidade necessária ao operador de decidir aquela que ele considera como a melhor sequência (de uma forma rápida e sem afectar as operações que serão executadas nos dias posteriores).

### *Gestão de pedidos “incompletos” de cotação*

As empresas industriais que adoptam o modelo de negócio MTO deparam-se com a necessidade de garantir um compromisso de entrega aos seus clientes, ainda sem possuir o detalhe dos produtos finais. Em situações deste tipo, a lista de materiais (BOM) e rotas de produção são atributos que não podem ser levados em conta para cálculos de datas de entrega, pois só são (muitas vezes) disponibilizados numa fase bem posterior à da negociação.

Este ambiente de incerteza poderia ser minimizado se o sistema de informação disponibilizasse um conjunto de indicadores médios para simulação, bem como alguns factores críticos para o seu negócio, e conseguisse (de uma forma rápida) avaliar a sua ocupação e influência sobre os *timings* de entrega.

### **5.2. Abordagem empírica do problema**

A proposta de solução para o problema descrito consiste na adaptação do sistema de informação Manufactor aos requisitos apresentados. Para isso, propõe-se o desenvolvimento de:

- Uma nova interface de selecção e definição da ordem de confirmação das ordens de fabrico para calendarização. Automaticamente, o sistema Manufactor poderá propor uma ordem de calendarização de acordo com a ordem de prioridade associada à ordem de fabrico (que poderá “derivar” da Ficha de Produto). Desta forma, e ao efectuar previamente a calendarização das ordens de fabrico com maior prioridade, garantir-se-á que o sistema de calendarização efectuará um menor número de cálculos.



- Uma nova interface com a indicação das alterações que foram sendo registadas (alterações do tempo útil dos centros de trabalho, mão-de-obra e/ou matérias-primas). Nesta mesma interface deveriam também estar disponíveis os avisos necessários a efectuar aos fornecedores, pela alteração de posição das ordens de fabrico efectuada pelo planeador.
  
- Uma nova interface (tipo “painel de bordo”) com a possibilidade de alterar os parâmetros que afectam as rotinas de calendarização e capacidade, num ambiente de simulação, para avaliar vários cenários de planeamento possíveis. Nesta interface deveria ser possível definir os recursos críticos (centros de trabalho, funcionários, matérias-primas) e alguns indicadores (tempo médio de entrega dos componentes, percentagem de falhas nas entregas dos fornecedores, percentagem de falhas de funcionários em anos anteriores, etc), e efectuar o cálculo de vários cenários possíveis.
  
- Uma nova interface para gestão de operações do dia (alteração da sua ordem, etc) sem afectar as operações posteriores. Desta forma, o operador poderia alterar a ordem das ordens de fabrico calendarizadas pelo planeador para o seu posto de trabalho, para o dia. O sistema, ao fornecer esta flexibilidade, permitiria ao operador utilizar o seu próprio método de trabalho e gerir a sequência de operações segundo os critérios que achar mais correctos.
  
- Desenvolvimento de uma nova API<sup>16</sup> que contenha os procedimentos de cálculo de ATP e CTP do software Manufactor, para que possa ser invocada no software PHC, de forma a fornecer a data de entrega prevista ao utilizador, de uma forma imediata. Esta API poderia ser invocada numa *Tecla de Utilizador* ou num método de perda de *Focus* de um objecto do ecrã (ambos os conceitos pertencentes à *Framework* de desenvolvimento PHC).

A figura 56 apresenta, de uma forma gráfica, o esquema de fluxos abarcado pelas sugestões propostas.

---

<sup>16</sup> API é o acrónimo de designação anglo-saxónica de *Application Programming Interface* que representa o conjunto de rotinas e padrões estabelecidos por um software para utilização das suas funcionalidades por outros programas aplicativos.

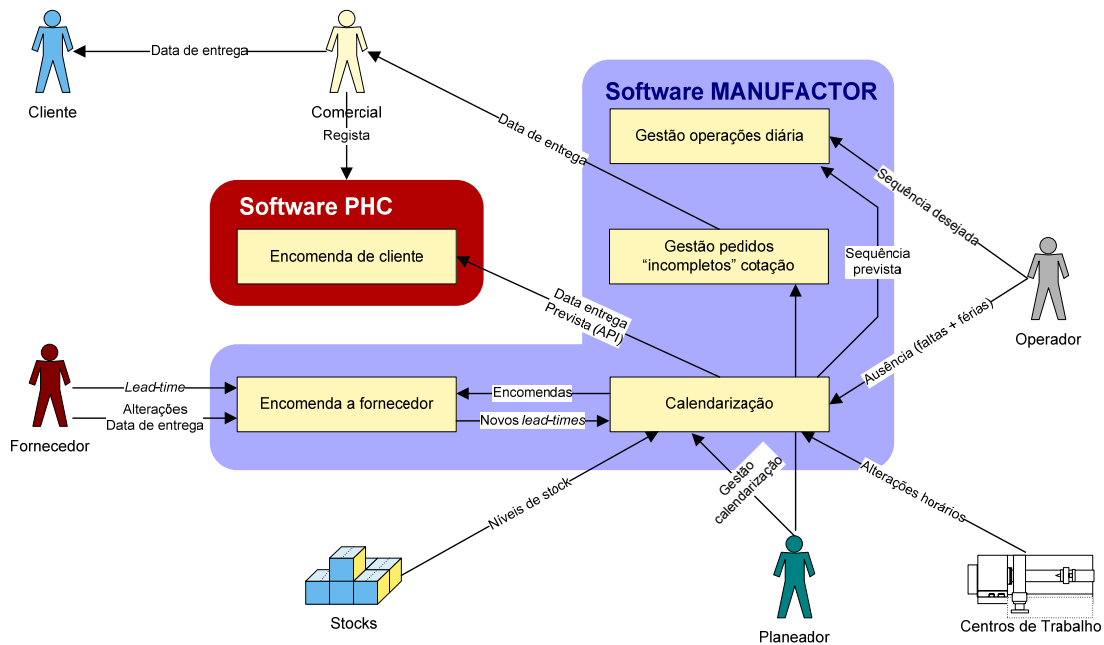


Figura 56 - Abordagem proposta para resolução do problema

A inclusão destas sugestões no software Manufactor enriqueceria em muito esta solução pois garantiria, ao planeador, um total controlo das variáveis que mais influenciam a gestão da sua produção e a fiabilidade dos prazos de entrega disponibilizados à gestão comercial.

A fiabilidade da informação provinda do planeador provocará um “efeito bola de neve” ao permitir que o departamento comercial forneça datas de entrega devidamente sustentadas, garantindo assim uma maior confiança ao cliente e potenciar futuros negócios.

### 5.3. Identificação de requisitos

#### 5.3.1. Metodologia utilizada

Para aumentar o grau de realismo da identificação de requisitos recorreu-se a uma das técnicas mais conhecidas: os inquéritos! Esta técnica obriga à criação cuidada de um conjunto de perguntas, com um fim objectivo e de fácil percepção para os inquiridos.

De seguida, são resumidos os requisitos funcionais, não-funcionais e de informação para o sistema proposto.

#### 5.3.2. Inquéritos *On-Line*

Foi elaborado um inquérito (disponibilizado na secção dos Anexos), que pediu a colaboração dos gestores de produção para responder a um conjunto de perguntas relacionadas com a utilização dos sistemas informáticos na gestão de pedidos de cotação e negociação de encomenda.

O inquérito é constituído por 24 perguntas, e organizado em três áreas bem distintas: identificação da empresa, sistemas de informação (ERP) e negociação de encomenda.

Na tentativa de contactar um maior número de empresas, de diferentes zonas geográficas de Portugal, optou-se pela realização de um inquérito *on-line* (ou seja, disponibilizado numa plataforma WWW), com vista a proporcionar as seguintes vantagens:

- Maior grau de abrangência (em termos de cobertura nacional);
- Redução de custos (com a eliminação do papel);
- Inserção directa dos resultados numa base de dados.

Para a disponibilização deste inquérito, foram analisadas algumas ferramentas gratuitas de gestão de inquéritos *on-line*:

- [Http://www.articulate.com/quizmaker.html#](http://www.articulate.com/quizmaker.html#)
- [Http://quizstar.4teachers.org](http://quizstar.4teachers.org)
- [Http://www.questionarios.com](http://www.questionarios.com)

Após uma breve análise das suas funcionalidades e aplicabilidade funcional, foi seleccionada a plataforma Questionarios.com, por não obrigar a qualquer registo no site (por parte do inquirido), disponibilizar um interface no idioma português e por apresentar os resultados recorrendo a gráficos. Apenas foi detectado um ponto negativo desta plataforma, que se resume à limitação imposta de 20 perguntas por questionário (embora, na apresentação das suas características técnicas, indique 30 perguntas como limite máximo).

Esta limitação obrigou à criação de dois inquéritos na plataforma Questionarios.com, para que fosse possível abarcar o inquérito proposto. Os e-mails (de apresentação do inquérito) enviados aos inquiridos estão disponíveis na secção de Anexos.

O inquérito foi enviado para cerca de 250 empresas industriais, dos mais variados ramos de actividade e presentes no mercado nacional. O inquérito *on-line* esteve disponível durante 3 semanas.

### **5.3.3. Resumo dos resultados obtidos dos inquéritos *On-Line***

Infelizmente, apenas 8 empresas responderam aos inquéritos (representando 3.2% como apresentado, com recurso a um gráfico, na figura 57), mostrando que os empresários portugueses não estão muito receptivos a este tipo de iniciativas. No entanto, e mesmo com uma amostra tão reduzida, obtiveram-se alguns resultados interessantes, que são apresentados a seguir.

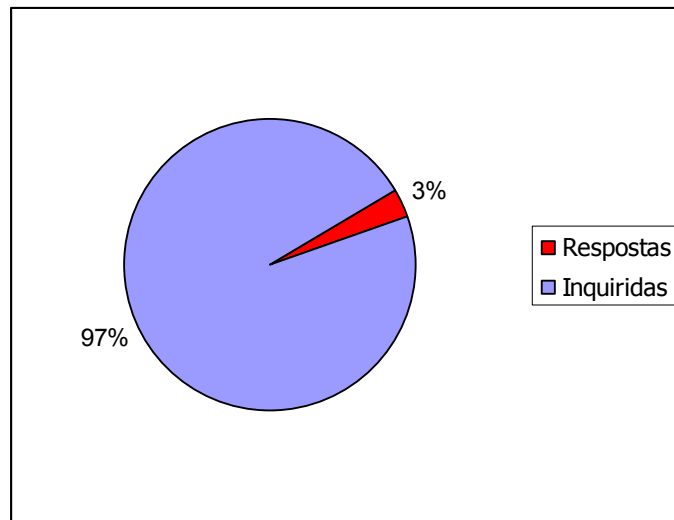


Figura 57 - Gráfico de respostas ao inquérito *On-line*

Um dos pontos que se revelaria como negativo foi a divisão em dois inquéritos, devido à limitação do Questionarios.com. Esta situação originou que algumas empresas apenas respondessem a um dos inquéritos, originando algumas inconsistências nos totais apresentados (principalmente, no segundo e mais importante inquérito).

Os resultados obtidos estão disponíveis na secção de Anexos.

No entanto, realçam-se os seguintes resultados que nos permitem formular algumas conclusões.

- 87.5% das empresas inquiridas adoptam o modelo de negócio MTO;
- Mais de 80% das empresas possuem um sistema informático integrado (na maioria dos casos, software PHC e IBM AS400; e, por último, Infologia);
- A crescente utilização do e-mail como ferramenta de recepção de pedidos de clientes;
- A importante posição do departamento de Produção na resposta a pedidos de clientes;
- A comprovada utilização de folhas de cálculo (Excel) para auxílio à resposta a pedidos de clientes;

- A utilização do algoritmo do *Dynamic BOM* na resposta a pedidos de clientes;
- A disponibilidade do centro de trabalho ser a variável mais utilizada para análise da capacidade produtiva, recorrendo à técnica de agendamento sequencial das operações para obter uma data de fim possível.

Os resultados deste inquérito são muito úteis para compreendermos os actuais procedimentos de algumas empresas industriais portuguesas.

De uma forma muito resumida, podemos concluir que a maior parte destas empresas apresenta um cuidado muito considerável com as respostas dadas aos seus clientes, pois inclui o departamento de Produção no seu processo de tomada de decisão. A utilização do *Dynamic BOM* revela uma vivência constante (e obrigatória) com a complexidade das gamas operatórias e lista de materiais. A disponibilidade do centro de trabalho continua como ponto fundamental de análise de capacidade produtiva, levando-nos a crer que a utilização dos sistemas MRP é ainda muito utilizada para analisar e evitar as rupturas de stock.

#### 5.3.4. Principais requisitos do sistema

O requisito principal do sistema de informação a desenvolver é a satisfação das exigências do sector produtivo para conseguir fornecer datas de entrega sustentadas (a encomendas ou pedidos de cotação), reduzindo assim os riscos de quebras de compromissos e garantindo a confiança por parte dos clientes para futuros negócios.

##### 5.3.4.1. Requisitos funcionais

Estes tipo de requisitos descrevem o que um sistema faz ou é esperado que faça. São os requisitos que inicialmente são levantados, abrangendo a descrição de entradas (*inputs*) e saídas (*outputs*) entre processos e interação com pessoas ou outros sistemas.

Para o novo sistema a desenvolver, foram identificados os seguintes requisitos funcionais:

##### *Gestão da capacidade*

O modelo de gestão de capacidades permite, ao planeador, a construção de cenários de planeamento muito realistas, pois consideram importantes variáveis que afectam os seus recursos. Para isso, é necessário detalhar os recursos presentes na organização que afectam a produção, como por exemplo: as máquinas, funcionários e níveis de stock de componentes. Neste modelo são também incluídos os fornecedores (embora como entidades externas) pois atribuem os *lead-times* necessários, influenciando claramente a calendarização das ordens de fabrico.

### ***Gestão de pedidos “incompletos” de cotação***

Para empresas que adotem o modelo de negócio MTO, torna-se necessário um processo mais completo para a gestão das datas de entrega. Muitas vezes, o detalhe de informação necessário para a produção só é fornecido (pelo cliente) em fases bem posteriores à negociação (por exemplo, fornecido no momento de criação da ordem de fabrico).

O novo sistema deverá permitir a identificação dos recursos críticos e disponibilizar um conjunto de indicadores que permitam, ao planeador, basear-se para auxiliar no cálculo de datas de entrega. Os indicadores disponibilizados podem incluir coeficientes de eficiência, tempos médios de entrega e, até mesmo, taxas comparativas com anos anteriores.

### ***Análise detalhada de repercussões***

À complexidade do modelo de gestão de capacidades é associado ainda o factor de repercussão que qualquer variável ou parâmetro poderá provocar. Para que o planeador esteja atento de variações possíveis de datas de entrega a clientes finais, o novo sistema deverá informá-lo das repercussões que as alterações às variáveis poderão provocar, para o auxiliar na tomada de decisão.

### ***Prazos de entrega fiáveis***

O sucesso das empresas industriais de hoje “mede-se”, em muito, pela confiança do cliente no processo negocial. A necessidade de fornecer prazos de entrega viáveis e sustentados tornou-se numa prática obrigatória a que nenhuma empresa poderá escapar. Para isso, o sistema deverá fornecer a possibilidade de avaliar a capacidade existente e o actual estado de produção de uma determinada encomenda.

### ***Flexibilidade ao nível operacional***

O processo de calendarização de operações (por parte do planeador) é efectuado de forma global, “atravessando” vários centros de trabalho e ordens de fabrico. Este processo é construído com um determinado intuito e com uma visão optimizada de recursos. No entanto, a nível local (ou seja, no próprio centro de trabalho) e no próprio dia, o operador poderá encontrar melhores soluções de sequenciamento.



Num sistema de capacidades finitas e de sequenciamento (que respeita sequência definida pelas rotas de produção) esta situação não é possível.

Pretende-se que este novo sistema permita, ao planeador, alterar a sequência das operações num centro de trabalho para um determinado dia, sem afectar as operações calendarizadas para períodos posteriores.

#### ***Maior integração entre aplicações de gestão comercial e produção (grupo PHC)***

O software Manufacturer possui procedimentos de cálculo de ATP e CTP que deveriam estar presentes no software de gestão comercial PHC para serem aplicados na gestão de encomendas de clientes e/ou pedidos de cotação. Desta forma, conseguir-se-ia uma maior integração do departamento comercial com o departamento de produção, na expectativa de trocas de sinergias e luta por um objectivo comum: a satisfação do cliente.

#### **5.3.2.2. Requisitos não-funcionais**

Este tipo de requisitos descrevem a qualidade com que o sistema deverá fornecer os requisitos funcionais, como por exemplo, medidas de desempenho como tempos de resposta, volumes de dados ou segurança.

#### ***Desempenho***

O tempo de resposta está dependente do modelo de capacidade e dos algoritmos utilizados nas rotinas de calendarização. Quanto maior for o detalhe, menor será a performance.

#### ***Modelo de capacidade dinâmico***

Um modelo dinâmico pressupõe estar-se preparado para situações imprevistas. O modelo de capacidade pretendido deverá estar preparado para avaliar todas as repercussões e adaptar-se às novas exigências da produção, garantindo uma resposta eficaz a falhas de produção, recursos ou outros factores determinantes.

### *Fiabilidade*

A fiabilidade coloca-se, neste sistema, a dois níveis: sustentabilidade da data de entrega e da segurança do sistema. O novo sistema deverá garantir que os dados fornecidos baseiam-se em indicadores verídicos e actualizados. Face à importância desta informação, o sistema deverá estar munido de um sistema de acessos de segurança a estas funcionalidades, para evitar acessos indesejáveis e não-autorizados.

### *Usabilidade*

O sistema proposto deverá disponibilizar uma interface intuitiva e de fácil utilização para qualquer utilizador.

### *Integração com outros sistemas*

A integração com outros sistemas (neste caso, o software PHC) é um ponto fulcral para que os utilizadores “sintam” que a negociação de encomendas é um processo de importância global e que afecta, claramente, o sucesso do negócio.

#### 5.3.4.3. Requisitos de informação

Este tipo de requisitos definem a estrutura de informação a utilizar para cada contexto da sua utilização.

No sistema proposto, foram identificados os seguintes requisitos:

##### *Informação sobre processo produtivo*

- Lista de materiais (BOM) e operações (rotas de produção) de cada artigo;
- Alternativas de fabrico;
- Componentes alternativos;
- Tempos de *Setup*, por centro de trabalho/artigo;

##### *Informação sobre calendário e restrições à capacidade*

- Horários de cada centro de trabalho;
- Paragens pré-definidas de cada centro de trabalho;
- Períodos não-trabalháveis e extraordinários de cada centro de trabalho;
- *Lead-times* de fornecedores, por matéria-prima fornecida;
- *Lead-times* médio de entregas de matérias-primas;
- Férias de funcionários;
- Percentagem de falhas dos funcionários, por mês, em anos anteriores;
- Níveis de stock e encomendas futuras;
- Percentagem de falhas de entregas de fornecedores, por mês, em anos anteriores;
- Lista de ordens de fabrico calendarizadas;

##### *Informação sobre procura*

- Lista de encomendas de cliente;
- Previsões de vendas.

### 5.3.5. Actores do sistema

Um actor representa uma entidade externa que interage, de alguma forma, com o sistema; e pode representar uma pessoa, um departamento, um sistema, etc. No sistema proposto, foram detectados os seguintes actores:

#### *Cliente*

Pessoa ou entidade que contacta a empresa industrial com o intuito de encomendar algo. Pode efectuar a encomenda directamente no sistema (via WWW) ou via reunião com o departamento comercial da empresa, exigindo datas de entrega fiáveis.

#### *Comercial*

Pessoa ou entidade da empresa industrial responsável pelo contacto directo com o cliente. Efectua encomendas no sistema e necessita (da parte do departamento de Produção) de prazos de entrega fiáveis e em tempo aceitável, para os poder comunicar ao cliente.

#### *Fornecedor*

Pessoa ou entidade que fornece matérias-primas para a empresa industrial. Esta entidade não tem acesso directo ao sistema.

#### *Planeador*

Pessoa responsável pelo planeamento de produção e gestão da calendarização das ordens de fabrico, sendo a principal entidade responsável pela definição dos prazos de entrega a fornecer aos comerciais.

#### *Operador*

Pessoa responsável pela execução das operações num determinado centro de trabalho.

### ***Recursos***

Conjunto de recursos (centros de trabalho e níveis de Stock) que afectam o cálculo da capacidade. Para este caso específico, corresponde a duas funcionalidades do sistema actual: Centros de Trabalho e Ficha de Produto.

### **5.4. Especificação de requisitos**

O conceito central para a modelação dos processos de negócio resume-se na utilização de casos de uso (*Use Cases*), que representa a sequência de acções executadas durante a realização de um processo de negócio. Estes processos produzem um valor para algum “cliente” do sistema em causa, denominado de actor de negócio.

Os diagramas de casos são apropriados para a fase de levantamento de requisitos, pois concentram-se na finalidade e utilidade do sistema, abstraindo-se completamente da sua organização interna. Estes diagramas são constituídos por 2 partes: o diagrama (fornece perspectiva geral das interacções do processo) e uma descrição textual (fornece um detalhe descritivo dos requisitos do processo) do diagrama.

Visto estes diagramas utilizarem uma notação muito simples, acabam por tornar-se uma ferramenta de enorme utilidade para validar e garantir com os utilizadores (“não-informáticos”) que todos possuem um entendimento comum dos requisitos. Normalmente, os casos de uso são consideradas funcionalidades do sistema, vistos pelos utilizadores.

Em sistemas mais complexos, poderão existir demasiados casos de uso para serem visualizados num único diagrama. Para isso, recorre-se ao diagrama de Pacotes, onde cada pacote (também denominado como subsistema) representa um diagrama de casos de uso, respeitante a uma determinada área ou funcionalidade do sistema.

### 5.4.1. Diagrama de Pacotes de Casos de Uso

O sistema proposto foi dividido em seis subsistemas, agrupados com base nas funcionalidades, nomeadamente *Gestão de Encomendas*, *Gestão de pedidos “incompletos” de cotação*, *Calendarização de Ordens de Fabrico*, *Modelo de Capacidades*, *Análise de repercussões* e *Gestão diária de Operações*. A figura 58 apresenta o diagrama de pacotes de casos de uso para o sistema proposto.

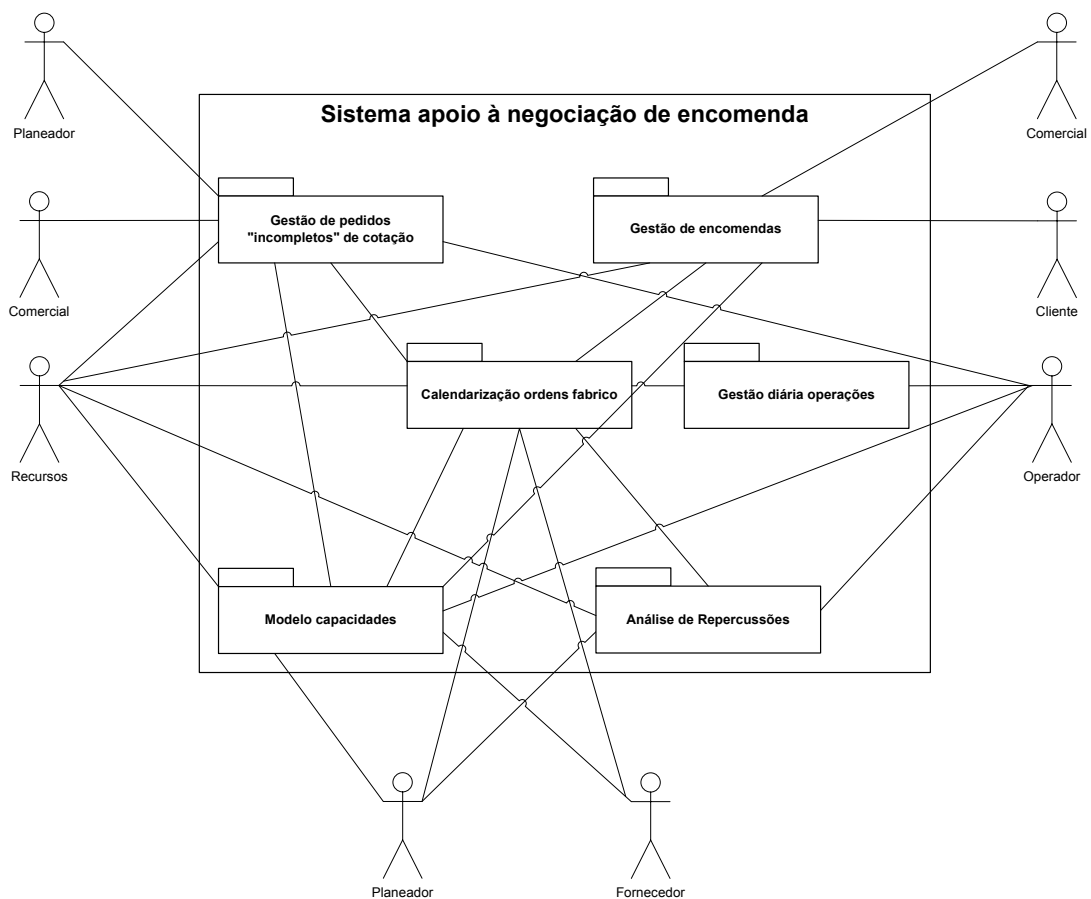


Figura 58 - Diagrama de Pacotes e Casos de Uso do sistema proposto

### ***Subsistema Gestão de Encomendas***

Este subsistema representa todas as funcionalidades relativas à gestão de encomendas do sistema. Tem como objectivo principal fornecer uma data de entrega possível e fiável ao utilizador (recorrendo ao stock previsto ou validando a sua capacidade produtiva).

### ***Subsistema Gestão de pedidos “incompletos” de cotação***

Este subsistema representa as funcionalidades relativas à gestão de pedidos de cotação que não possuem a totalidade dos dados técnicos necessários. Tem como objectivo principal fornecer, ao utilizador, uma análise das variáveis e parâmetros de estado dos seus recursos mais críticos (centros de trabalho, mão-de-obra e matérias-primas) para que possa avaliar a sua capacidade produtiva. Cabe, ao utilizador do sistema, analisar os recursos críticos necessários para responder ao pedido e, baseando-se nos dados fornecidos por este subsistema, fornecer (de uma forma sustentada) uma data de entrega possível para o pedido de cotação.

### ***Subsistema Calendarização de Ordens de Fabrico***

Este subsistema representa todas as funcionalidades relativas à calendarização das operações das ordens de fabrico. Tem como objectivo definir a ordem de prioridade e o método de calendarização das ordens de fabrico.

### ***Subsistema Modelo de Capacidades***

Este subsistema é responsável pela análise da capacidade produtiva. Tem como objectivo principal “auxiliar” todos os subsistemas que efectuem a calendarização de ordens de fabrico, ao considerar a ocupação dos centros de trabalho, mão-de-obra e matérias-primas no cálculo da data de início ou fim das operações das ordens de fabrico.

### ***Subsistema Análise de Repercussões***

Este subsistema é responsável pela análise de todas as variações que possam ocorrer nas variáveis e parâmetros que afectam o modelo de capacidades. Tem como objectivo fornecer, ao utilizador, uma análise completa das alterações ocorridas às variáveis e parâmetros críticos

do modelo de capacidade produtiva. Deverá permitir efectuar acções de re-planeamento para adaptar a calendarização global às novas condições.

### ***Subsistema Gestão diária de Operações***

Este subsistema é responsável pela definição, por parte do utilizador, da melhor sequência de operações a ser executada no centro de trabalho, para um determinado dia. Esta alteração de sequência não deverá actualizar a calendarização global.

## **5.4.2. Diagrama de Casos de Uso**

Nesta secção, são apresentados os diagramas de casos de uso e uma breve descrição sobre o funcionamento do processo. A descrição detalhada do processo está disponível na secção de Anexos.

### **5.4.2.1. Gestão de encomendas**

O subsistema de *Gestão de Encomendas* representa o “interface” do cliente com a empresa. Este contacto pode ser efectuado via reunião com o Comercial (que efectuará, posteriormente, o registo da encomenda no sistema) ou inserindo directamente no site da empresa (via *PHC dFront*). O acesso à aplicação (via acesso interno ou via WWW) requiere uma validação do utilizador, fornecida previamente. De realçar que a data prevista de entrega (calculada pelo sistema) deverá ter em conta com os modelos de capacidade produtiva da empresa.

A figura 59 apresenta o diagrama de casos de uso relativo ao subsistema Gestão de Encomendas.



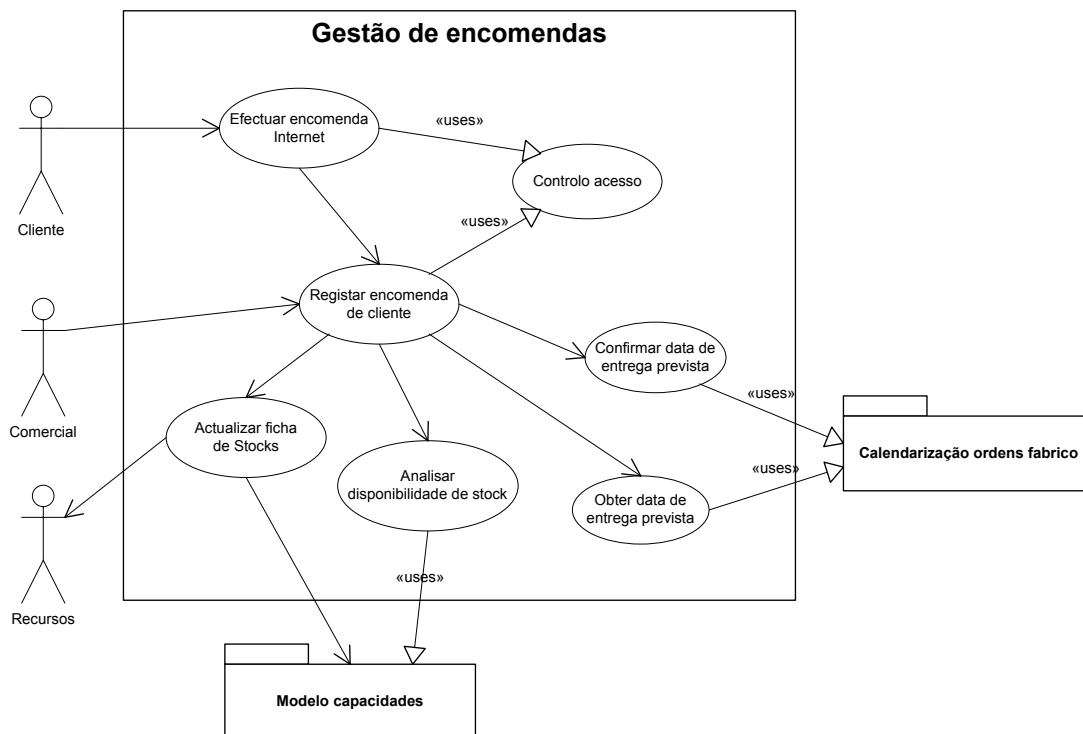


Figura 59 - Diagrama de caso de uso: Gestão de encomendas

#### 5.4.2.2. Gestão de Pedidos “incompletos” de Cotação

O subsistema de *Gestão de Pedidos “incompletos” de cotação* deverá permitir, ao planeador, analisar os centros de trabalho críticos, avaliando paragens previstas e obtendo rácios de eficiência e rentabilidade (calculado em função de anos anteriores). O sistema deverá também disponibilizar um conjunto de indicadores fundamentais à negociação com fornecedores, como por exemplo, taxas de falhas de entrega de matérias-primas. O sistema deverá disponibilizar análises sobre mão-de-obra crítica, avaliando as necessidades por categorias de funcionários e taxas de faltas de comparência inesperadas.

Após a disponibilização de uma data de entrega, o sistema deverá reservar (caso o cliente o deseje) o “espaço” de planeamento calculado (por 1 ou 2 dias), para permitir que o cliente analise e decida se avança efectivamente com a encomenda.

A figura 60 apresenta o diagrama de casos de uso relativo ao subsistema de Gestão de pedidos “incompletos” de Cotação.

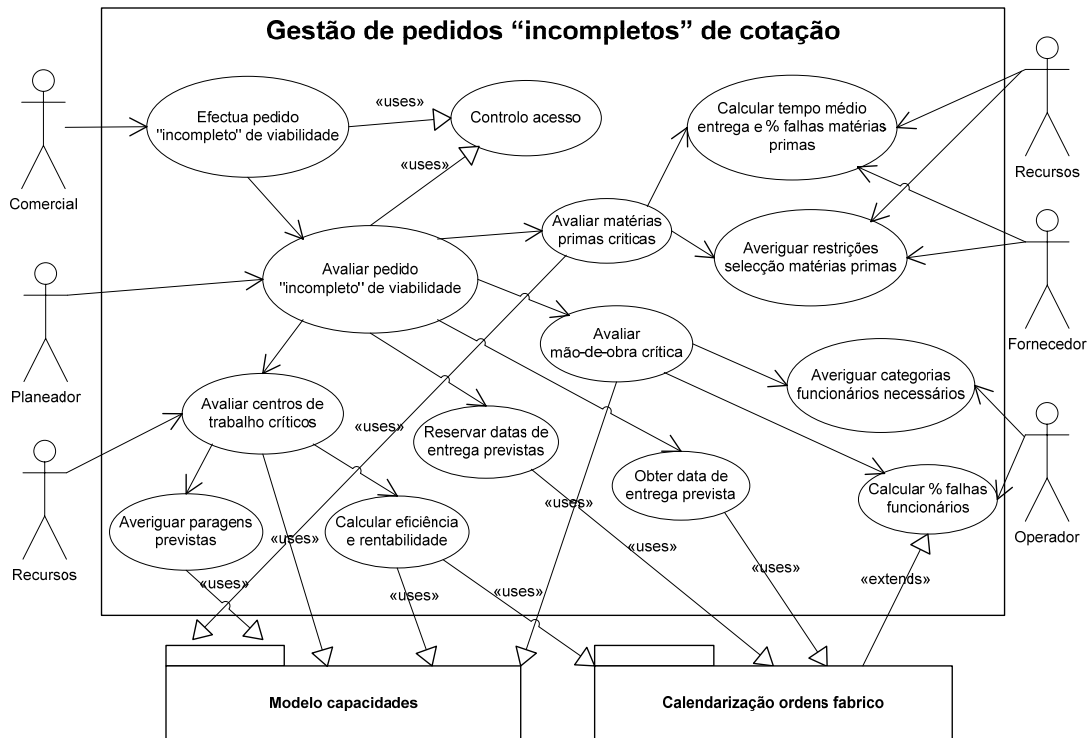


Figura 60 - Diagrama de caso de uso: Gestão de Pedidos "incompletos" de Cotação

### 5.4.2.3. Calendarização Ordens de Fabrico

O subsistema de *Calendarização Ordens de Fabrico* permite, ao planeador, definir a prioridade de calendarização das ordens de fabrico. O processo de calendarização assume uma visão tridimensional fornecida pelo modelo de capacidade: tempo do centro de trabalho, mão-de-obra e matérias-primas.

Este subsistema assume um papel central em todo o sistema, pois quase todos os subsistemas recorrem às suas funcionalidades básicas. A figura 61 apresenta o diagrama de casos de uso relativo ao subsistema de Calendarização Ordens de Fabrico.

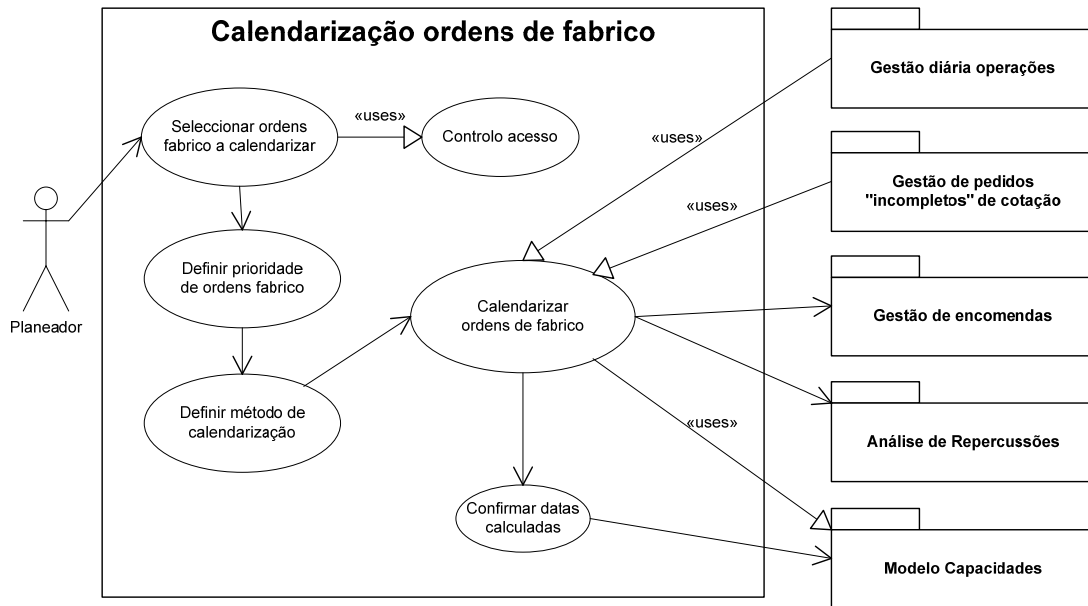


Figura 61 - Diagrama de caso de uso: Calendarização Ordens de Fabrico

#### 5.4.2.4. Modelo de capacidades

O subsistema de *Modelo de Capacidades* permitirá, ao sistema, efectuar o cálculo da capacidade produtiva segundo diversas restrições (tempo útil do centro de trabalho, mão-de-obra e matérias-primas disponíveis).

Este subsistema é considerado como um sistema de elevada complexidade (pois necessita de algoritmos de optimização para as suas rotinas de cálculo de capacidade) e de importância vital e central (na medida que a maior parte dos subsistemas recorrem às suas funcionalidades).

A figura 62 apresenta o diagrama de casos de uso relativo ao subsistema de Modelo de Capacidades.

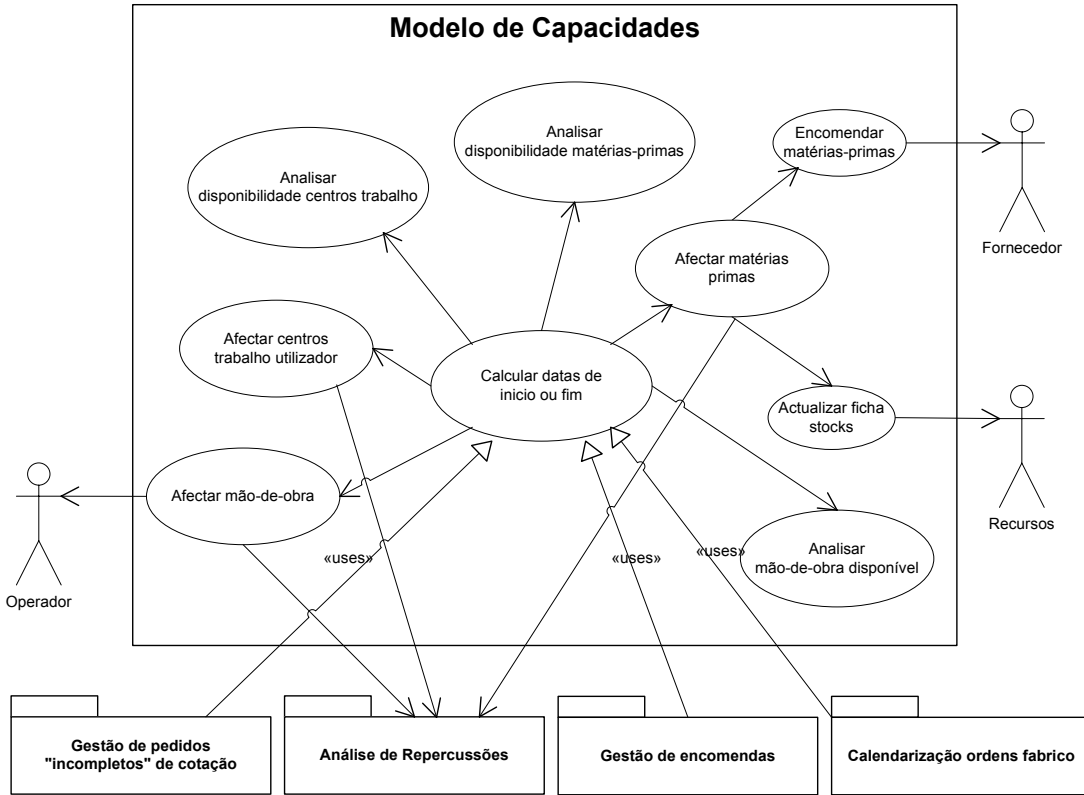


Figura 62 - Diagrama de caso de uso: Modelo de capacidades

#### 5.4.2.5. Análise de Repercussões

O subsistema de *Análise de Repercussões* permite, ao planeador, analisar o impacto que determinadas ocorrências extraordinárias (internas ou externas) podem provocar no seu planeamento de produção.

Este subsistema necessita de estar atento a qualquer alteração de datas de entrega (por parte dos fornecedores) ou faltas inesperadas dos funcionários ou avarias de centros de trabalho, que possam provocar grandes alterações no planeamento considerado.

O sistema deverá apresentar ao planeador, e de uma forma simples, qualquer tipo destas alterações e permitir o re-planeamento das ordens de fabrico, de forma a obter novas datas de entrega.

A figura 63 apresenta o diagrama de casos de uso relativo ao subsistema de Análise de Repercussões.

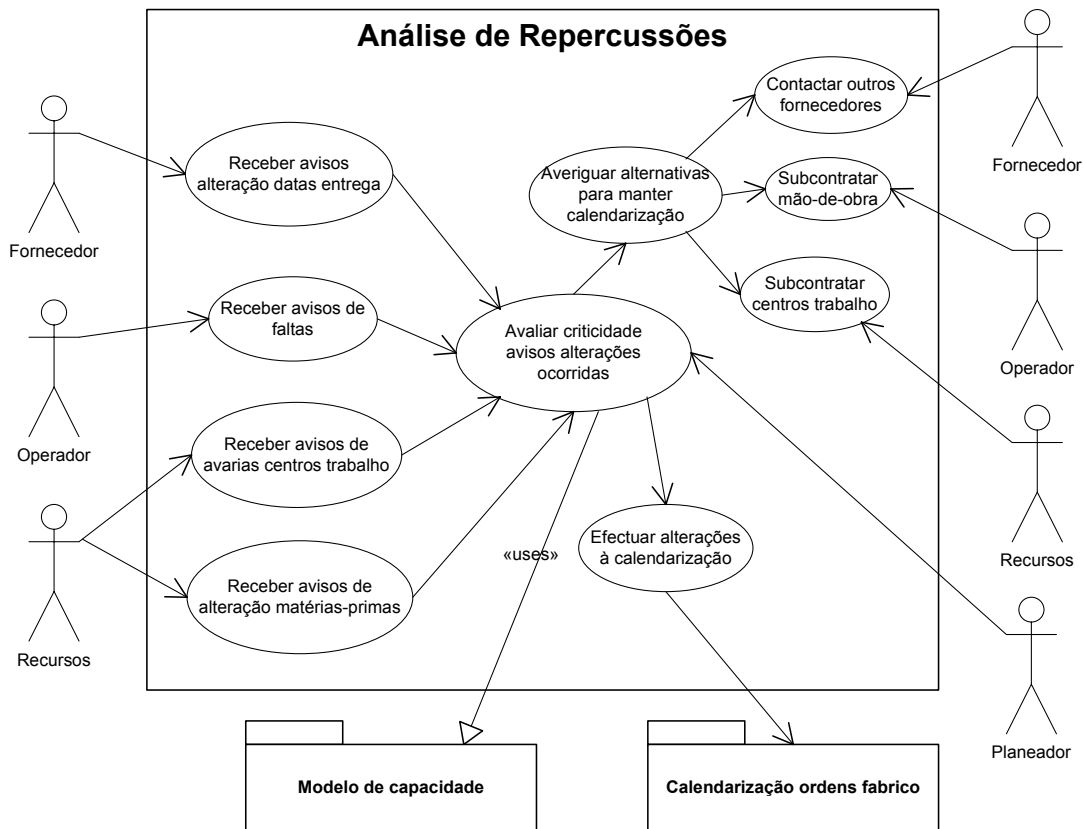


Figura 63 - Diagrama de caso de uso: Análise de Repercussões

#### 5.4.2.6. Gestão diária de Operações

O subsistema de *Gestão diária de Operação* permite, ao operador, definir a sequência de operações a ser executada no centro de trabalho para um determinado dia. Esta alteração de sequência de operações não deverá actualizar o planeamento global (delineado pelo planeador).

Este subsistema tem como objectivo oferecer alguma flexibilidade ao operador, sem provocar alterações no plano global da empresa.

A figura 64 apresenta o diagrama de casos de uso relativo ao subsistema de Gestão diária de Operações.

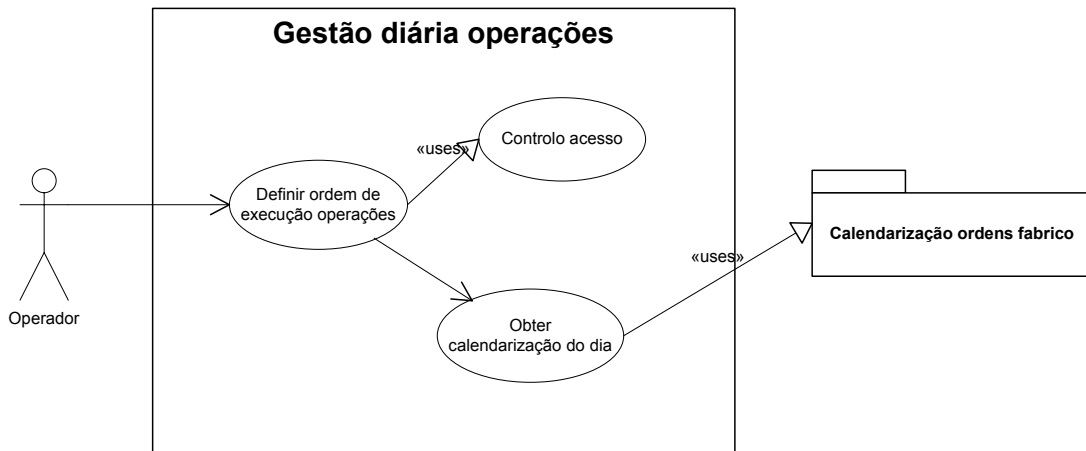


Figura 64 - Diagrama de caso de uso: Gestão diária de operações

### 5.4.3. Diagrama de Estruturas

#### 5.4.3.1. Diagrama de Classes (resumido)

Segundo NUNES [13], o diagramas de classes é uma das técnicas mais utilizadas no desenvolvimento orientado a objectos, pois representa uma descrição formal dos objectos de um sistema. Este diagrama descreve, para cada objecto, a sua identidade, os seus relacionamentos com outros objectos, os seus atributos e as suas operações.

A criação de um modelo de classes resulta de um processo total de abstracção (ênfase no conceito lógico e não físico) na identificação dos objectos relevantes para o contexto que se pretende modelar. Na criação deste modelo também se procuram descrever características comuns em termos de propriedades (atributos) e de comportamentos (operações). A essa descrição genérica designa-se por **classe**.

As classes descrevem objectos com atributos e operações comuns e servem dois propósitos: permitem compreender o mundo real (naquilo que é relevante para o sistema) e fornecem uma base prática para a implementação informática.

A figura 65 apresenta o diagrama de classes (resumido) para o sistema proposto. Na secção de Anexos, encontra-se o diagrama de classes expandido (com a inclusão dos atributos para cada classe).

A tabela 2 apresenta uma caracterização (descrição e tipo de informação) dos objectos representados no diagrama de classes resumido (figura 65).

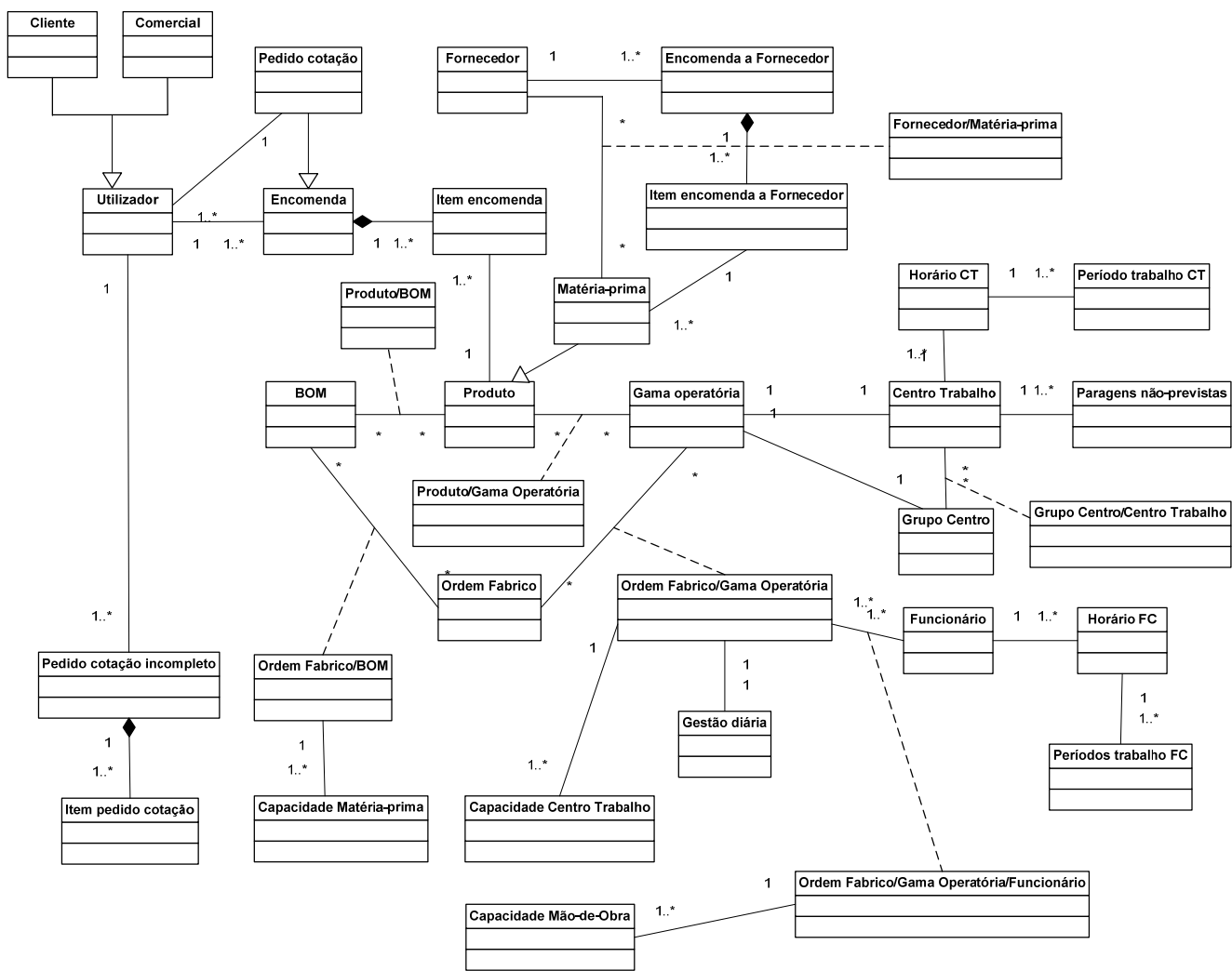


Figura 65 - Diagrama de classes (resumido)



Classe	Descrição	Tipo
Cliente		-
Comercial		-
Utilizador	Representa um utilizador do sistema	Estático
Pedido cotação	Representa um pedido de cotação (para um produto com estrutura técnica completa)	Dinâmica
Encomenda	Representa uma encomenda de cliente	Dinâmica
Item encomenda	Representa uma linha de encomenda de cliente	Dinâmica
Fornecedor	Representa um fornecedor	Estático
Encomenda fornecedor	Representa uma encomenda a fornecedor	Dinâmica
Item encomenda a fornecedor	Representa uma linha de encomenda a fornecedor	Dinâmica
Fornecedor/Matéria-prima	Representam as matérias-primas fornecidas por um fornecedor (quantidade mínima, <i>lead-time</i> , preço)	Estática
Matéria-prima	Representa um artigo de compra (matéria-prima)	Estática
Pedido de cotação incompleto	Representa um pedido de cotação (que contenham produtos com estrutura técnica incompleta)	Dinâmica
Item pedido cotação	Representa uma linha do pedido de cotação incompleto	Dinâmico
Centro trabalho	Representa um centro de trabalho	Estático
Horário CT	Representa o horário de um centro de trabalho	Estático
Período Trabalho CT	Representa os períodos trabalháveis de um centro de trabalho	Estático
Paragens não-previstas	Representa as paragens não-previstas de um centro de trabalho	Dinâmico
Grupo centro	Representa um grupo de centros de trabalho	Estático
Grupo centro/Centro Trabalho	Representa a associação de centros de trabalho a um grupo de centros	Estático
Funcionário	Representa um funcionário	Estático
Horário FC	Representa o horário de um funcionário	Estático
Períodos trabalho FC	Representa os períodos trabalháveis de um funcionário	Estático
Produto	Representa uma ficha de produto	Estático
BOM	Representa uma lista de materiais	Estático
Produto/BOM	Representa uma lista de materiais para um produto	Estático
Gama operatória	Representa uma sequência de operações	Estático
Produto/Gama operatória	Representa uma sequência de operações para um produto	Estático
Ordem fabrico	Representa uma ordem de fabrico	Dinâmico
Ordem fabrico/BOM	Representa uma lista de materiais para uma ordem de	Dinâmico

	fabrico	
Ordem fabrico/Gama operatória	Representa uma sequência de operações para uma ordem de fabrico	Dinâmico
Ordem fabrico/ /Gama operatória/funcionário	Representa uma lista de funcionário para cada operação de uma ordem de fabrico	Estático
Capacidade matéria-prima	Representa a afectação de matéria-prima para um componente da lista de materiais uma ordem de fabrico	Dinâmica
Capacidade centro trabalho	Representa a afectação de centro de trabalho uma operação da gama operatória de uma ordem de fabrico	Dinâmica
Capacidade mão-de-obra	Representa a afectação de mão-de-obra para um funcionário da gama operatória de uma ordem de fabrico	Dinâmica
Gestão diária	Representa a sequência de operações a executar num determinado centro de trabalho e para um dia específico.	Dinâmica

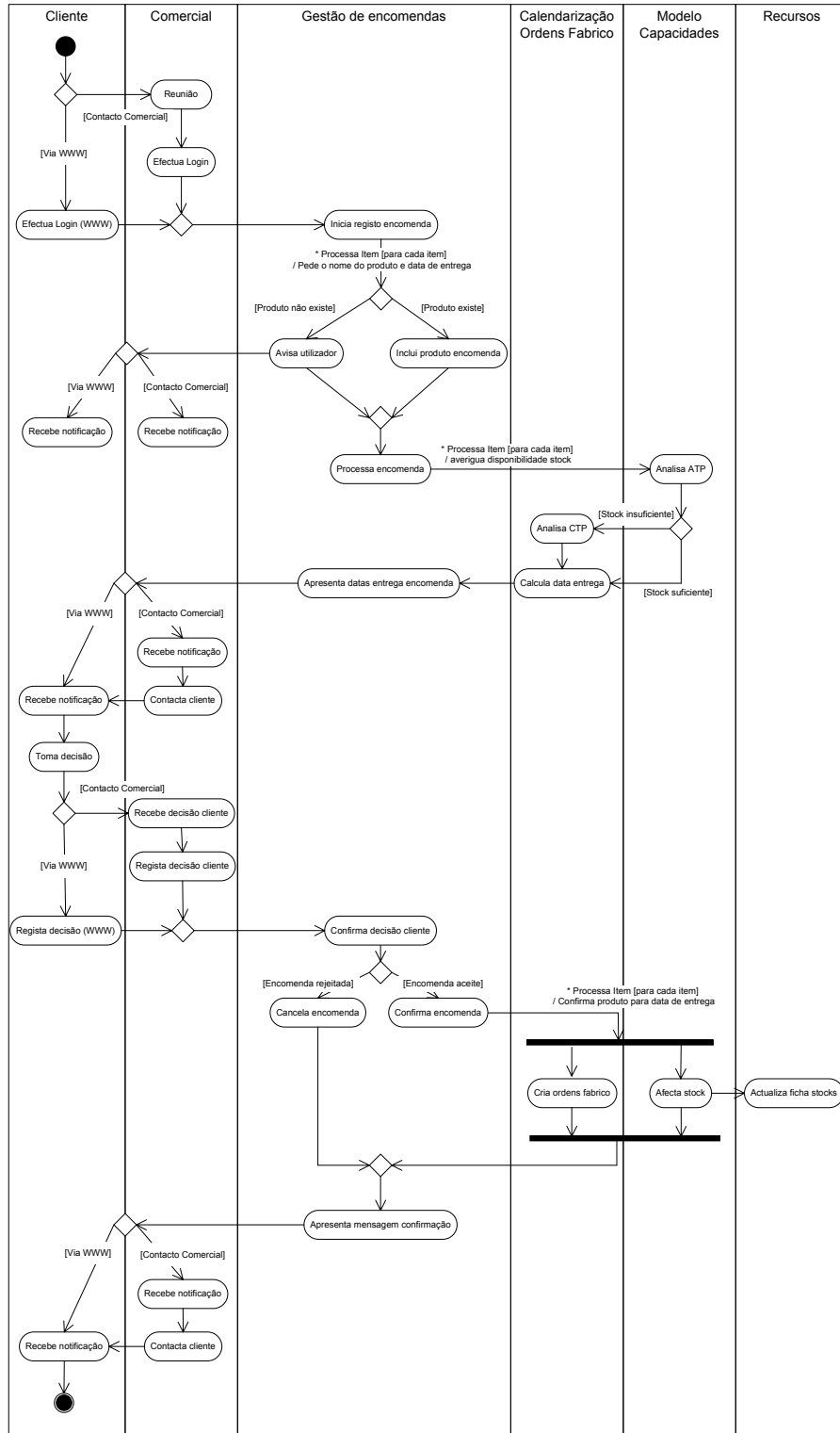
**Tabela 2 - Caracterização das classes de objectos**

#### 5.4.4. Diagramas de Actividades

Segundo NUNES [13], o diagrama de actividades constitui um elemento de modelação eficaz para descrever fluxos de trabalho numa organização ou para detalhar operações de uma classe, incluindo comportamentos que possuam processamento paralelo. É também bastante útil quando se pretende detalhar um Caso de Uso associado a um processo de negócio<sup>17</sup>.

No domínio das aplicações informáticas, um diagrama de actividades pode ser utilizado para descrever fluxos de controlo do programa, apresentado uma vantagem face aos tradicionais fluxogramas: descrever com rigor os fluxos de processamento de actividades em paralelo, bem como atribuir a uma classe a responsabilidade pela execução de uma actividade. Com vista a uma melhor organização deste documento, apenas é apresentado (na figura 66) o diagrama de actividades referente ao caso de uso de Gestão de Encomendas, disponibilizando os restantes diagramas de actividades na secção de Anexos.

<sup>17</sup> No contexto dos sistemas de informação de gestão, define-se processo de negócio como um conjunto integrado de actividades de uma organização, que procura satisfazer um determinado objectivo e no qual participam um ou mais actores.



**ABREVIATURAS:**

WWW = World Wide Web (Internet)  
 ATP = Available to Promise  
 CTP = Capable to Promise

**Figura 66 - Diagrama de actividades do caso de uso Gestão de Encomendas**

#### 5.4.5. Diagramas de Interacção

Segundo NUNES [13], os diagramas de interacção são utilizados para modelar aspectos dinâmicos do sistema em termos de objectos e suas interacções (troca de mensagens entre objectos, dentro de um contexto, para atingir um objectivo), tendo como base as mensagens trocadas entre objectos.

Os diagramas de interacção permitem definir e clarificar a colaboração entre as classes do sistema. Normalmente, são utilizados para ilustrar o comportamento do sistema num cenário de concretização de um caso de uso. A sua utilização com a descrição textual dos casos de uso facilitam a compreensão, ao fornecer uma representação gráfica das interacções entre os objectos.

O termo diagrama de interacção é uma designação genérica que se aplica, na UML, a diagramas de sequência ou diagramas de colaboração. Um diagrama de sequência apresenta as interacções entre objectos a partir do encadeamento temporal das mensagens. Um diagrama de colaboração descreve as mesmas interacções, mas centradas nos objectos intervenientes.

Neste documento, apenas serão abordados os diagramas de sequência.

##### 5.4.5.1. Diagramas de Sequência

O diagrama de sequência é um diagrama de interacção que realça a ordem cronológica das mensagens entre objectos.

Com vista a uma melhor organização deste documento, apenas é apresentado (na figura 67) o diagrama de sequência referente ao caso de uso de Gestão de Encomendas, disponibilizando os restantes diagramas de sequência na secção de Anexos.

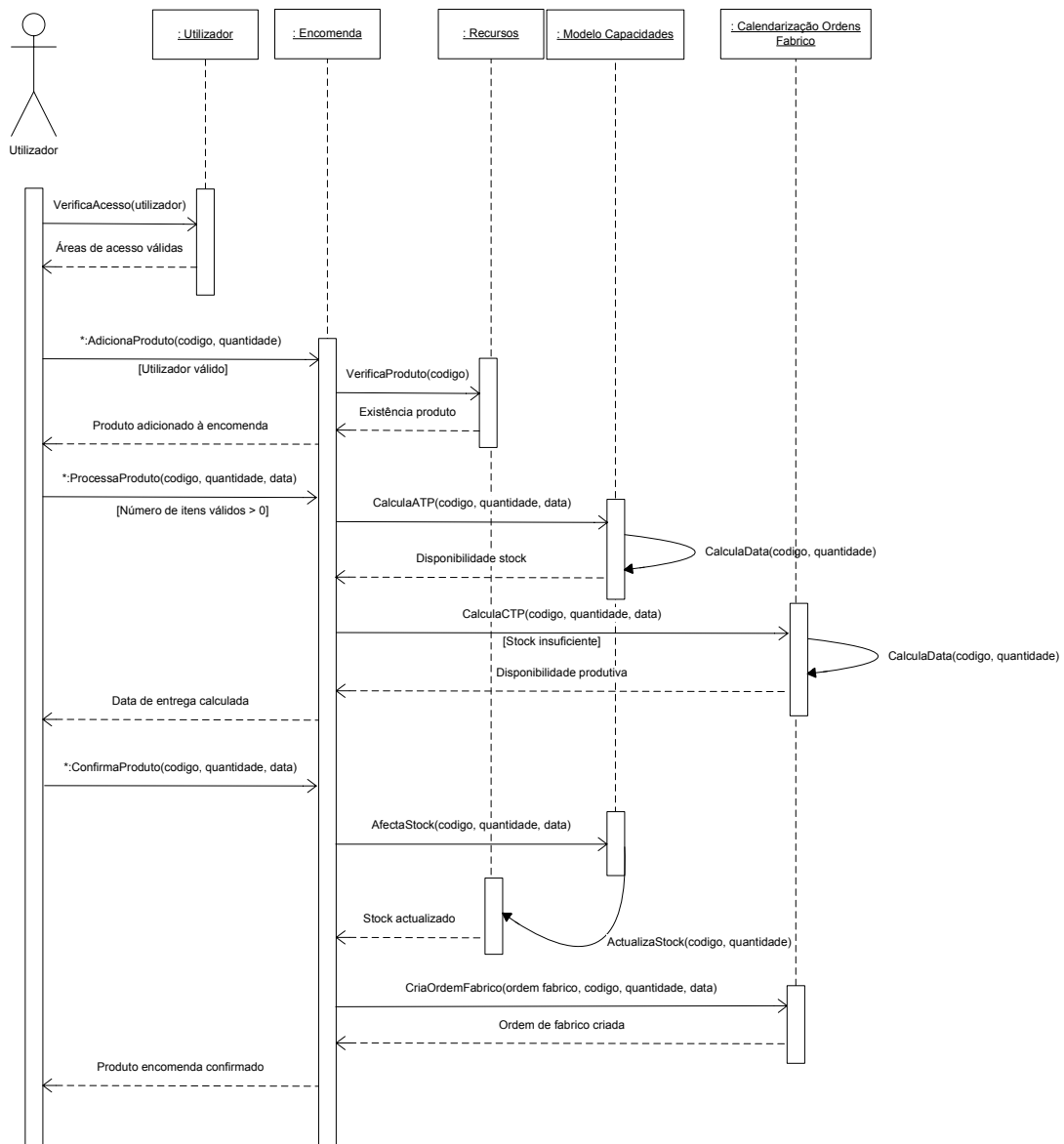


Figura 67 - Diagrama de sequência do caso de uso Gestão de Encomendas

## 5.5. Arquitectura lógica e física do sistema

Segundo FARIA [14], a arquitectura de software compreende o conjunto de decisões significativas acerca da organização de um sistema de software, nomeadamente ao nível mais elevado da decomposição do sistema em partes (arquitECTURA lógica e física) e especificação de comportamentos envolvendo colaborações entre as várias partes do sistema.

Neste trabalho será dado maior enfoque à decomposição do sistema em partes (lógica e física), apresentada na secção seguinte.

### 5.5.1. Arquitectura lógica

A especificação da arquitectura lógica pretende documentar a estrutura hierárquica do sistema em módulos lógicos, evidenciando as suas relações de dependência. Esta especificação é representada através de um diagrama de pacotes lógicos (em UML), com recurso a pacotes de classes (incluindo classes para modelar a base de dados e a *interface* com o utilizador) e dependências entre eles, sem preocupação de alocar classes a componentes, processos ou máquinas.

A figura 68 ilustra a arquitectura do sistema em camadas, recorrendo ao diagrama de pacotes de arquitectura e a um simples esquema modular. São propostas 3 camadas: *Presentation Layer* (Interface com o utilizador), *Business Layer* (Lógica de negócio) e *Data Layer* (Base de dados).

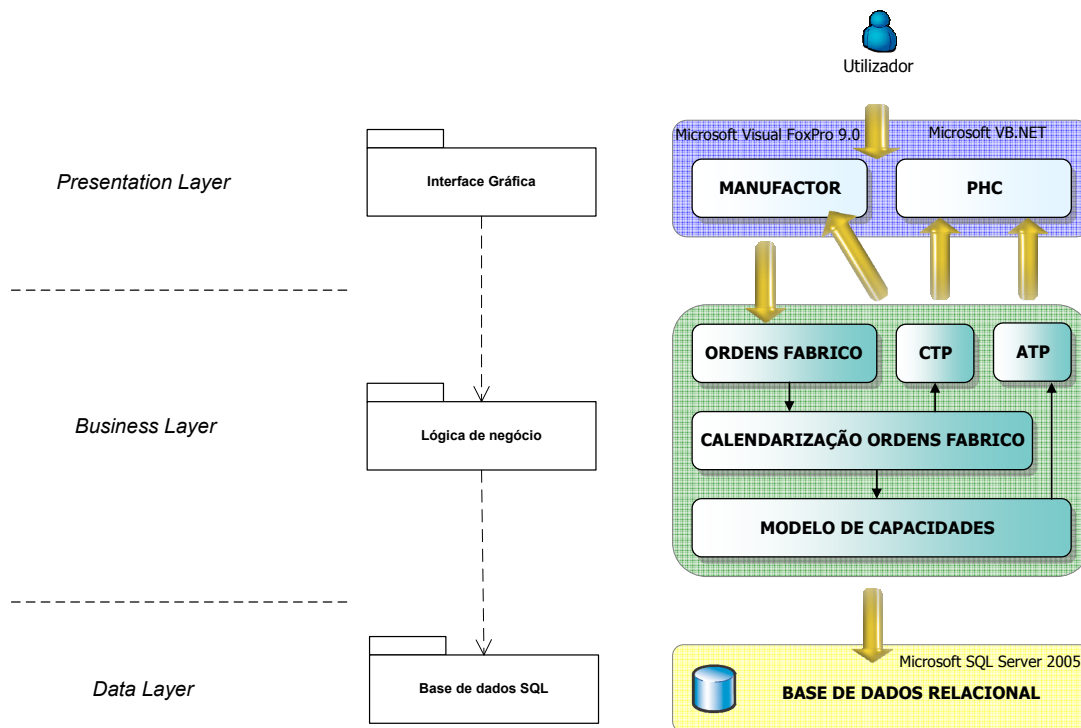


Figura 68 - Diagrama de pacotes da arquitectura lógica

### *Pacote Interface Gráfica*

Este pacote encontra-se na camada de nível mais alta e representa o interface (ou diálogo) com o utilizador do sistema. O utilizador interagirá com os sistemas Manufactor (desenvolvido na linguagem de programação Microsoft Visual FoxPro 9.0) e PHC (desenvolvido na linguagem de programação Microsoft Visual FoxPro 9.0 para versões Desktop ou Microsoft VB.NET para versões WWW).

### *Pacote Lógica de Negócio*

Este pacote encontra-se na camada intermédia e representa o modelo de negócio que interliga o interface com a base de dados relacional. Esta camada é responsável pela conversão de informação relacional em objectos de negócio e vice-versa.

### *Pacote Base de Dados SQL*

Este pacote encontra-se na camada mais baixa e representa as bases de dados relacionais utilizadas pelo sistema. Neste sistema, será utilizada a base de dados relacional Microsoft SQL Server 2005.

#### **5.5.2. Arquitectura física**

A especificação da arquitectura física pretende documentar a estrutura física de alto nível do sistema de software (máquinas, conexões, componentes instalados ou dependências entre componentes), através de diagramas de distribuição e diagramas de componentes em UML, evidenciando a organização em camadas “físicas” do sistema.

A figura 69 ilustra um diagrama de distribuição. Neste diagrama são apresentados os três nós principais do sistema. De seguida, é apresentada uma descrição resumida de cada um destes nós.

#### *Utilizador*

O nó Utilizador representa a máquina do utilizador final que interagirá com o sistema. O acesso ao sistema poderá ser feito por uma aplicação desenvolvida para Desktop (acesso por rede local) ou para Browser WWW (acesso por Internet).

#### *Servidor Web*

O nó Servidor Web representa a servidor responsável por disponibilizar o acesso ao sistema via WWW. Esta máquina inclui uma validação de acesso ao sistema.

#### *Servidor Base de Dados*

O nó Servidor Base Dados representa a servidor responsável por armazenar os dados necessários ao sistema, gerir a lógica de negócio e incluiu validação de acesso ao sistema.



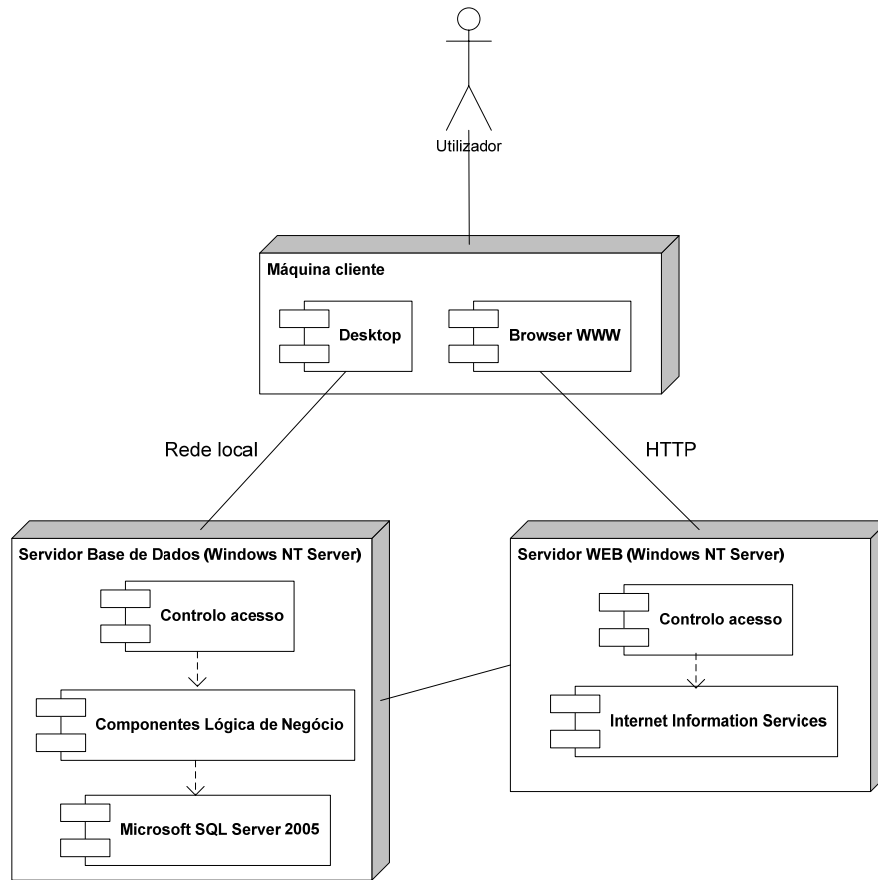


Figura 69 - Diagrama de distribuição

## Capítulo 6 – Desenvolvimento do sistema

O capítulo anterior identificou e especificou os requisitos do novo sistema, recorrendo a diagramas de casos de uso (e descritivos detalhados das suas acções), de classes, de pacotes de arquitectura lógica e de distribuição.

Este capítulo visa a criação de um protótipo, a integrar com o software Manufactor, que (baseando-se nas especificações recolhidas e apresentadas no capítulo anterior) permitirá auxiliar o gestor na tomada de decisão durante o acto de negociação de encomenda de cliente.

Este capítulo apresenta uma proposta de funcionamento do novo sistema e quais as áreas que serão consideradas nos cenários de utilização.

### 6.1. Abordagem proposta

O sistema proposto pretende auxiliar o gestor na tomada de decisão no acto de negociação de encomenda de cliente. Engloba o desenvolvimento de funcionalidades de parametrização e simulação de cenários de calendarização possíveis, para servir de resposta aos pedidos de cotação e/ou encomendas de cliente.

Pretende-se também “fortalecer” o modelo de capacidades do sistema, ao disponibilizar análises de repercussões e a flexibilizar a gestão diária e local dos operários da empresa.

A figura 70 ilustra as áreas e as relações entre elas a incluir no novo sistema.

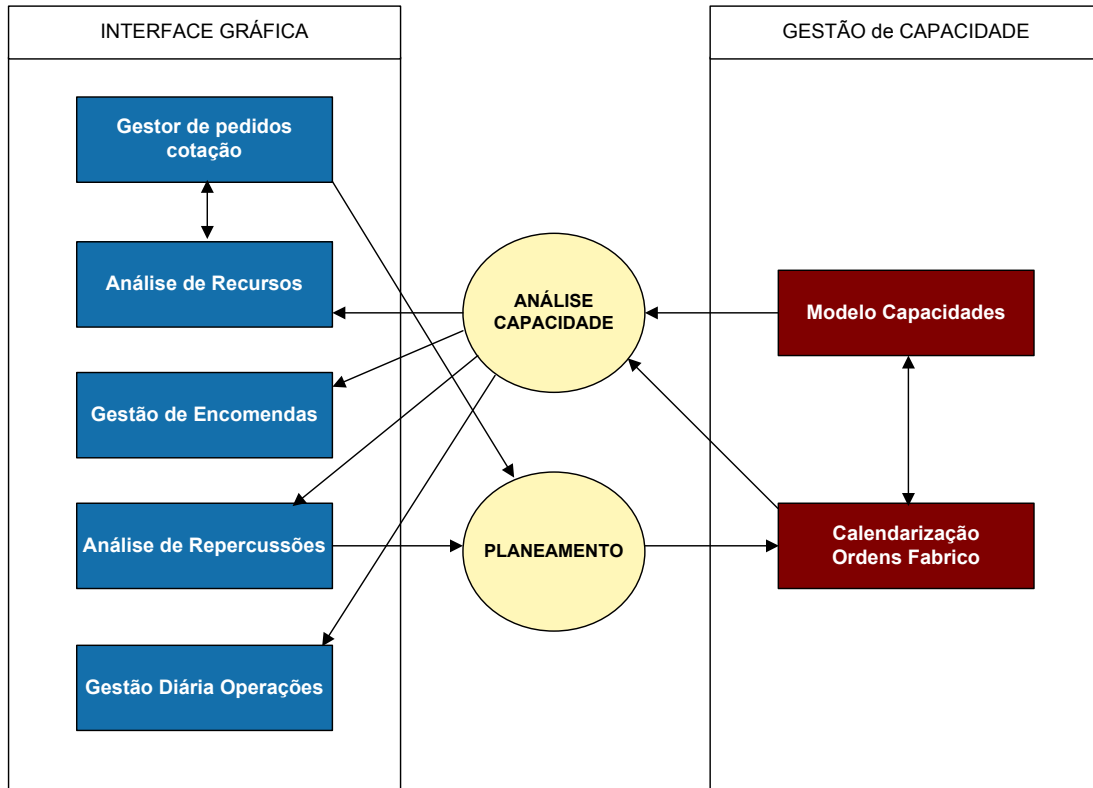


Figura 70 - Diagrama de blocos do sistema proposto

## 6.2. Cenários de utilização

A interface gráfica a utilizar para o sistema proposto será a interface disponibilizada pelo software Manufacturer. Este software apresenta, como interface básica, um menu (acesso às funcionalidades), uma barra de ferramentas configurável e um navegador configurável.

A figura 71 apresenta a interface gráfica do sistema proposto, já incluindo as novas opções:

### Gestão de pedidos de cotação

A gestão de pedidos de cotação completos ou “incompletos” permite, ao planeador, basear a sua decisão sobre qual a data mais fiável a propor ao cliente. Esta funcionalidade permite uma análise completa dos recursos que influenciam a capacidade produtiva.

## Análise de repercussões

A análise de repercussões permite, ao planeador, analisar quais as alterações das variáveis que influenciam a capacidade e avaliar as necessidades de re-planeamento.

## Gestão diária de operações

A gestão diária de operações permite, ao operador, alterar a sequência das operações delineada pelo planeador, sem provocar alterações ao plano global.

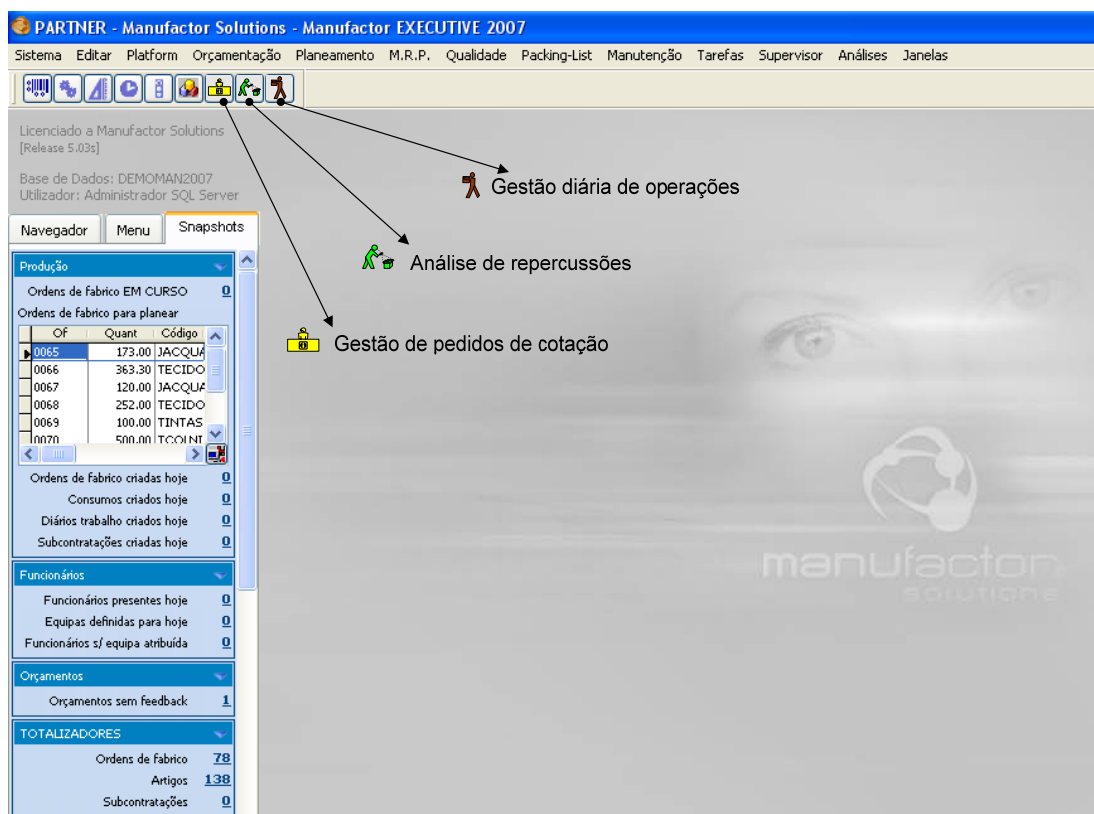


Figura 71 - Interface gráfica do sistema proposto

### 6.2.1. Gestão de pedidos de cotação

Através da interface ilustrada na figura 72, é possível ao planeador gerir os pedidos de cotação (já registados pelo comercial) completos e “incompletos”.

Esta interface encontra-se dividida em duas partes.

A primeira parte destina-se aos pedidos de cotação completos. Significa isto que, o produto indicado no pedido já existe na base de dados do sistema e tem definido, pelo menos, uma lista de materiais (BOM) e uma rota de produção (gama operatória). O utilizador poderá despoletar o processo de cálculo da data de entrega possível para o cliente, ao clicar no botão “Calcular data entrega”. Este processo já existe, neste momento, no software Manufactor (*Ficha técnica de Artigos -> Cálculo de Custos -> Simular Planeamento*), podendo ser adaptado facilmente a esta nova funcionalidade. Após o cálculo da data de entrega, o utilizador poderá reservar o espaço calculado pela calendarização de produção, num prazo máximo de 2 dias. Caso receba confirmação dentro desta gama, o utilizador poderá aprovar o pedido, caso contrário, deverá recusar o pedido.

**Gestão de Pedidos de Cotação**

Pedidos de cotação completos

Data pedido	Cod	Nome	Quantidade	Produto	Data pedida	Data sugerida	Estado pedido
26.04.2006	001	José Pereira & Filhos, Lda	100	Cadeira	05.05.2006	07.05.2006	À espera conf. 1 dia
27.04.2006	002	António Santos, SA	250	Mesa	12.05.2006	18.05.2006	Recusado
27.04.2006	001	José Pereira & Filhos, Lda	100	Mesa	05.05.2006	07.05.2006	À espera conf. 1 dia
02.05.2006	003	Instalmob - Montagem mobiliário	200	Cadeira	08.05.2006	11.05.2006	À espera conf. 2 dias
02.05.2006	002	António Santos, SA	50	Cadeira	12.05.2006	13.05.2006	Aprovado (Enc. 0010)
02.05.2006	004	MiniMarket	500	Mesa	11.05.2006	25.05.2006	Última dia conf.

Só visualizar os pedidos de cotação sem resposta

Calcular data de entrega

Pedidos de cotação "incompletos"

Data pedido	Cod	Nome	Quantidade	Detalhe	Data pedida	Data sugerida	Estado pedido
04.05.2006	003	Instalmob - Montagem mobiliário	200	Cadeira	16.05.2006	20.05.2006	À espera conf. 2 dias
08.05.2006	---	Sr. José Campos	500	Mesa	19.05.2006	-	Em análise

Só visualizar os pedidos de cotação sem resposta

Analisar recursos críticos

Artigo semelhante ao nosso produto Mesa (código XPTO), mas com o tempo superior em Branco e com cantos redondos. O cliente vai informar, para a próxima semana, o número exacto de pernas e o comprimento definitivo da mesa. NOTA: o cliente não quer que os tampos sejam lixados na máquina; quer um lixagem manual.

LEGENDA:  
⚠ Último dia conf.  
✖ Pedido recusado

Figura 72 - Gestão de pedidos de cotação

A segunda parte da interface ilustrada na figura 72 destina-se aos pedidos de cotação “incompletos”. Significa isto que, o produto indicado no pedido de cotação não existe na base de dados do sistema (pode ser semelhante a outro, mas não tem uma ficha de produto criada, com as suas especificações). Para estes casos, o utilizador baseia-se na descrição colocada (no pedido) pelo comercial, para avaliar quais os recursos necessários para o fabrico do dito produto. O utilizador analisa os recursos críticos (apresentados na secção 6.2.2.), ao clicar em “Analisar recursos críticos”, com o intuito de avaliar datas possíveis de entrega. Após determinar a data de entrega, poderá efectuar o mesmo procedimento de reserva de tempo (por um período máximo de 2 dias), aprovar ou recusar o pedido de cotação.

#### **6.2.2. Análise de recursos**

Esta funcionalidade pretende apresentar, ao utilizador, um conjunto de indicadores básicos para o auxiliar a determinar uma data de entrega possível, para responder a um pedido de cotação (completo ou “incompleto”) ou a uma encomenda de cliente.

Como já referido no capítulo 4, o tempo útil do centro de trabalho torna-se uma variável crítica ao influenciar directamente a calendarização das operações das ordens de fabrico. Por isso, o utilizador deverá poder avaliar (segundo vários critérios) a capacidade dos centros de trabalho críticos, como ilustrado graficamente na figura 73.

Desta forma, o utilizador tem uma visão geral e imediata da disponibilidade produtiva, das reservas efectuadas para pedidos de cotação, paragens para manutenção e, até mesmo, dados provindos de histórico (anos anteriores).

Uma das variáveis que também influencia o cálculo da capacidade (caso o parâmetro geral esteja activo) é a gestão de afectação da mão-de-obra às operações das ordens de fabrico.



Figura 73 - Análise de recursos: centros de trabalho

A figura 74 ilustra uma interface de análise da afectação da mão-de-obra, horas extraordinárias e faltas inesperadas dos seus funcionários mais críticos, para um determinado período. Este tipo de análise é fundamental para antecipar alguns comportamentos imprevistos de alguns funcionários.

Por fim, a última variável que influencia o cálculo da capacidade (caso o parâmetro geral esteja activo) é a gestão de afectação da matéria-prima às operações das ordens de fabrico. Para estes cenários, é também necessário estar atento às falhas de entrega dos fornecedores para antecipar alguns problemas de stock. A análise ilustrada na figura 75 permite avaliar as variações de stock para um determinado período, bem como o stock reservado para a capacidade, tempos de entrega médios, etc.

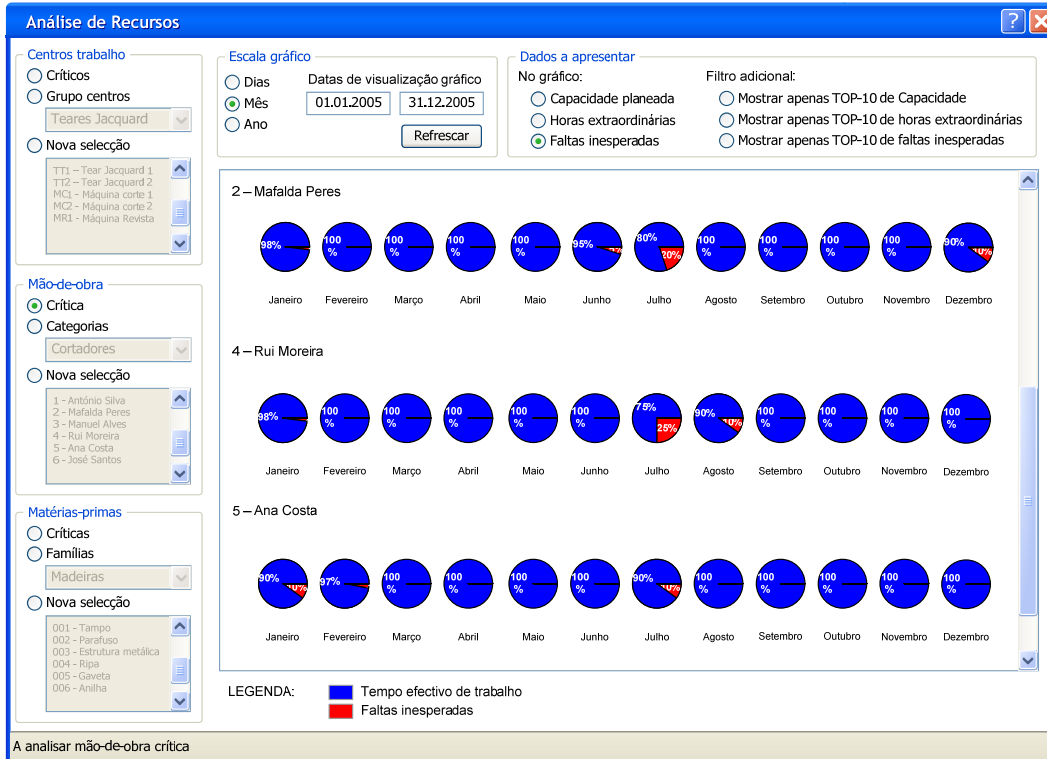


Figura 74 - Análise de recursos: mão-de-obra

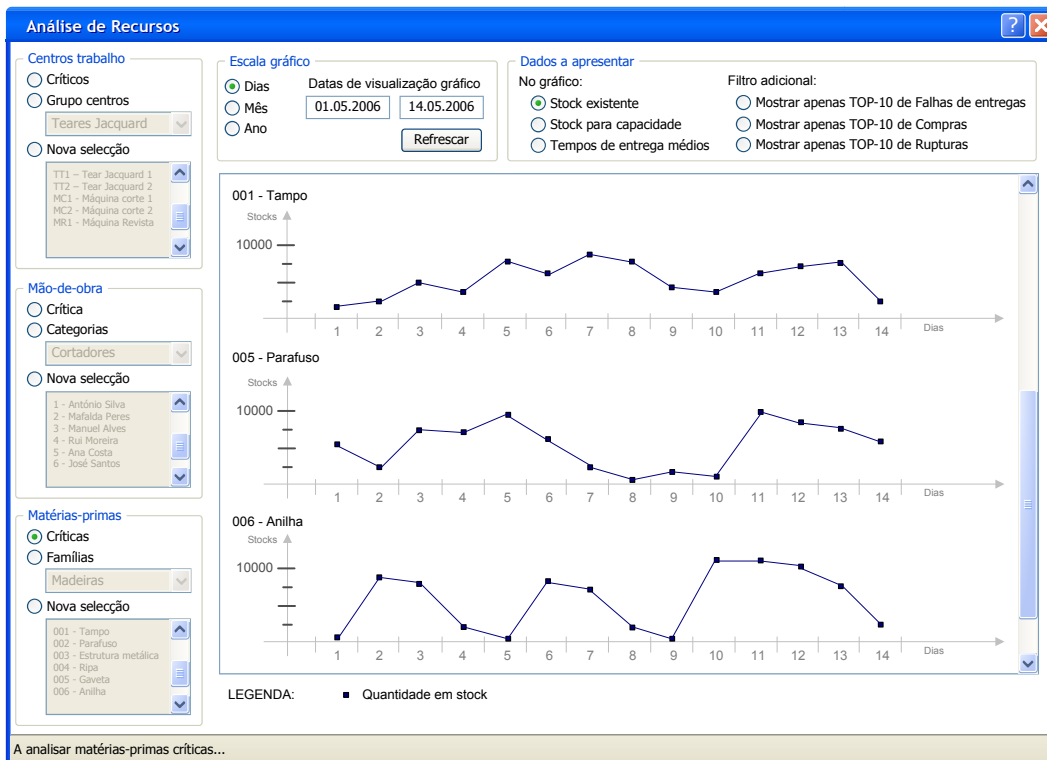


Figura 75 - Análise de recursos: matérias-primas



### 6.2.3. Gestão de encomendas

Pretende-se com esta funcionalidade disponibilizar as funções ATP e CTP na própria interface de encomenda de cliente. Visto a gestão de encomendas ser efectuada no software PHC, a proposta é o desenvolvimento de uma API que efectue os cálculos e os “retorne” para o software PHC os exibir na sua interface.

A figura 76 ilustra graficamente a integração a efectuar entre o software Manufactor e API que deverá actualizar as datas na encomenda de cliente do software PHC.

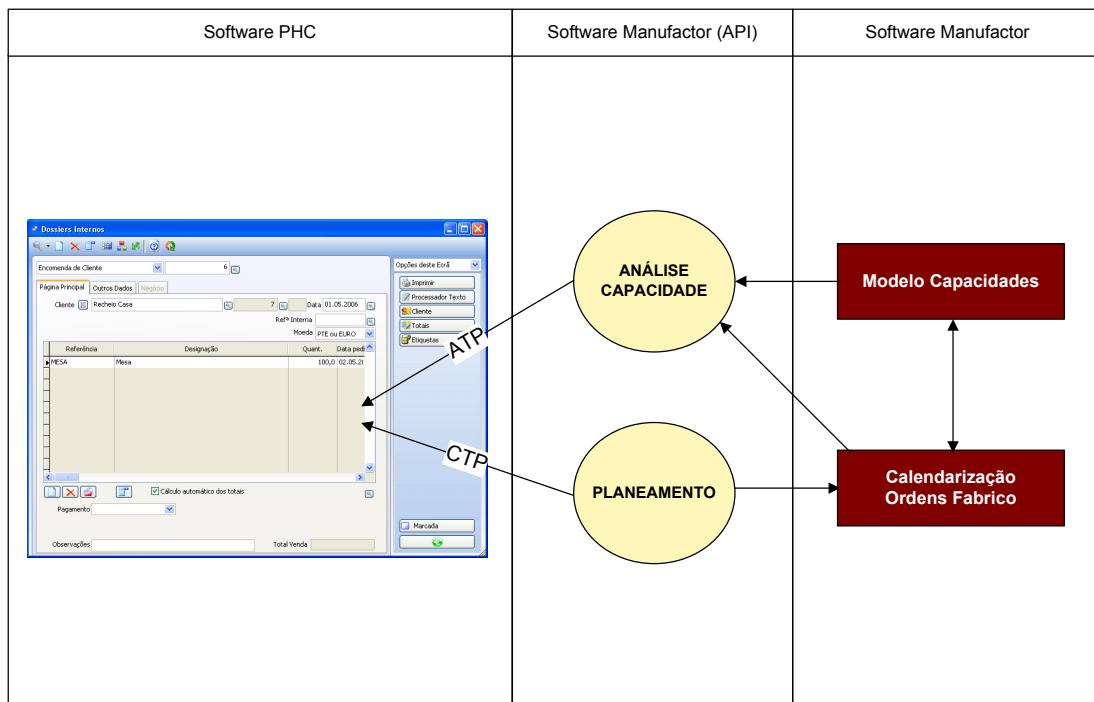


Figura 76 - Gestão de encomendas com ATP e CTP

### 6.2.4. Análise de repercussões

A funcionalidade pretendida nesta secção é uma das funcionalidade mais complexas (para os sistemas de informação) e mais desejadas (pelos planeadores). Pretende-se que o utilizador seja avisado de qualquer alteração que ocorra a qualquer variável que influencie a capacidade

produtiva, e que permita tomar uma acção correctiva para repor o planeamento segundo parâmetros aceitáveis.

A ideia base é disponibilizar as variáveis que foram alteradas recentemente e que carecem da sua análise e “rectificação” pessoal. A figura 77 ilustra uma interface de decisão de elevada potencialidade, pois estão disponíveis as variáveis que influenciam directamente o planeamento de produção e capacidade produtiva, permitindo uma análise global em poucos segundos.

O sistema indica, numa única interface e por intermédios de ícones elucidativos, os problemas detectados, permitindo analisar recursos alternativos (antes de optar por uma solução de aumento de capacidade).

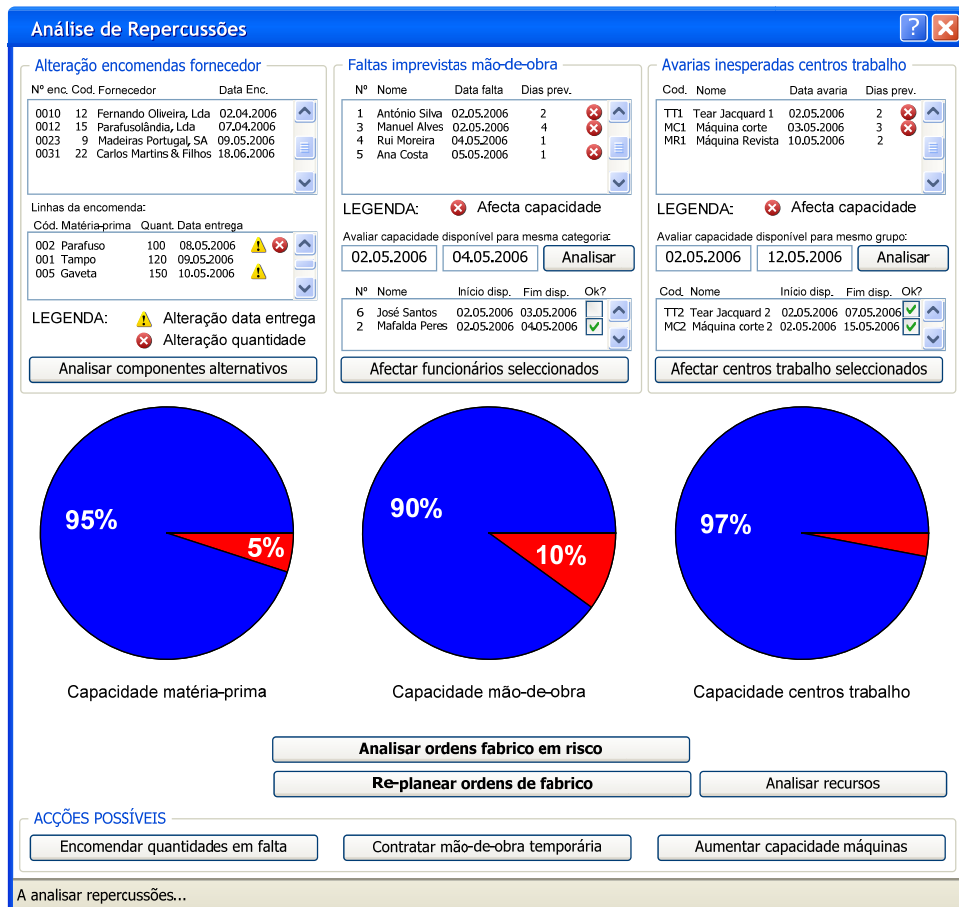


Figura 77 - Análise de repercussões

O sistema permite uma análise rápida das ordens de fabrico em risco (de não serem entregues nas datas confirmadas), aceder à interface de análise de recursos (apresentado na secção 6.2.2.), tomar acções de aquisição de capacidade e re-planeamento de ordens de fabrico.

### 6.2.5. Gestão diária de operações

Num sistema de calendarização com recurso a capacidades finitas, qualquer alteração que seja efectuada (mesmo no próprio centro de trabalho, trocar uma operação consecutiva por outra) obriga a um re-planeamento das operações das ordens de fabrico.

No software Manufacturer, a alteração da sequência das operações das ordens de fabrico é efectuada (pelo planeador) na interface ilustrada na figura 78.

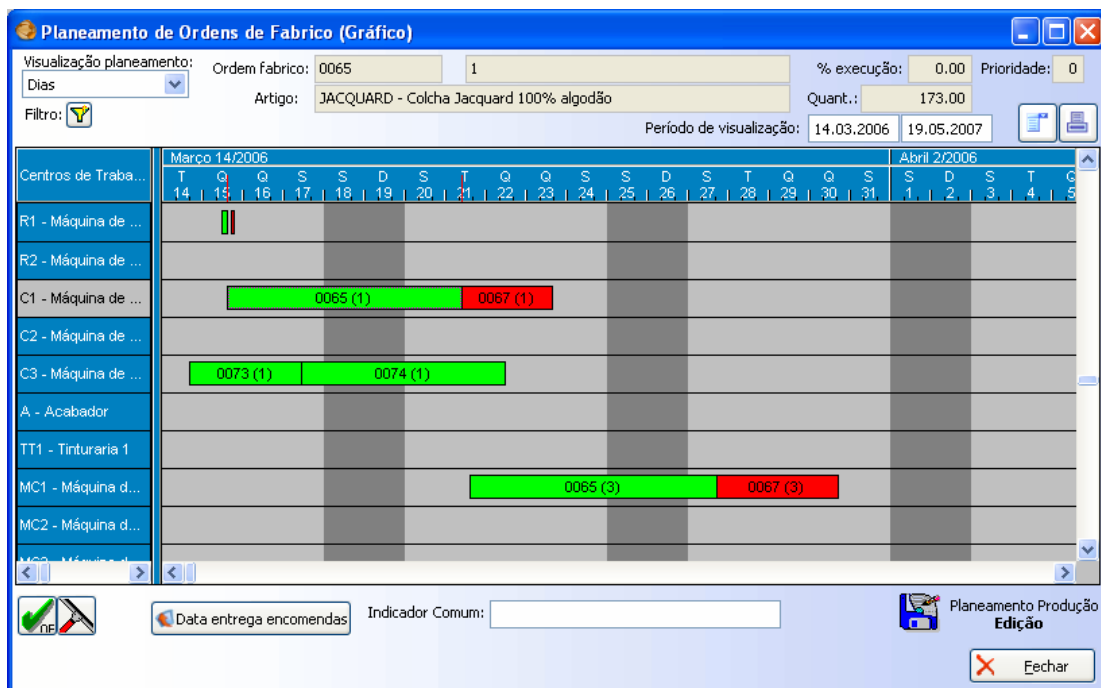


Figura 78 - Calendarização de ordens de fabrico no software Manufacturer

Este tipo de calendarização tem como objectivo uma optimização global dos recursos que, nem sempre, é a melhor optimização “local” do recurso (para um determinado dia, para uma determinada sequência de operações, etc). Normalmente, é o operador (dada a sua experiência de trabalho no posto) que detecta a melhor sequência possível de operações a executar para o dia em causa. No entanto, o sistema de calendarização de capacidades finitas não permite a alteração da sequência de operações por parte utilizadores “não-planeadores”.

O sistema proposto inclui a funcionalidade de permitir que o operador altere a sequência das operações, num determinado posto, num determinado dia, sem requisitar qualquer alteração em operações posteriores. A figura 79 ilustra a interface proposta para esta funcionalidade.



Figura 79 - Gestão diária de operações

O operador poderá alterar a sequências das operações, ordená-las por operação, produto e tempo de operação, sem influenciar o plano global de calendarização.

## Capítulo 7 – Conclusões e desenvolvimentos futuros

### 7.1. Conclusões

A evolução dos mercados tem sido marcada por um crescimento acentuado dos modelos de negócio MTO em virtude de ser exigida, cada vez mais, uma especialização nas necessidades do cliente. Esta “vertente de personalização”, associada à imprevisibilidade da procura, obriga as empresas a um controlo apurado de custos e aproveitamento dos seus recursos, recorrendo a técnicas de planeamento que incluam várias restrições para a gestão da capacidade. Nesta dissertação, foram analisadas as variáveis mais influentes no cálculo de capacidade produtiva.

O processo de negociação de encomenda de cliente com recurso à capacidade produtiva foi, nesta dissertação, largamente debatido. Foi demonstrado que este processo é realizável, do ponto de vista computacional, caso existam lista de materiais (BOM) e rotas de produção definidas para um determinado produto.

No entanto, as questões mais complexas colocam-se a dois níveis: gestão de pedidos de cotação “incompletos” e análise de repercussões de alterações de capacidade. A este nível, encontramos algumas lacunas nos sistemas de informação analisados, neste trabalho.

Como já referido anteriormente, a necessidade de fornecer uma resposta rápida ao cliente obriga as empresas a assumirem um sério compromisso de entrega, mesmo sem possuírem a informação técnica completa. Esta gestão de pedidos “incompletos” deve ser minimamente sustentada por algum cálculo computacional (que forneça um conjunto de indicadores, que sirvam de auxílio ao gestor, na sua tomada de decisão).

Ao optar por técnicas de planeamento com inclusão de variáveis de capacidade finita, as empresas ficam “mais sujeitas” às variações que possam ocorrer (como alterações de datas de

entrega de matérias-primas, avarias inesperadas de centros de trabalho, etc). A este nível, o sistema deverá auxiliar o gestor no controlo das variáveis que influenciam a sua capacidade produtiva, e a tomar acções correctivas que permitam um re-planeamento eficaz.

Esta dissertação propôs o desenvolvimento de um sistema que servisse de suporte aos dois níveis de complexidade explicitados, promovesse a integração com outro sistema de gestão (comercial) e permitisse uma maior flexibilidade ao “chão-de-fábrica”.

Para isso, este novo sistema baseou-se na construção de um **modelo de capacidades** inovador, de elevada integração e “nervosismo” (atento a qualquer alteração das suas variáveis), que fornecesse ao gestor várias panorâmicas da sua capacidade produtiva e permitisse, em pouco passos, efectuar um conjunto de acções rectificativas.

Estamos convictos que o desenvolvimento das ideias e conceitos desta dissertação trará um contributo forte para empresas de desenvolvimento de sistemas de informação de gestão de produção.

## 7.2. Desenvolvimentos futuros

Dada a complexidade dos problemas analisados nesta tese, certamente haveriam mais assuntos que poderiam ser considerados e incluídos neste trabalho. No entanto, e tentando seguir o princípio de “dividir para reinar”, considera-se que esta tese apresenta uma base digna de trabalho que deveria ser implementada e validada a sua exequibilidade.

Numa fase posterior, deveriam ser avaliados os algoritmos existentes (ao nível de performance) e analisadas formas de processamento mais rápidas, com vista a melhorar a resposta ao utilizador.

## Referências bibliográficas

- [1] Ganeshan, R & Harrison, T 1995, 'Introduction to Supply Chain Management', *Department of Management Science and Information Systems - Penn State University*
- [2] Higgins, P & Le Roy, P & Tierney, L 1996, *Manufacturing Planning and Control Beyond MRP II*, 1ª edição, Chapman & Hall
- [3] Xiong, M, Tor, S, Bathnagar, R, Venkat, S 2004, 'Framework to Manage Customer Enquiries for SMEs', *Singapore-MIT Alliance*
- [4] Xiong M, Tor, S, Khoo, L, Bhatnagar R 2004, 'Fulfillment of Rush Customer Orders under Limited Capacity', *Singapore-MIT Alliance*
- [5] Xiong M & Tor, S & Khoo, L 2003, 'WebATP: a Web-based flexible available-to-promise computation system', *Production Planning & Control*, vol. 14, no. 7, pp. 662-672
- [6] Makatsoris, C & Chang, S 2004, 'Design of a demand-driven collaborative supply-chain planning and fulfilment system for distributed enterprises', *Production Planning & Control*, vol. 15, no. 3, pp. 256-269
- [7] Neumann, K & Schwindt, C & Trautmann, N 2002, 'Advanced production scheduling for batch plants in process industries', *OR Spectrum*, no. 24, pp. 251-279
- [8] Kauffman, G, 'Business marketing in a supply chain management environment: Implications for marketing', *University of Houston – Downtown*
- [9] Macris, A 2005, 'Enterprise Resource Planning (ERP): A Virtual lab implementation for managers and users training', *Spoudai Journal*, pp. 13-38
- [10] Skok, W & Legg, M 2002, 'Evaluating Enterprise Resource Planning (ERP) Systems using an Interpretive Approach', *Knowledge and Process Management*, vol. 9, no. 2, pp. 72-82
- [11] Wortman, J, Euwe, M, Tall M, Wiers V 1996, 'A review of capacity planning techniques within standard software packages', *Production Planning & Control*, vol. 7, no. 2, pp.117-128

- [12] Courtois, A & Pillet, M & Martin-Bonnefous, C 2006, *Gestão da produção*, 5ª edição, Lidel
- [13] Nunes, M & O'Neill H 2003, *Fundamental de UML*, 2ª edição, FCA – Editora de Informática, Lda.
- [14] Faria, J & Aguiar, A 2003, *Estrutura típica da documentação da fase de desenho de alto nível*, Laboratório de Engenharia de Software, visualizado em 9 Junho 2006, <[http://paginas.fe.up.pt/~jpf/teach/LES/template\\_arquitectura.html](http://paginas.fe.up.pt/~jpf/teach/LES/template_arquitectura.html)>

## Bibliografia

Bertrand, J & Wortmann, J & Wijngaard, J 1990, *Production Control, A Structural and Design Oriented Approach*, Elsevier, vol. 11

Chen, C & Zhao, Z & Ball, M 2001, 'Quantity and Due Date Quoting Available to Promise', *Information Systems Frontiers* 3:4, pp. 477-288

Uribe, A & Cochran, J & Shunk D 2003, 'Two-stage simulation optimization for agile manufacturing capacity planning', *International Journey of Production Research*, vol. 41, no. 6, pp. 1181-1197

Xiong, M, Tor, S, Bathnagar, R, Venkat S 2004, 'DSS Model for Profit Maximization at Customer Enquiry Evaluation Stage', *Singapore-MIT Alliance*

Griffiths, J & James, R & Kempson J 2000, 'Focusing customer demand through manufacturing supply chains by the use of customer focused cells: An appraisal', *International Journey of Production Economics*, 65, pp. 111-120

Lin, F & Shaw, M 1998, 'Reengineering the Order Fulfillment Process in Supply Chain Networks', *The International Journal of Flexible Manufacturing Systems*, 10, pp. 197-229



Kovács, A, Váneza, J, Monostori, L, Kádár, B, Pfeiffer, A 2005, 'Real-Life Scheduling Constraint Programming and Simulation', *Computer and Automation Research Institute*

Selk, B & Turowski, K & Winnewisser, C 2004, 'Information System Design for Demand-Driven Supply Networks – Integrating CRM & SCM', *Information Systems for Mass Customization (ISMC 2004)*

Esteves, José & Pastor, J 2001, 'Enterprise Resource Planning Systems Research: an annotated bibliography', *Communications of the Association for Information Systems*, vol. 7, artigo 8

Aurich, J & Drews, O & Wagenknecht C 2005, 'Price due date related production planning of reconfigurable production resources', *Institute for Manufacturing Engineering and Production Management, Kaiserslautern University of Tecnology (Germany)*

Teich, T, Zschorn, L, Fischer, M, Neubert, R 2002, 'Management of Production Networks – a new approach to work with Probabilities of Delivery (Pd)', *Chemnitz University of Technology (Germany)*

Teltumbde, A 2000, 'A framework for evaluating ERP projects', *International Journey of Production Research*, vol. 38, no. 17, pp. 4507 – 4520

Barki, H 2002, 'Explaining ERP Implementation Effort and Benefits With Organizational Integration', *Henri Barki, École des HEC Alain Pinsonneault, McGill University*

Everdingen, V & Hillegersberh, V & Waarts, E 2000, 'ERP adoption by European midsize companies', *Communications of the ACM*, vol. 43, no. 4, pp. 27-31

Dewhurst, F & Barber, K & Pritchard, M, 2002, 'In search of a generic enterprise model', *Management Decision*, 40/5, pp. 418-427

Jacobs, R & Bendoly, E 2003, 'Enterprise Resource Planning: Developments and Directions for Operations Management Research', *European Journal of Operational Research*, vol. 146, no. 2, pp. 233-240

Macedo, P & Tribolet, J, 'Modelação dos Processos de Produção em Engenharia Organizacional', *Centro de Engenharia Organizacional, INESC-INOV*

Jiao, J & Zhang, L & Pokharel, S 2005, 'Coordinating product and process variety for mass customized order fulfillment', *Production Planning & Control*, vol. 16, no. 6, pp. 608-620

Andrade, A, Ribeiro, A, Borges, E, Neves, W, 2004, 'Um estudo de aplicação de modelagem de processo de negócio para apoiar a especificação de requisitos de um sistema', *Laboratório Synergia – Departamento de Ciência de Computação, Universidade Federal de Minas Gerais*

## Anexo I

Perguntas efectuadas no inquérito *On-Line*

## 1ª parte: Identificação da empresa

### 1. Identificação da empresa/contacto

- 1.1. Nome da empresa
- 1.2. Localidade
- 1.3. Nome do contacto
- 1.4. Função/cargo do contacto
- 1.5. Deseja receber uma cópia da tese (em formato electrónico)?  
(se sim, por favor, fornecer e-mail(s)):

### 2. Caracterização da empresa

- 2.1. Ramo de negócio
- 2.2. Ano de início de actividade
- 2.3. Volume de facturação da empresa em 2005
- 2.4. Número total de trabalhadores
- 2.4. Número de trabalhadores no sector produtivo
- 2.5. Número aproximado de produtos finais (produzidos na empresa)
- 2.6. Modelo de negócio adoptado pela empresa
  - Produção para stock
  - Montagem para encomenda
  - Produção para encomenda
  - Desenvolvimento para encomenda
  - Outro:

### 3. Sistemas de informação

#### 3.1. A sua empresa utiliza um sistema informático de gestão?

Nome(s) do(s) sistema(s):

Por favor, indique a opção que melhor se adequa à sua empresa.

- Sistema informático único que integra todos os departamentos da empresa;
- Vários sistemas informáticos (de diferentes fornecedores) que, face à capacidade de parametrização, integram todos os departamentos da empresa;
- Vários sistemas informáticos (de diferentes fornecedores) destinados a diversos departamentos, que não promovem a integração de todos os departamentos da empresa;
- A empresa abandonou o sistema informático de gestão (actualmente, sem nenhum)
- A empresa nunca possuiu um sistema informático de gestão.  
(caso seja esta a sua opção, por favor, avance para a 3ª fase)

#### 3.2. Quais as áreas abrangidas pelo sistema informático de gestão?

Por favor, indique as opções que melhor se adequam à sua empresa.

- Gestão comercial (facturação, guias de remessa, etc);
- Gestão financeira e contabilística;
- Gestão da produção;
- Logística;
- CRM (*Customer Relationship Management*);
- SCM (*Supply Chain Management*);
- Outras:

### 3ª parte: Negociação da encomenda de cliente

#### 4. Pedidos de cotação/viabilidade do cliente

4.1. Como são recepcionados os pedidos de cotação/viabilidade dos clientes?

Por favor, indique as opções que melhor se adequam à sua empresa.

- Directamente ao comercial ou vendedor, em reunião ou visita cordial;
- Telefone;
- Fax;
- E-mail;
- Extranet (sistema informático, via WWW, disponibilizado pela empresa para inserção de pedidos);
- Outras:

4.2. Qual o tempo máximo (em dias) para resposta a um pedido de cotação/viabilidade de um cliente?

Por favor, indique a opção que melhor se adapta à sua empresa.

- No próprio dia;
- Nunca superior a 3 dias;
- Nunca superior a 1 semana;
- Nunca superior a 1 mês;
- Não é possível quantificar (depende do pedido).

4.3. Quais os departamentos envolvidos na resposta a um pedido de cotação/viabilidade de um cliente?

Por favor, indique as opções que melhor se adaptam à sua empresa.

- Administração;
- Compras;
- Comercial/Vendas;
- Marketing;
- Concepção/desenvolvimento de produto;
- Produção;
- Logística;
- Expedição;

4.4. Utiliza algum sistema informático de apoio na resposta ao pedido de cotação/viabilidade do cliente?

Por favor, indique a opção que melhor se adapta à sua empresa.

- Solução informática integrada (ERP) que analisa a capacidade finita de recursos;
- Solução informática integrada (ERP) que analisa a capacidade infinita de recursos;
- Solução informática integrada (ERP) que apenas analisa as previsões de stocks;
- Solução informática proprietária (desenvolvida especificamente para a empresa);
- Utilização de folhas de cálculo (por exemplo, Microsoft Excel);
- Não utiliza nenhuma solução informática.

4.5. Qual o tipo de tratamento dado a um pedido de cotação/viabilidade de um cliente?

Por favor, indique a opção que melhor se adapta à sua empresa.

- Sequencial (processado à medida que vão chegando os pedidos);
- Concorrente (processado em conjugação com outros pedidos);

4.6. Quais as “variáveis” consideradas para uma resposta a um pedido de cotação/viabilidade de um cliente?

Por favor, indique as opções que melhor se adaptam à sua empresa.

- Actual existência em stock;
- Existência de stock na data pedida (ATP);
- Gerindo prioridades na produção (importância do cliente para a empresa);
- Valor monetário do pedido do cliente para a empresa;
- Capacidade de produzir internamente ou subcontratar para a data desejada (CTP);  
(se esta for uma das suas repostas, por favor, responda às perguntas seguintes; caso contrário, avance para o ponto 5).

4.7. Qual o nível de “decomposição hierárquica” do produto, para resposta a um pedido/cotação de um cliente?

Por favor, indique a opção que melhor se adapta à sua empresa.

- Gama operatória de 1º nível;
- Todos os níveis - 1º nível e sub-artigos (*Dynamic Boom*);
- Apenas as operações que possuam centros de trabalho críticos;
- Apenas as operações que possuam matérias-primas críticas;
- Apenas as operações que possuam mão-de-obra críticas.

4.8. Quais as “variáveis” consideradas para analisar a sua capacidade produtiva, para resposta a um pedido/cotação de um cliente?

Por favor, indique por ordem crescente (0 – nada importante; 5 – muito importante) o grau de importância de cada um dos tópicos:

- Disponibilidade dos centros de trabalho;
- Disponibilidade de mão-de-obra;
- Disponibilidade de matérias-primas;
- Outras:



4.9. Quais os métodos usados para analisar a capacidade de centros de trabalho e obter uma data de entrega fiável?

Por favor, indique por ordem crescente (0 – nada importante; 5 – muito importante) o grau de importância de cada um dos tópicos:

- Agendamento sequencial das operações e apuramento de data de entrega;
- Escolha das máquinas pelo seu coeficiente de eficiência;
- Agrupamento de operações semelhantes;
- Redução dos tempos de preparação (*Setup*);
- Outras:

4.10. Quais os métodos usados para analisar a capacidade de mão-de-obra e obter uma data de entrega fiável?

Por favor, indique por ordem crescente (0 – nada importante; 5 – muito importante) o grau de importância de cada um dos tópicos:

- Número de horas necessárias para satisfazer o pedido;
- Possibilidades de os trabalhadores efectuarem horas extraordinárias;
- Data de entrega pedida pelo cliente;
- Qualificação de mão-de-obra necessária;
- Subcontratação de mão-de-obra externa.
- Outras:

4.11. Quais os métodos usados para analisar a capacidade de matérias-primas e obter uma data de entrega fiável?

Por favor, indique por ordem crescente (0 – nada importante; 5 – muito importante) o grau de importância de cada um dos tópicos:

- Quantidades existentes em stock;
  - Componentes alternativos existentes em stock;
  - Confiança nos prazos de entrega dos fornecedores;
  - Rápida deslocação das matérias-primas na fábrica e entre armazéns;
- Outras:

4.12. O sistema informático que possui fornece-lhe uma resposta rápida do estado de um pedido de cliente?

Por favor, indique a opção que melhor se adapta à sua empresa.

- Sim, de forma imediata;
- Sim, recorrendo à análise de diversos ecrãs, obtém-se a informação.
- Não.

## Anexo II

Apresentação do inquérito *On-Line*  
enviado às empresas (via e-mail)

Exmo. senhor Gestor de Produção,

Vimos por este meio pedir a sua participação na resposta a um inquérito *on-line* que estamos a efectuar um conjunto de empresas industriais presentes no mercado nacional, sobre a temática de negociação de encomendas.

Este inquérito é de índole meramente académica (não sendo efectuado qualquer tratamento comercial da informação recolhida) e permanecer-se-á activo do dia 1 de Abril até ao dia 23 de Abril de 2006. Pretende-se apenas que seja incluído como objecto de estudo de uma tese de mestrado relacionada com o tema de “negociação de encomenda com recurso à capacidade produtiva” (que lhe poderá ser enviada por correio electrónico, caso deseje, quando estiver terminada).

Face a uma limitação tecnológica (da plataforma usada para os inquéritos), dividimos o nosso inquérito em 2 e-mails (sendo, este, o 1º). O inquérito do primeiro e-mail pretende reunir informações sobre a identificação da empresa e uma breve abordagem à utilização de sistemas informáticos. O inquérito do 2º e-mail pretende reunir informações sobre o tratamento de pedidos de viabilidade/cotação de clientes e do processo de negociação de encomenda.

Agradecendo antecipadamente a sua participação, disponibilizo o meu e-mail pessoal (almeida.ricardo@gmail.com) caso necessite de algum esclarecimento adicional.

Com os melhores cumprimentos,

Ricardo Almeida



Exmo.senhor Gestor de Produção Gestor de Produção

Vimos por este meio pedir a sua participação na resposta a um inquérito on-line que estamos a efectuar um conjunto de empresas industriais presentes no mercado nacional, sobre a temática de negociação de encomendas.

Este inquérito é de índole meramente académico (não sendo efectuado qualquer tratamento comercial da informação recolhida) e permanecer-se-á activo do dia 1 de Abril até ao dia 23 de Abril de 2006.

Pretende-se apenas que seja incluído como objecto de estudo de uma tese de mestrado relacionada com o tema de "negociação de encomenda com recurso à capacidade produtiva" (que lhe poderá ser enviada por correio electrónico, caso deseje, quando estiver terminada).

Face a uma limitação tecnológica (da plataforma usada para os inquéritos), dividimos o nosso inquérito em 2 e-mails (sendo, este, o 1º). O inquérito do primeiro e-mail pretende reunir informações sobre a identificação da empresa e uma breve abordagem à utilização de sistemas informáticos. O inquérito do 2º e-mail pretende reunir informações sobre o tratamento de pedidos de viabilidade/cotação de clientes e do processo de negociação de encomenda. Para aceder ao 1º inquérito, por favor, clique [neste link](#).

Agradecendo antecipadamente a sua participação, disponibilizo o meu e-mail pessoal ([almeida.ricardo@gmail.com](mailto:almeida.ricardo@gmail.com)) caso necessite de algum esclarecimento adicional.

Com os melhores cumprimentos,  
Ricardo Almeida

Crie, envie e obtenha resultados dos seus questionários gratuitamente em [www.Questionarios.com](http://www.Questionarios.com)



Exmo.senhor Gestor Produção Gestor de Produção

Esperamos que já tenha recebido e respondido ao 1º inquérito sobre a negociação de encomenda.

Por favor, responda ao 2º inquérito, clicando [neste link](#).

Mais uma vez, muito obrigado pela sua colaboração.

Com os melhores cumprimentos,  
Ricardo Almeida

Crie, envie e obtenha resultados dos seus questionários gratuitamente em [www.Questionarios.com](http://www.Questionarios.com)

## Anexo III

Interface apresentada no inquérito *On-Line*  
(via WWW)

- Página Principal
- Registe-se
- Características
- Passo a Passo
- Quem Somos
- Privacidade
- Sugestões

### Questões do questionario Negociação de encomenda (1ª parte)

- 1** 1. Identificação da empresa/contacto
- 2** 1.1. Nome da empresa
- 3** 1.2. Localidade
- 4** 1.3. Nome do contacto
- 5** 1.4. Função/cargo do contacto
- 6** 1.5. Deseja receber uma cópia da tese (em formato electrónico)?

- Página Principal
- Registe-se
- Características
- Passo a Passo
- Quem Somos
- Privacidade
- Sugestões

### Questões do questionario Negociação de encomenda (2ª parte)


- 1** 4. Pedidos de cotação/viabilidade do cliente
- 2** 4.1. Como são recepcionados os pedidos de cotação/viabilidade dos clientes?
  - Pelo comercial, vendedor, reunião
  - Telefone
  - Fax
  - E-mail
  - Extranet (sistema informático, via WWW)
  - Outro
- 3** 4.2. Outra forma de recepção de pedidos:
- 4** 4.3. Qual o tempo máximo (em dias) para resposta a um pedido de cotação/viabilidade de um cliente?
  - No próprio dia
  - Nunca superior a 3 dias

## Anexo IV

Alguns dos resultados obtidos no inquérito *On-Line*






*Possibilidade de receber uma cópia da tese de Mestrado (via e-mail)*

6	1.5. Deseja receber uma cópia da tese (em formato electrónico)?	Nº de respostas	% de respostas
Sim	 8	8	<b>100.00 %</b>
Não	0	0	<b>0.00 %</b>
Total		8	100%






*Modelo de negócio adoptado*

15	2.6. Modelo de negócio adoptado pela empresa	Nº de respostas	% de respostas
Produção para stock	0	0	<b>0.00 %</b>
Montagem para encomenda	0	0	<b>0.00 %</b>
Produção para encomenda	 7	7	<b>87.50 %</b>
Desenvolvimento para encomenda	0	0	<b>0.00 %</b>
Outro...	 1	1	<b>12.50 %</b>
Total		8	100%


*Grau de abrangência do sistema de informação existente na empresa*

19	Por favor, indique a opção que melhor se adequa à sua empresa.	Nº de respostas	% de respostas
Sistema que integra todos os departamentos	 6	6	<b>75.00 %</b>
Sistemas (diferentes fornecedores) integrados	 1	1	<b>12.50 %</b>
Sistemas (diferentes fornecedores) não integrados	 1	1	<b>12.50 %</b>
Abandonamos o sistema informático de gestão	0	0	<b>0.00 %</b>
Nunca possuímos um sistema informático	0	0	<b>0.00 %</b>
Total		8	100%





*Áreas abrangidas pelo sistema informático*

20	Quais as áreas abrangidas pelo sistema informático de gestão? (por favor, indique as opções que melhor se adequam à sua empresa)	Nº de respostas	% de respostas
Gestão comercial (facturação, guias, etc)	 8	8	<b>33.33 %</b>
Gestão financeira e contabilística	 6	6	<b>25.00 %</b>
Gestão da produção	 7	7	<b>29.17 %</b>
Logística	 2	2	<b>8.33 %</b>
CRM (Customer Relationship Management)	 1	1	<b>4.17 %</b>
SCM (Supply Chain Management)	0	0	<b>0.00 %</b>
Total		24	100%

*Formas de recepção dos pedidos de viabilidade/cotação*

2	4.1. Como são recepcionados os pedidos de cotação/viabilidade dos clientes?	Nº de respostas	% de respostas
	Pelo comercial, vendedor, reunião  4	4	25.00 %
	Telefone  2	2	12.50 %
	Fax  4	4	25.00 %
	E-mail  5	5	31.25 %
	Extranet (sistema informático, via WWW)  1	1	6.25 %
	Outro  0	0	0.00 %
Total		16	100%

*Período máximo de espera para resposta a um pedido de viabilidade/cotação*

4	4.2. Qual o tempo máximo (em dias) para resposta a um pedido de cotação/viabilidade de um cliente?	Nº de respostas	% de respostas
	No próprio dia  1	1	20.00 %
	Nunca superior a 3 dias  2	2	40.00 %
	Nunca superior a 1 semana  1	1	20.00 %
	Nunca superior a 1 mês 0	0	0.00 %
	Não é possível quantificar (depende do pedido)  1	1	20.00 %
Total		5	100%

*Departamentos envolvidos na resposta a um pedido de viabilidade/cotação*

5	4.3. Quais os departamentos envolvidos na resposta a um pedido de cotação/viabilidade de um cliente?	Nº de respostas	% de respostas
	Administração  4	4	22.22 %
	Compras  2	2	11.11 %
	Comercial/Vendas  3	3	16.67 %
	Marketing 0	0	0.00 %
	Concepção/desenvolvimento de produto  4	4	22.22 %
	Produção  4	4	22.22 %
	Logística 0	0	0.00 %
	Expedição  1	1	5.56 %
Total		18	100%

*Utilização de sistemas informáticos para apoio à resposta pedido de viabilidade/cotação*

6	4.4. Utiliza algum sistema informático (ERP) de apoio na resposta ao pedido de cotação/viabilidade do cliente?	Nº de respostas	% de respostas
	ERP analisa a capacidade finita de recursos	0	0.00 %
	ERP analisa a capacidade infinita de recursos	1	20.00 %
	ERP apenas analisa as previsões de stocks	0	0.00 %
	Solução informática proprietária	0	0.00 %
	Utilização folhas de cálculo (por exemplo, Excel)	2	40.00 %
	Não utiliza nenhuma solução informática	2	40.00 %
Total		5	100%

*Tipo de tratamento dado a um pedido de viabilidade/cotação*

7	4.5. Qual o tipo de tratamento dado a um pedido de cotação/viabilidade de um cliente?	Nº de respostas	% de respostas
	Sequencial (processado à medida que vão chegando)	3	60.00 %
	Concorrente (processado em conjugação com outros)	2	40.00 %
Total		5	100%

*Variáveis a considerar na resposta a um pedido de viabilidade/cotação*

8	4.6. Quais as "variáveis" consideradas para uma resposta a um pedido de cotação/viabilidade de um cliente?	Nº de respostas	% de respostas
	Actual existência em stock	3	27.27 %
	Existência de stock na data pedida (ATP)	1	9.09 %
	Gerindo prioridades produção (posição cliente)	5	45.45 %
	Valor monetário pedido do cliente para empresa	0	0.00 %
	Capacidade produção interna/subcontratação (CTP)	2	18.18 %
Total		11	100%

*Nível de decomposição hierárquica para resposta a um pedido de viabilidade/cotação*

9	4.7. Qual o nível de "decomposição hierárquica" do produto, para resposta a um pedido/cotação de um cliente?	Nº de respostas	% de respostas
	Gama operatória de 1º nível	0	0.00 %
	Todos os níveis (Dynamic BOM)	4	66.67 %
	Apenas operações em centros de trabalhos críticos	1	16.67 %
	Apenas operações com matérias-primas críticas	0	0.00 %
	Apenas operações com mão-de-obra crítica	1	16.67 %
Total		6	100%

*Prioridade das variáveis para análise da capacidade produtiva*

10	4.8. Qual a prioridade nas "variáveis" consideradas para analisar a sua capacidade produtiva, para resposta a um pedido/cotação de um cliente?	1°	2°	3°	4°
Disponibilidade dos centros de trabalho		2 40.00%	2 40.00%	1 20.00%	0 0.00%
Disponibilidade de mão-de-obra		1 20.00%	1 20.00%	2 40.00%	1 20.00%
Disponibilidade de matérias-primas		1 20.00%	2 40.00%	1 20.00%	1 20.00%
Outras		1 20.00%	0 0.00%	1 20.00%	3 60.00%
Total		5			

Como outra resposta possível, foi indicada “Disponibilidade de encomendas”

*Prioridade nos métodos para análise da capacidade de centros de trabalho*

12	4.9. Qual a prioridade nos métodos usados para analisar a capacidade de centros de trabalho e obter uma data de entrega fiável?	1°	2°	3°	4°	5°
Agendamento sequencial operações e apuramento data		3 60.00%	2 40.00%	0 0.00%	0 0.00%	0 0.00%
Escolha máquinas pelo seu coeficiente eficiência		2 40.00%	0 0.00%	2 40.00%	1 20.00%	0 0.00%
Agrupamento de operações semelhantes		0 0.00%	2 40.00%	2 40.00%	1 20.00%	0 0.00%
Redução dos tempos de preparação (Setup)		0 0.00%	1 20.00%	1 20.00%	2 40.00%	1 20.00%
Outras		0 0.00%	0 0.00%	0 0.00%	1 20.00%	1 20.00%
Total		5				




*Prioridade nos métodos para análise da capacidade de mão-de-obra*

14	4.10. Qual a prioridade nos métodos usados para analisar a capacidade de mão-de-obra e obter uma data de entrega fiável?	1°	2°	3°	4°	5°	6°
Número horas necessárias para satisfazer o pedido		0 0.00%	4 80.00%	0 0.00%	1 20.00%	0 0.00%	0 0.00%
Possibilidade da mão-de-obra efectuar horas extra		0 0.00%	1 20.00%	2 40.00%	2 40.00%	0 0.00%	0 0.00%
Data de entrega pedida pelo cliente		5 100.00%	0 0.00%	0 0.00%	0 0.00%	0 0.00%	0 0.00%
Qualificação de mão-de-obra necessária		0 0.00%	0 0.00%	2 40.00%	2 40.00%	1 20.00%	0 0.00%
Subcontratação de mão-de-obra externa		0 0.00%	0 0.00%	1 20.00%	0 0.00%	3 60.00%	0 0.00%
Outras		0 0.00%	0 0.00%	0 0.00%	0 0.00%	0 0.00%	2 40.00%
Total		5					

*Prioridade nos métodos para análise da capacidade de matérias-primas*

16	4.11. Qual a prioridade nos métodos usados para analisar a capacidade de matérias-primas e obter uma data de entrega fiável?	1°	2°	3°	4°	5°
Quantidades existentes em stock		3 60.00%	2 40.00%	0 0.00%	0 0.00%	0 0.00%
Componentes alternativos existentes em stock		1 20.00%	1 20.00%	3 60.00%	0 0.00%	0 0.00%
Confiança nos prazos de entrega dos fornecedores		1 20.00%	2 40.00%	2 40.00%	0 0.00%	0 0.00%
Rápida deslocação matérias-primas na fábrica/armaz		0 0.00%	0 0.00%	0 0.00%	5 100.00%	0 0.00%
Outros		0 0.00%	0 0.00%	0 0.00%	0 0.00%	2 40.00%
Total		5				

*Resposta do sistema informático para análise do estado de um pedido de um cliente*

18	4.12. O sistema informático que possui fornece-lhe uma resposta rápida do estado de um pedido de cliente?	Nº de respostas	% de respostas
Sim, de forma imediata	 1	1	20.00 %
Sim, recorrendo à análise diversos ecrãs, obtém-se	 1	1	20.00 %
Não	 3	3	60.00 %
Total		5	100%

## Anexo V

Documentação sobre os módulos do  
Software Manufactor

### **Módulo PLATFORM (versão base)**

Este módulo permite a gestão completa dos processos produtivos de uma empresa industrial, desde a geração das "árvores de artigo" até à entrada do produto acabado em armazém.

Engloba funcionalidades básicas para o negócio como a gestão de clientes, fornecedores, funcionários, centros de trabalho (horários, custos máquina e mão de obra associados), definição de períodos não trabalháveis e extraordinários, e criação de grupos de centros de trabalho equivalentes.

Este módulo é também responsável pela gestão de fichas técnicas de artigos, definição de gamas operatórias (rotas de produção) e associação das matérias-primas (BOM), alternativas de produção, associação de indicadores de qualidade e defeitos para cada artigo.

A gestão de ordens de fabrico e sua confirmação de stocks e calendarização (não gráfica, e em modo de simulação) é também levada a cabo neste módulo; bem como o registo de dados de produção no diário de trabalho, associação dos funcionários envolvidos, paragens detectadas e tempos de produção, consumos de matérias-primas e reaproveitamentos de produção.

### **Módulo MRP (cálculo de necessidades)**

Este módulo auxilia o gestor a determinar quais as suas necessidades (artigos de fabrico e/ou matérias primas) para satisfazer os vários cenários de negócio que lhe possam surgir. É possível criar cálculos de necessidades com base em planos de fabrico e/ou ordens de fabrico lançadas no sistema, satisfazendo os stocks por vários critérios (necessário, stock mínimo, stock máximo, ponto de encomenda).

### **Módulo PLANNING** (calendarização com recurso a um gráfico de Gantt)

O módulo PLANNING apresenta a calendarização do plano de produção recorrendo a um gráfico de Gantt, e permitindo o arraste (*drag & drop*) de operações pelos diversos centros de trabalho. É possível trabalhar numa base de simulação (podendo cancelar a qualquer momento), identificando por cores o cumprimento ou não do prazo de entrega, e visualizando o gráfico por várias escalas temporais (hora, dia, semana) e *zooms*.

### **Módulo GRELHAS**

Este módulo permite a gestão de stocks para artigos com matrizes de cores e tamanhos (utilizados essencialmente pelas empresas do ramo têxtil), sendo possível definir gamas operatórias e atribuir componentes para cada cor e tamanho.

Este conceito é expansível a todas as áreas industriais que utilizem os princípios de produção de semi-processos.

### **Módulo LOTES**

Este módulo permite a gestão de stocks com a identificação do lote do fornecedor (para as entradas de matérias-primas) ou da ordem de fabrico (para o fabrico de produtos), garantindo o fácil rastreio em toda a cadeia de valor.

Os consumos de matéria-prima seguem o critério definido (LIFO ou FIFO), permitindo um maior controlo e parametrização da lógica de consumo. É também possível reservar lotes específicos e associá-los a determinadas ordens de fabrico.

### **Módulo MULTI-LINGUA**

Este módulo permite alterar todo o *interface* do software Manufactor para um determinado idioma, sendo ainda possível ao utilizador definir quais as traduções a aplicar.



## **Módulo MOLDES**

Com este módulo, é possível controlar os tempos e custos de utilização dos moldes usados no processo produtivo. É também possível criar operações gémeas (várias operações a serem produzidas, ao mesmo tempo, no mesmo centro de trabalho), para que um mesmo molde possa ser usado por várias operações em simultâneo.

## **Módulo QUALIDADE**

O módulo de QUALIDADE permite registar as inspecções efectuadas no sector produtivo, guardando as leituras dos indicadores de qualidade e defeitos para o artigo em causa, e gerindo as devoluções à produção ou ao fornecedor. Permite, ainda, o registo de artigos não conforme (com outra codificação de artigo), segundo uma classificação definida pelo utilizador. É também possível, com este módulo, uma gestão automática de inspecções a serem efectuadas pelo departamento de Controlo de Qualidade (denominada, na aplicação, como diário de inspecções).

## **Módulo TOUCH**

Este módulo permite o registo de dados reais de produção (num ambiente produtivo) através de uma interface táctil. Permite a identificação do funcionário e o registo dos seus tempos, quantidades produzidas e rejeitadas, pedidos de intervenção de manutenção.

## **Módulo PACKING-LIST**

Este módulo assegura a gestão do sector de expedição, ao permitir a criação de mapas de carga e consequente emissão de rótulos para colagem nas caixas a serem transportadas.

## **Módulo ORÇAMENTOS**

Este módulo permite a gestão de orçamentos, utilizando informação de base que pode até nem existir na empresa (artigos, centros de trabalho e funcionários). Desta forma, os ficheiros mestres da aplicação não são sobrecarregados com informação que pode nunca vir a ser usada. Numa fase posterior (após a aprovação final do cliente), bastará um simples *click* para transformar o orçamento (e correspondente informação fictícia associada) em informação real dos ficheiros mestres da aplicação.

## **Módulo TAREFAS**

Com este módulo, a gestão diária de tarefas dos utilizadores passa ser integrada no software *Manufacturer*, ficando associada aos ecrãs e especificamente ao registo. Permite a integração com o software *Microsoft Outlook* (e conseqüente integração com *PocketPCs*).

## **Módulo MANUTENÇÃO**

Este módulo permite a gestão de manutenções preventivas e correctivas dos seus equipamentos industriais, e integrá-las no seu planeamento de produção. O software *Manufacturer* disponibiliza um monitor de pedidos de manutenção, para que o responsável de manutenção possa aprovar (criando uma ordem de fabrico de manutenção) que será, posteriormente, analisada pelo planeador (que decidirá ou não pela sua calendarização).

## **Módulo CONFIGURADOR DE PRODUTO**

Com este módulo é possível definir matrizes de características e variantes, e associá-las a produtos. Ao criar uma ordem de fabrico ou um orçamento, é apresentado ao cliente um quadro com várias perguntas e, consoante as respostas, a gama operatória é construída no momento (evitando a criação prévia de gamas operatórias para todas as combinações possíveis).

## Anexo VI

Análise dos sistemas ERP actuais

(Interfaces secundárias)

Manufactor v2007

## Ficha de produto

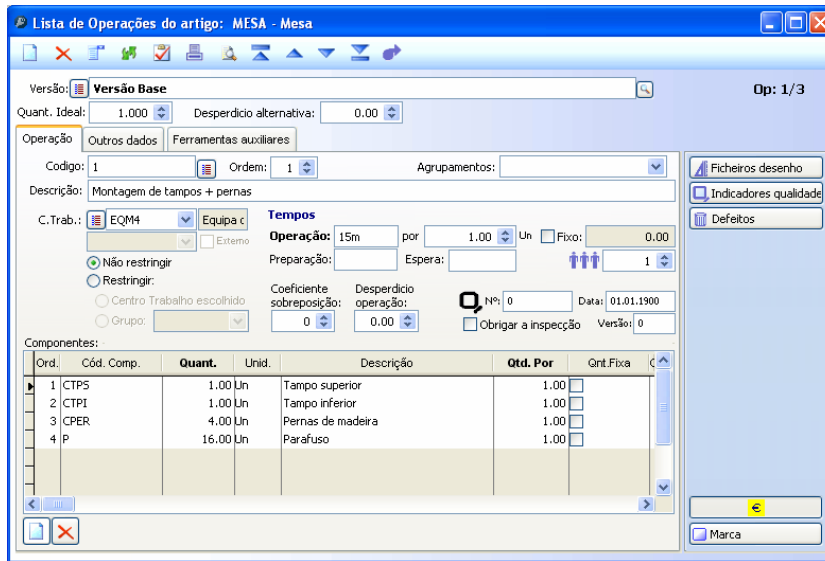
A criação de uma ficha técnica para produto acabado revela-se intuitiva e bastante flexível, sendo possível a sua parametrização para diversos ramos de negócio. O software Manufactor permite, no mesmo ecrã, aceder a um conjunto de informação referente a várias “visões” (inventário, custos, BOM, rotas de produção e ATP).

The screenshot displays the 'Fichas Técnicas de Artigos' window in a software application. The main area is divided into several sections:

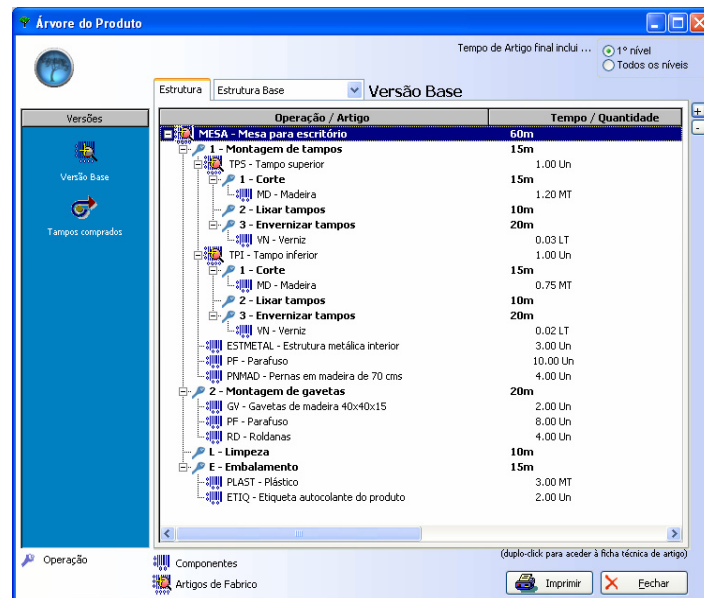
- Header:** Código: MESA, Origem: FABRICO.
- Description:** Mesa para escritório. Checkboxes for Moldura, Grelhas, Lotes, Serviço, Embalagem, Molde, and Configurador (checked).
- Navigation Tabs:** Dados principais (selected), Dados técnicos, Contabilidade, Enterprise, Molde, Grelhas, Configurador.
- Inventory Data:** Stock previsto: -248.00 Un, Un. Stock: 0.000000, Un. Venda: 0.000000.
- Operational Data:** Quantidade em receção: 0.00, Quantidade reservada: 0.00, Enc. a fornecedor: 0.00, Enc. de clientes: 250.00, Quantidade a fabricar: 2.00, Stock Actual: 0.00.
- Operational Parameters:** Stock mínimo: 0.00, Stock máximo: 0.00, Lote Mínimo: 0.00, Lote Económico: 0.00, Ponto encomenda: 0.00, Quantidade de encomenda: 0.00, Dias de antecipação encomenda: 0.
- Operational Levels (1º NÍVEL):** 1 - Montagem de tempos, CTPS - Tempo superior.
- Observations:** Versão: Versão Base.
- Operator:** C:\NOVASBDS\I
- Photography:** A small image of a wooden desk.
- Right Panel:** Opções deste ecrã with buttons for Gama operatória, Derivados, Movimentos stock, Análise stock à data, Análise utilização, Árvore artigo, Cálculo de custos, Grelhas, and Marca (checked).

## Lista de materiais (BOM)

No software Manufactor, é associada a cada operação da ficha de produto, um conjunto de matérias-primas e/ou subprodutos, indicando o centro de trabalho (por defeito) e os tempos de operação (unitário), preparação e espera.



Neste ecrã é possível criar alternativas de produção.



## Centros de Trabalho

Como já indicado em capítulos anteriores, o software Manufacturer permite definir o horário dos centros de trabalho, definir períodos não-trabalháveis e extraordinários, de forma a apurar o tempo útil do centro de trabalho.

**Centros de Trabalho**

Código: PINT Nº Ordem: 42

Descrição: Linha de Pintura

Opções deste ecrã

Períodos não-trab.  
 Períodos extraord.  
 Manutenção

Dados Princ. Equipamento Mão-de-Obra Ferramentas Contabilidade Operações T. Teórico

Local:  Sub-contratado/Externo:

Observações:

Preparação (defeito): 0.00 Min.(s)  
 Espera (defeito): 0.00 Min.(s)

Horas trabalháveis  Dias  Semanal

Coeficiente eficiência: 100 %  
 Nº Turnos: 0

% de custo sobre os componentes  
 0% = Usa custo pré-definido 0.00 %

Custos médios apurados

	Hora Homem	Hora Máquina
Calc.:	3.329	14.320
Final:	3.329	15.000

Paragens

	Início	Fim
Almoço	12:30	14:00
Jantar	:	:

€  
 Marca

O processo de avaliação das necessidades de compra e fabrico fica a cargo do MRP (cálculo de necessidades). Nesta interface, é possível definir quais os planos e/ou ordens de fabrico lançadas e que devem ser incluídas no cálculo, e escolher segundo vários critérios de satisfação.

**M.R.P.**

Número: 0007 Data: 07.03.2006

Descrição: Coleção Inverno 2006

Obs.: A entregar na Feira de Exposições

Propostas com datas inferiores...

	Data MRP	Hoje
Ordens de fabrico:	0	0
Encomendas:	16	16

Alet change

Calcular MRP

Fechar

Origem **Opções** Propostas Fabrico Propostas Encomendas Armazéns

Caso não tenha definido preço por fornecedor, associar: Preço standard

Ao seleccionar fornecedor, aplicar quantidade:  Original  Mínima  Económica

Necessidades  Líquidas  Brutas

Optimização de Lotes  
 Gestão de lotes: FIFO  Satisfazer pela quantidade + próxima (inclui números de série)

Outras opções

- Ignorar stocks (actuais e previstos)
- Ignorar stocks para artigos do plano de produção (1ª análise)
- Sub-ordens apenas afectam ordem de fabrico original
- Só mostrar necessidades referentes à origem seleccionada

Actualizar Planeamento pelo cálculo do MRP

Satisfação nec. fabrico:  Necessário  Stock mínimo  Stock máximo  Ponto encomenda  Lote mínimo  Lote económico

Satisfação nec. compra:  Necessário  Stock mínimo  Stock máximo  Ponto encomenda  Lote mínimo  Lote económico

Quantidade a fabricar:  Adição  Substituição (se maior que à necessária)

Quantidade a encomendar:  Adição  Substituição (se maior que à necessária)

Marca

O cálculo de necessidades do MRP engloba todas as funcionalidades de calendarização e gestão de capacidades apresentadas no capítulo anterior.

À sugestão das necessidades de compra e fabrico é permitido ainda o agrupamento das mesmas segundo diversos critérios (semana, mês, etc), antes da criação de encomendas a fornecedor (respeitando os tempos de entrega dos fornecedores) e ordens de fabrico, respectivamente.

The screenshot shows the M.R.P. (Material Requirements Planning) software interface. The window title is "M.R.P.". The main area displays a list of items with columns for "OK?", "Código", "Cor", "Tamanho", "Quant.", "Descrição", and "Data encomen". The "Propostas Encomendas" tab is selected, showing a list of items with their respective quantities and dates.

OK?	Código	Cor	Tamanho	Quant.	Descrição	Data encomen
<input checked="" type="checkbox"/>	CX404060			5,000.00	Caixa de cartão 40x40x60	02.08.2005
<input type="checkbox"/>	MD			5,000.00	Madeira	02.08.2005
<input type="checkbox"/>	CH			4,000.00	Fechadura + Chave	15.10.2005
<input checked="" type="checkbox"/>	P			40,000.00	Parafuso	15.10.2005
<input checked="" type="checkbox"/>	P			24,000.00	Parafuso	15.10.2005
<input type="checkbox"/>	B3L			5,000.00	Boleio a 3 lados	29.12.2005
<input type="checkbox"/>	PAST			5,000.00	"Pastilhas" coloridas (cobertura)	26.12.2005

Below the table, there are buttons for "Agrupar", "Agrupar Todos", "Selecionar todas", "Des-selecionar todas", and "Criar Encomendas Fornecedor". The "Criar Encomendas Fornecedor" button is highlighted. The interface also includes a sidebar with options like "Análise afectação", "Planeamento MRP", and "Períodos não-trab.". The top right corner shows the date "07.03.2006" and a "Fechar" button.

## Anexo VII

Análise dos sistemas ERP actuais

(Interfaces secundárias)

Microsoft Navision 4.0



## Ficha de produto

O sistema Microsoft Navision permite a criação de fichas de produto e associação da lista de materiais (BOM) necessárias para a sua fabricação. A associação de materiais é efectuada de forma “desintegrada” da gama operatória (lista de operações). As próximas duas imagens apresentam um exemplo de definição de uma ficha de um produto e da sua lista de materiais.

The screenshot shows the 'Item Card' window for product 'LS-100 Altifalante 100W OakwoodDeluxe'. The window is divided into several tabs: General, Invoicing, Replenishment, Planning, Foreign Trade, Item Tracking, E-Commerce, and Warehouse. The 'General' tab is active, showing the following fields:

- No.: LS-100
- Description: Altifalante 100W OakwoodDeluxe
- Base Unit of Measure: PCS
- Bill of Materials:
- Shelf No.: (empty)
- Automatic Ext. Texts:
- Created From Nonstoc...:
- Item Category Code: (empty)
- Product Group Code: (empty)
- Search Description: ALTIFALANTE 10...
- Inventory: 32
- Qty. on Purch. Order: 0
- Qty. on Prod. Order: 37
- Qty. on Component Lines: 0
- Qty. on Sales Order: 0
- Qty. on Service Order: 0
- Service Item Group: (empty)
- Blocked:
- Last Date Modified: 30-11-05

At the bottom of the window, there are buttons for 'Item', 'Sales', 'Purchases', 'Functions', and 'Help'.

The screenshot shows the 'Production BOM' window for product 'LS-100 Altifalante 100W Oakwood Deluxe'. The window is divided into several tabs: General, Invoicing, Replenishment, Planning, Foreign Trade, Item Tracking, E-Commerce, and Warehouse. The 'General' tab is active, showing the following fields:

- No.: LS-100
- Description: Altifalante 100W Oakwood Deluxe
- Unit of Measure Code: PCS
- Status: Certified
- Search Name: ALTIFALANTE100...
- Version Nos.: (empty)
- Active Version: (empty)
- Last Date Modified: 30-11-05

Below the fields is a table with the following columns: Type, No., Description, Quantity per, Unit of Meas..., Scrap %, and Routing ...

Type	No.	Description	Quantity per	Unit of Meas...	Scrap %	Routing ...
Item	LSU-15	Unidade Base 15" 100W	1	PCS	0	
Item	LSU-8	Unidade Middletone 8" 100W	1	PCS	0	
Item	LSU-4	Unidade Tweeter 4" 100W	1	PCS	0	
Item	FF-100	Filtro frequência p/ LS-100	1	PCS	0	
Item	C-100	Cablagem para LS-100	1	PCS	0	
Item	HS-100	Caixa LS-100, Oakwood 120 lbs	1	PCS	0	
Item	SPK-100	Spoke p/ LS-100	4	PCS	0	

At the bottom of the window, there are buttons for 'Prod. BOM', 'Component', 'Functions', and 'Help'.

## Centros de trabalho

O sistema Microsoft Navision permite definir os tempos de preparação, espera, deslocação, tempos mínimo e máximo de processamento e percentagens de desperdício, para centros de trabalho e máquina. Permite também associar um calendário ao centro de trabalho, de forma a definir o número de minutos de tempo útil para produção.

A próxima figura apresenta a definição de um centro máquina (denominado Mesa de Embalagem 2) e respectiva associação do calendário de trabalho:

The screenshot displays the Microsoft Navision interface. On the left is the 'Manufacturing' navigation tree. The main window is titled '220 Mesa de embalagem 2 - Machine Center Card' and shows the 'Routing Setup' tab with various time and quantity fields. Below this window, the 'Machine Center Calendar' window is open, showing a table of work shifts for the year 2001. A red arrow points from the 'Calendar' option in the 'Mach. Ctr.' dropdown menu to the 'Machine Center Calendar' window.

**Machine Center Card - Routing Setup**

Setup Time . . . . .	<input type="text"/>	Send-Ahead Quantity . .	<input type="text" value="0"/>
Wait Time . . . . .	<input type="text" value="0"/>	Minimum Process Time . .	<input type="text" value="0"/>
Move Time . . . . .	<input type="text" value="0"/>	Maximum Process Time . .	<input type="text" value="0"/>
Fixed Scrap Quantity . .	<input type="text" value="0"/>	Concurrent Capacities . .	<input type="text" value="0"/>
Scrap % . . . . .	<input type="text" value="0"/>		

**Machine Center Calendar**

No.	Name	Jan 2001	Feb 2001	Mar 2001	Apr 2001	May 2001
110	Marco Melo	11.040	9.600	10.560	10.080	11.040
120	Luís Moreira	11.040	9.600	10.560	10.080	11.040
130	Cristina Neves	11.040	9.600	10.560	10.080	11.040
210	Mesa de embalagem 1	11.040	9.600	10.560	10.080	11.040
220	Mesa de embalagem 2	11.040	9.600	10.560	10.080	11.040
230	Máquina de Embalar	11.040	9.600	10.560	10.080	11.040
310	Cabina de Pintura	20.700	18.000	19.800	18.900	20.700
320	Robot de Pintura	20.700	18.000	19.800	18.900	20.700
330	Cabina de Secagem	20.700	18.000	19.800	18.900	20.700

## Análise e processamento de necessidades (MRP)

A análise das necessidades de materiais e sub-produtos fica disponível no ecrã de planeamento de ordens (figura seguinte). Neste ecrã são apresentadas as ordens de fabrico pelo seu tipo (sugeridas pela produção, ordens directas do departamento de Vendas, etc), permitindo a análise do seu BOM e indicado a necessidade ou não de compra das matérias-primas.

O processo de geração de encomendas de matérias pode ser efectuado à linha ou efectuado de forma global (todas as linhas), considerando os tempos de entrega do artigo.

The screenshot displays the 'Order Planning' window with a table of demand orders. The table columns include Demand Date, Status, Demand Type, Order No., Item No., Description, Needed, Replenish, Supply From, R.. Qty, to, and Ord. The table lists various items such as 'Altifalante 100W Oakwood...', 'Unidade Base 15" 100W', 'Unidade Middletone 8" 100W', and 'Unidade Tweeter 4" 100W'. A dialog box titled 'RICARDO ALMEIDA - Make Supply Orders' is open, showing options to 'Make Orders for...' with radio buttons for 'the Active Line', 'the Active Order', and 'All Lines'. The dialog also includes a warning message: 'Multi-level production orders made with this function may generate new demand, which you can only see after you have recalculated a plan in the Order Planning window.' and buttons for 'OK', 'Cancel', and 'Help'.

E..	Demand Date	Status	Demand Type	Order No.	Item No.	Description	Needed ...	Replenish...	Supply From	R..	Qty. to ...	Ord
▶	31-12-99	Released	Production	101001		Altifalante 100W Oakwood...						
▶	31-12-99	Released	Production	101002		Altifalante 100W Oakwood...						
▼	31-12-99	Released	Production	101003		Altifalante 100W Oakwood...						
▶	31-12-99				LSU-15	Unidade Base 15" 100W	10	Purchase			10	3
	31-12-99				LSU-8	Unidade Middletone 8" 100W	10	Purchase			10	3
	31-12-99				LSU-4	Unidade Tweeter 4" 100W	10	Purchase			10	3
	31-12-99				FF-100	Filtro frequência p/ LS-100	10	Purchase			10	3
	31-12-99				C-100	Cablagem para LS-100	10	Purch			10	3
	31-12-99				HS-100	Caixa LS-100,Oakwood 120 Its	10	Purch			10	3
	31-12-99				SPK-100	Spike p/ LS-100	40	Purch			40	3
▶	08-01-01	Released	Sales	101003		...GUIA Desenho Gráfico						
▶	17-01-01	Open	Sales	2001		GDE Distribuiç-o S.A.						
▶	17-01-01	Open	Sales	2004		...GUIA Desenho Gráfico						
▶	17-01-01	Open	Sales	2005		Loja HiFi4You						
▶	17-01-01	Open	Sales	2007		Selangor S.A.						
▶	17-01-01	Released	Sales	2008		Seguros LM S.A.						
▼	17-01-01	Released	Sales	2009		...GUIA Desenho Gráfico						
	17-01-01				LS-10PC	Altifalantes, Branco p/ PC	12	Purch			12	3
	17-01-01				LS-150	Altifalantes, Cereja, 150W	8	Purch			8	3
▶	17-01-01	Released	Sales	2010		Loja HiFi4You						
▼	17-01-01	Released	Sales	2011		GDE Distribuiç-o S.A.						
	17-01-01				LS-150	Altifalantes, Cereja, 150W	10	Purch			10	3
▶	17-01-01	Released	Sales	2012		Selangor S.A.						
▶	17-01-01	Released	Sales	2014		...GUIA Desenho Gráfico						

Available for Transfer: 0    Substitutes Exist: No    Quantity Available: -37    Earliest Date Available:

Line    Item    Functions    Make Orders...    Help

## Anexo VIII

Análise dos sistemas ERP actuais

(Interfaces secundárias)

(SAP R/3)

## Ficha de produto

A associação de materiais é efectuada de forma “desintegrada” da gama operatória (lista de operações), tal como o sistema Microsoft Navision. As próximas três imagens apresentam um exemplo da definição de uma ficha de um produto e dos seus roteiros de produção.

**Criar LisTéc de material: Síntese de itens gerais**

Material: 20000102 Mesa  
 Centro: 0030 Porto  
 Alternativa: 1

Item	Cl	Componente	Denominação de comp...	Qty.	UM	Cnj	Slit	Vál.desde	Válido até	Nº modif.
0010	L	1000000261	Tampo de mesa	10	UN			29.04.2006	31.12.9999	
0020	L	2231	Folhas de alumínio	2	UN			29.04.2006	31.12.9999	
0030										
0040										
0050										
0060										
0070										

**Criar Roteiro: síntese de operação**

Material: 20000102 Mesa NumrdGrps1  
 Seqüência: 0

Op...	Sb...	Centro tr...	Cen.	Ch...	Chave...	Descrição	E...	Cl...	D...	H...	T...	O...	Qty.base	U...	ValStd-tx1	U...	Tipo ...
0010			0030	PD01		Corte							1	UN			
0020			0030	PD01		Montagem 1							1	UN			
0030			0030	PD01		Montagem 2							1	UN			
0040			0030	PD01		Embalagem							1	UN			
0050			0030										1	UN			
0060			0030										1	UN			
0070			0030										1	UN			

Tempo de preparação: 20 MIN  
 Tempo de máquina: 10 MIN  
 Tempo de mão de obra: |

Processo empresarial: \_\_\_\_\_

## Calendário de fábrica

O sistema SAP R/3 permite definir o calendário produtivo. As próximas imagens apresentam um exemplo da configuração desta funcionalidade.

The screenshot shows the 'Exibir calendário de fábrica: detalhe' (Display factory calendar: details) screen in SAP R/3. The window title is 'Calendário' and the menu bar includes 'Processar', 'Saltar', 'Suplementos', 'Sistema', and 'Ajuda'. The main title is 'Exibir calendário de fábrica: detalhe'. Below the title, there are tabs for 'Regras especiais', 'Calendário', and 'Calendário'. The 'Calendário' tab is active. The screen displays the following information:

- ID calend.fábr.: PT Calendário de fábrica Portugal
- Válido: Do ano 1996, Até ano 2010
- ID cal.feriados: PT PT - Porto
- Existem regras especs.
- Início data fábr.: 0
- Dias de trabalho: 2ª-feira, 3ª-feira, 4ª-feira, 5ª-feira, 6ª-feira, Sábado, Domingo, Feriado (all checked).

The screenshot shows the 'Modificar Capacidade CenTrab: cabeçalho' (Modify Capacity CenTrab: header) screen in SAP R/3. The window title is 'Centro de trabalho' and the menu bar includes 'Processar', 'Ir para', 'Suplementos', 'Sistema', and 'Ajuda'. The main title is 'Modificar Capacidade CenTrab: cabeçalho'. Below the title, there are tabs for 'Intervalos e turnos', 'Intervalos', 'Perfil de capac.útil', 'Cap.útil referênc...', and 'Descrições breves...'. The 'Intervalos e turnos' tab is active. The screen displays the following information:

- Centro: 0030 Porto
- Centro de trabalho: MAQUINA1 Máquina de Corte
- Tipo de capacidade: 001
- Dados gerais: Grupo plan.trabalho A, Grupo planejador A, Capacidade do pool (unchecked), Agrupamento
- Capacidade útil: ID calendário fábr. PT Calendário de fábrica Portugal, Versão ativa, Unidade medida base H Hora
- Capacidade útil standard: Início 09:00:00, Fim 18:30:00, Duração intervalo 00:00:00, Tempo de emprego 0.10, Grau de utilização 1, Núm.capacids.indiv. 1, Capacidade 0.10 H
- Detalhes planej.: Relevante para programação capacid. (unchecked), Sobrecarga % (unchecked), Pode ser ocupada por vár.operações (unchecked), Plan.a longo prazo (checked).

## Cálculo de necessidades (MRP)

O sistema SAP R/3 disponibiliza uma configuração bastante parametrizável para o cálculo de necessidades (MRP).

A análise das necessidades de materiais e sub-produtos fica disponível no ecrã de Lista de Necessidades (figura seguinte), onde são apresentadas as ordens de fabrico sugeridas para satisfação de necessidades internas ou de clientes.

The screenshot displays the SAP MRP List interface for material 20000102. The window title is "Lista de necessidades/estoque à(s) 17:13 hora(s)". The material is identified as "Material 20000102" with "Centro 0030" and "Tipo de MRP PD". The unit of measure is "UN". The table below shows the calculated requirements and available stock.

Data	Elemento MRP	Dados p/elemento MRP	Dta.reprog...	Exceção	Entrada/Nec.	Qtd.disponível
30.04.2006	EstCen					250
03.05.2006	OrdPro	000001000301/PP01/DV		20	200	450
03.05.2006	OrdPro	000001000302/PP01		20	10	460
30.04.2006	EstCli	0000000780/000010				0
02.05.2006	OrdCli	0000000780/000010/0001			10-	10-
03.05.2006	OrdPro	000001000303/PP01			10	0

The interface includes a menu bar at the top with options like "Lista", "Processar", "Ir para", "Configurações", "Ambiente", "Sistema", and "Ajuda". A toolbar with various icons is located below the menu. At the bottom, there are additional controls and a status bar showing "Página 1 / 1".

## Anexo IX

### Descrição dos Casos de Uso



<b>Caso de Uso</b>	<b>Gestão de encomendas (capítulo 6.5.2.1)</b>
Actores:	Cliente, Comercial, Recursos
Tipo:	Evidente
Finalidade:	Registrar encomendas no sistema e fornecer data prevista de entrega
Referência:	R1
Descrição geral:	O cliente insere a encomenda via WWW ou comunica ao Comercial que registará a encomenda no sistema. Imediatamente, será fornecida (pelo sistema) uma data possível de entrega, considerando a capacidade produtiva.
<b>Sequência típica dos eventos</b>	
<b>Ações dos actores</b>	<b>Respostas do sistema</b>
<p>1. Este Caso de Uso inicia-se quando o Cliente acede ao sistema <i>PHC dFront</i> (via WWW) ou o Comercial inicia a execução do software PHC (versão Desktop).</p> <p>2. <b>Include: Controlo Acesso</b></p> <p>3. Após validar-se no sistema, o utilizador escolhe a opção de Inserir Encomendas. Regista os produtos e datas de entrega desejadas.</p>	<p>4. <b>Include: Modelo de Capacidades</b></p> <p>5. Para cada linha da encomenda registada:</p> <p>5.1. O sistema analisa a disponibilidade de stock para cada produto e data de entrega (ATP);</p> <p>5.2. Existe stock suficiente?</p> <p>a) SIM</p> <p>O sistema actualiza o campo de data disponível de entrega na linha de encomenda (para ser validado pelo utilizador);</p> <p>b) NÃO</p> <p><b>Include: Calendarização ordens fabrico</b> O sistema acede ao pacote de calendarização para cálculo de uma data de entrega prevista (CTP) e actualiza a data de entrega disponível da encomenda;</p> <p>5.3. Processar próxima linha de encomenda.</p>

<p>7. O utilizador escolhe uma das opções:</p> <p>a) Se “Aceito datas”, avançar para o passo 8.</p> <p>b) Se “Não aceito datas”, retornar ao passo 3.</p>	<p>6. O sistema apresenta (na própria encomenda) as datas de entrega possíveis e questiona-o sobre a sua viabilidade.</p> <p>8. Confirmar datas previstas:</p> <p>8.1. Para as linhas de encomendas com satisfação via ATP, o sistema actualiza o Modelo de Capacidades com a afectação de stock para a data indicada e actualiza a ficha de stocks com a quantidade reservada para a encomenda;</p> <p>8.2. Para as linhas de encomendas com satisfação via CTP, o sistema invoca a Calendarização Ordens de Fabrico para a criação efectiva das ordens de fabrico necessárias.</p> <p>9. O sistema apresenta uma mensagem ao utilizador de “Encomenda confirmada com sucesso”.</p>
<p><b>Sequências alternativas</b></p>	
<p>Passo 3</p>	<p>A inserção da encomenda pode ser cancelada a qualquer momento.</p>

<b>Caso de Uso</b>	<b>Gestão de pedidos “incompletos” de cotação (capítulo 6.5.2.2)</b>
Actores:	Cliente, Comercial, Recursos, Planeador, Operador, Fornecedor
Tipo:	Complexo
Finalidade:	Fornecer uma data de entrega baseada em apenas alguns tópicos da encomenda
Referência:	R2
Descrição geral:	O comercial regista um pedido “incompleto” de cotação (pedido de encomenda sem referência a BOM ou rotas) para que o Planeador possa analisar e propor uma data de entrega. O sistema auxiliará o Planeador neste difícil processo de decisão, ao preparar uma base de informação rica dos seus recursos mais críticos e simulando a calendarização deste pedido. O sistema permitirá a reserva da calendarização “utilizada” por um período de tempo máximo de 2 dias (período de tempo para que o cliente confirme a encomenda).
<b>Sequência típica dos eventos</b>	
<b>Ações dos actores</b>	<b>Respostas do sistema</b>
<p>1. Este Caso de Uso inicia-se quando o Comercial inicia a execução do software Manufactor.</p> <p><b>2. Include: Controlo Acesso</b></p> <p>3. Após validar-se no sistema, o utilizador escolhe a opção de Inserir Pedidos “incompleto” de Cotação. Regista os tópicos fornecidos (dados incompletos do BOM e rotas do produto) pelo cliente.</p> <p>4. O Planeador (após validar-se no sistema), avalia os pedidos de viabilidade pendentes.</p> <p><b>5. Include: Avaliar centros de trabalho críticos</b></p> <p>6. Para cada pedido de viabilidade registado, o Planeador analisa os centros de trabalho críticos necessários (sob diversos critérios, como por exemplo: filas de espera, com maior índice de <i>bottleneck</i>, etc)</p>	<p><b>7. Include: Modelo de Capacidades</b></p> <p>8. O sistema analisa qual a ocupação dos centros de trabalho e fornece um interface gráfico com a taxa de ocupação, rentabilidade (tempos de produção versus tempos previstos), eficiência (% de tempos “mortos”).</p>

9. O sistema analisa quais as paragens previstas (tais como períodos não-trabalháveis e períodos de manutenção preventiva), de forma a avaliar a disponibilidade efectiva do centro de trabalho.

**10. Include: Avaliar matérias-primas críticas**

11. Para cada pedido de viabilidade registado, o Planeador analisa as matérias primas consideradas como críticas (sob diversos critérios: perecibilidade, maior tempo de entrega, etc).

**12. Include: Modelo de Capacidades**

13. O sistema analisa a evolução dos stocks das matérias-primas críticas (ATP), apresentando numa interface gráfica os tempos médios e % de falhas nas entregas, por parte dos fornecedores.

14. O sistema avalia se existem restrições no consumo de matérias-primas críticas (por exemplo, não se poderem misturar lotes diferentes ou só considerar os armazéns internos).

**15. Include: Avaliar mão-de-obra crítica**

16. Para cada pedido de viabilidade registado, o Planeador analisa os funcionários considerados como críticos (sob diversos critérios: por categoria, por custo hora).

**17. Include: Modelo de Capacidades**

18. O sistema analisa quais as categorias de funcionários necessários e a sua ocupação actual.

19. O sistema avalia a % de faltas dos funcionários, por categoria, por períodos do ano (a escolher pelo utilizador: ano, mês e dia).

20. O sistema apresenta os dados ao utilizador numa interface gráfico do tipo “painel de bordo”, com os indicadores explícitos de uma forma clara.

21. O Planeador avalia os indicadores fornecidos pelo sistema e sugere uma afectação para o(s) centro(s) de trabalho, para as matérias-primas e funcionários.

**22. Include: Calendarização ordens de fabrico**

23. O sistema calendariza a sugestão apresentada pelo planeador e apresenta uma data possível de

entrega.

24. O Planeador escolhe uma das opções:

a) Se “Aceito datas”, avançar para o passo 25.

b) Se “Não aceito datas”, retornar ao passo 21.

**22. Include: Calendarização ordens de fabrico**

23. A simulação efectuada no passo 23 é confirmada na calendarização de ordens de fabrico e modelo de capacidade, com o estado “À espera de confirmação”.

24. O sistema apresenta uma mensagem ao utilizador de “Pedido de Viabilidade confirmada com sucesso” ao Planeador.

25. O sistema actualiza a data de entrega do pedido de viabilidade (registado pelo Comercial), avisando que a reserva de calendarização e capacidade será mantida no máximo de 2 dias.

#### Sequências alternativas

Passo 3 A inserção de pedidos de viabilidade poderá ser cancelada a qualquer momento.

Passo 6 A análise dos pedidos de viabilidade poderá ser cancelada a qualquer momento.

Passo 21 A simulação de datas poderá ser cancelada a qualquer momento.

<b>Caso de Uso</b>	<b>Calendarização ordens de fabrico (capítulo 6.5.2.3)</b>	
Actores:	Planeador	
Tipo:	Evidente	
Finalidade:	Calendarizar ordens de fabrico, incluindo o modelo de capacidade	
Referência:	R3	
Descrição geral:	O planeador define a prioridade de calendarização das ordens de fabrico. Este processo de calendarização recorre ao modelo de capacidades, baseando na disponibilidade dos centros de trabalho, mão-de-obra e matérias-primas existentes, para as datas calendarizadas.	
<b>Sequência típica dos eventos</b>		
	<b>Ações dos actores</b>	<b>Respostas do sistema</b>
	<p>1. Este Caso de Uso inicia-se quando o Planeador acede ao software Manufactor (versão Desktop).</p> <p>2. <b>Include: Controlo Acesso</b></p> <p>3. Após validar-se no sistema, o utilizador escolhe a opção de Calendarização de Ordens de Fabrico. Selecciona as ordens de fabrico desejadas e define a ordem de calendarização (segundo diversos critérios) e escolhe o método de calendarização que achar mais conveniente.</p> <p>4. Para cada ordem de fabrico seleccionada:</p> <p style="padding-left: 20px;">4.1. Para cada operação da ordem de fabrico:</p> <p style="padding-left: 40px;">4.1.1. <b>Include: Modelo de Capacidades</b></p> <p style="padding-left: 40px;">4.1.2. O sistema analisa a disponibilidade do centro de trabalho (pelo método de calendarização escolhido no ponto 3) e considerando as restrições de mão-de-obra e matérias-primas.</p> <p style="padding-left: 20px;">4.2. Processar próxima operação.</p> <p>5. O sistema apresenta, ao utilizador, as datas de entrega possíveis das ordens de fabrico e questiona-o sobre a sua viabilidade.</p> <p>6. O utilizador escolhe uma das opções:</p> <p style="padding-left: 20px;">a) Se “Aceito datas”, avançar para o passo 7.</p>	

b) Se “Não aceito datas”, retornar ao passo 3.

**7. Include: Modelo de capacidades**

8. A simulação efectuada no passo 4 é confirmada para a disponibilidade de centros de trabalho, mão-de-obra e matérias-primas.

9. O sistema apresenta uma mensagem ao utilizador de “Ordens de fabrico confirmadas com sucesso”.

**Sequências alternativas**

Passo 3 A selecção de ordens de fabrico poderá ser cancelada a qualquer momento.

<b>Caso de Uso</b>	<b>Modelo Capacidades (capítulo 6.5.2.4)</b>
Actores:	Recursos, Operador, Fornecedor
Tipo:	Complexo
Finalidade:	Considerar tempo útil do centro de trabalho, mão-de-obra e matérias-primas disponíveis para o cálculo de datas de início ou fim de uma operação.
Referência:	R4
Descrição geral:	Os Casos de Uso invocam o Modelo de Capacidades para os processos de averiguação de capacidade produtiva, incluindo os critérios de tempo útil do centro de trabalho, mão-de-obra e matérias-primas.
<b>Sequência típica dos eventos</b>	
<b>Ações dos actores</b>	<b>Respostas do sistema</b>
<p>1. Este Caso de Uso inicia-se pela invocação interna de outros casos de uso, que fornecem um método de calendarização e uma data de início ou fim previsto (de uma determinada operação).</p>	<p>2. O sistema analisa a disponibilidade do centro de trabalho (pelo método de calendarização escolhido) e calcula uma data possível de início ou fim da operação;</p> <p>3. O sistema analisa a disponibilidade de mão-de-obra para a data de início ou fim calculada no ponto 2.</p> <p>3.1. Possui mão-de-obra suficiente?</p> <p>a) SIM</p> <p>O sistema guarda temporariamente a afectação e avança para o passo 4.</p> <p>b) NÃO</p> <p>O sistema calcula a próxima data de início ou fim possíveis com mão-de-obra disponível e propõe à calendarização. Avança para o passo 2.</p> <p>4. O sistema analisa a disponibilidade de matérias-primas (ATP) para a data de início calculada no ponto 2.</p>



4.1. Possui matérias-primas suficientes?

a) SIM

O sistema guarda temporariamente a afectação e avança para o passo 5.

b) NÃO

O sistema informa o processo de calendarização que não possui matéria-prima suficiente para a data desejada. Avança para o passo 2, para que seja calculada uma nova data de início ou fim.

5. O sistema devolve, ao caso de uso que invocou o modelo de capacidades, a data de início ou fim possível.

6. O Caso de Uso (que invocou o modelo de capacidades) escolhe uma das opções:

a) Se “Aceito datas”, avançar para o passo 7.

b) Se “Não aceito datas”, avançar para o passo 9.

7. A simulação efectuada nos passos 2, 3 e 4 é confirmada na disponibilidade de centros de trabalho, mão-de-obra e matérias-primas. Caso seja necessário, serão criadas encomendas a fornecedor (para satisfação dos BOMs) e actualizados os valores de reserva na ficha de stocks.

8. O sistema retorna uma mensagem “Simulação confirmada com sucesso” ao Caso de Uso.

9. O sistema apaga a simulação pendente da operação.

<b>Caso de Uso</b>	<b>Análise de repercussões (capítulo 6.5.2.5)</b>	
Actores:	Planeador	
Tipo:	Complexo	
Finalidade:	Fornecer ao Planeador uma análise geral das alterações ocorridas na produção e analisar o seu grau de criticidade.	
Referência:	R5	
Descrição geral:	O sistema apresenta as alterações registadas recentemente e que afectam o plano de produção elaborado pelo planeador. O planeador pode analisar recursos alternativos e seleccionar alguma dessas opções e/ou pode optar por um re-planeamento.	
<b>Sequência típica dos eventos</b>		
	<b>Ações dos actores</b>	<b>Respostas do sistema</b>
	<p>1. Este Caso de Uso inicia-se quando o Planeador acede ao software Manufactor (versão Desktop).</p> <p>2. <b>Include: Controlo Acesso</b></p> <p>3. Após validar-se no sistema, o utilizador escolhe a opção de Análise de Repercussões.</p> <p>4. O sistema resume as alterações efectuadas recentemente, recorrendo a um sistema interno de alertas (que armazena as alterações de datas de entrega dos fornecedores, as faltas imprevistas dos funcionários, as avarias inesperadas dos centros de trabalho e as alterações de BOMs com ordens de fabrico em curso).</p> <p>5. O sistema apresenta, ao utilizador e de uma forma gráfica (tipo “Painel de Bordo”, quais os recursos e ordens de fabrico envolvidos pelas alterações.</p> <p>6. O utilizador escolhe uma das opções:</p> <p>a) Se “Procurar alternativas”, avançar para o passo 7.</p> <p>b) Se “Re-Planear”, retornar ao passo 8.</p> <p>c) Se “Nenhuma das opções anteriores”, retornar ao passo 3.</p> <p>7. O sistema analisa a origem das alterações.</p> <p>7.1. <b>Include: Modelo capacidade</b></p>	

7.2. A origem foi a alteração de data de entrega?

a) SIM

O sistema analisa outros fornecedores (que forneçam as mesmas matérias-primas e com um *lead-time* aceitável) e propõe alternativas, com indicação de datas de entrega e preços de compra.

b) NÃO

Avança para o passo 7.3.

7.3. A origem foi uma falta imprevista de funcionário?

a) SIM

O sistema analisa outros funcionários (com as mesmas qualificações) disponíveis para a mesma data, ou analisa a possibilidade de subcontratação de mão-de-obra.

b) NÃO

Avança para o passo 7.4.

7.4. A origem foi uma avaria inesperada de um centro de trabalho?

a) SIM

O sistema analisa outros centros de trabalho (pertencentes ao mesmo grupo) para a mesma data, ou analisa a possibilidade de subcontratação de capacidade produtiva.

b) NÃO

Avança para o passo 8.

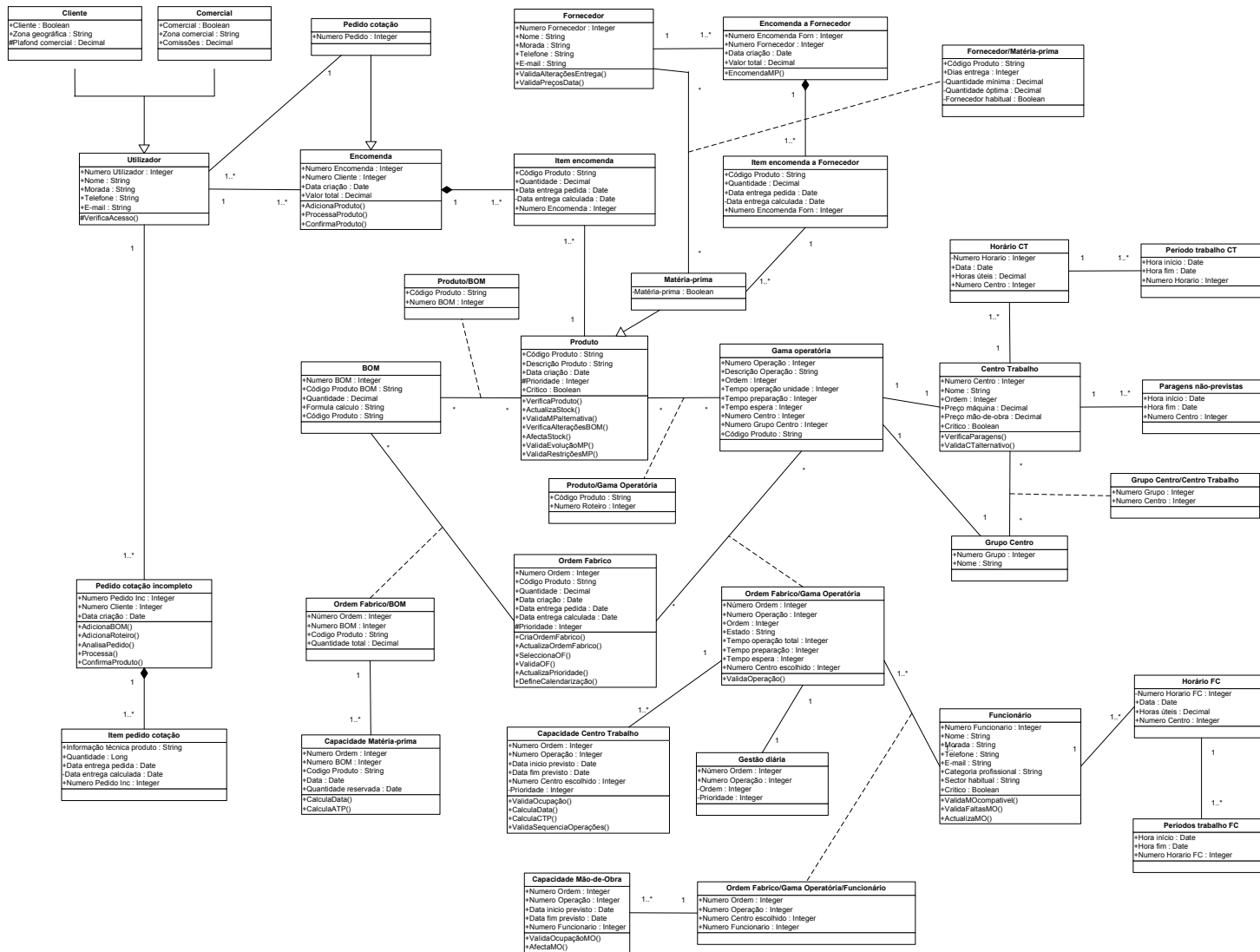
8. O sistema resume toda a informação obtida num único ecrã, para que o utilizador possa analisar ao pormenor todas as possibilidades antes de reformular o seu planeamento de produção.

9. O utilizador analisa os dados fornecidos pelo sistema e decide quais as acções a tomar para manter o plano ou, até mesmo, efectuar um re-planeamento.

<b>Caso de Uso</b>	<b>Gestão diária de operações (capítulo 6.5.2.6)</b>	
Actores:	Operador	
Tipo:	Evidente	
Finalidade:	Permitir que o utilizar defina a melhor sequência de operações a executar.	
Referência:	R6	
Descrição geral:	O sistema deverá permitir que o operador altere a sequência de operações, definida pelo planeador, para uma sequência que considere mais conveniente e óptima para um determinado momento e centro de trabalho. A alteração em causa não deverá alterar o planeamento de produção.	
<b>Sequência típica dos eventos</b>		
	<b>Ações dos actores</b>	<b>Respostas do sistema</b>
	<p>1. Este Caso de Uso inicia-se quando o Operador acede ao software Manufactor (versão Desktop).</p> <p>2. <b>Include: Controlo Acesso</b></p> <p>3. Após validar-se no sistema, o utilizador escolhe a opção de Gestão diária de operações.</p> <p style="text-align: right;">4. O sistema apresenta uma lista com a sequência calendarizada pelo Planeador.</p> <p>5. O utilizador altera a sequência da lista apresentada pelo sistema.</p>	

## Anexo X

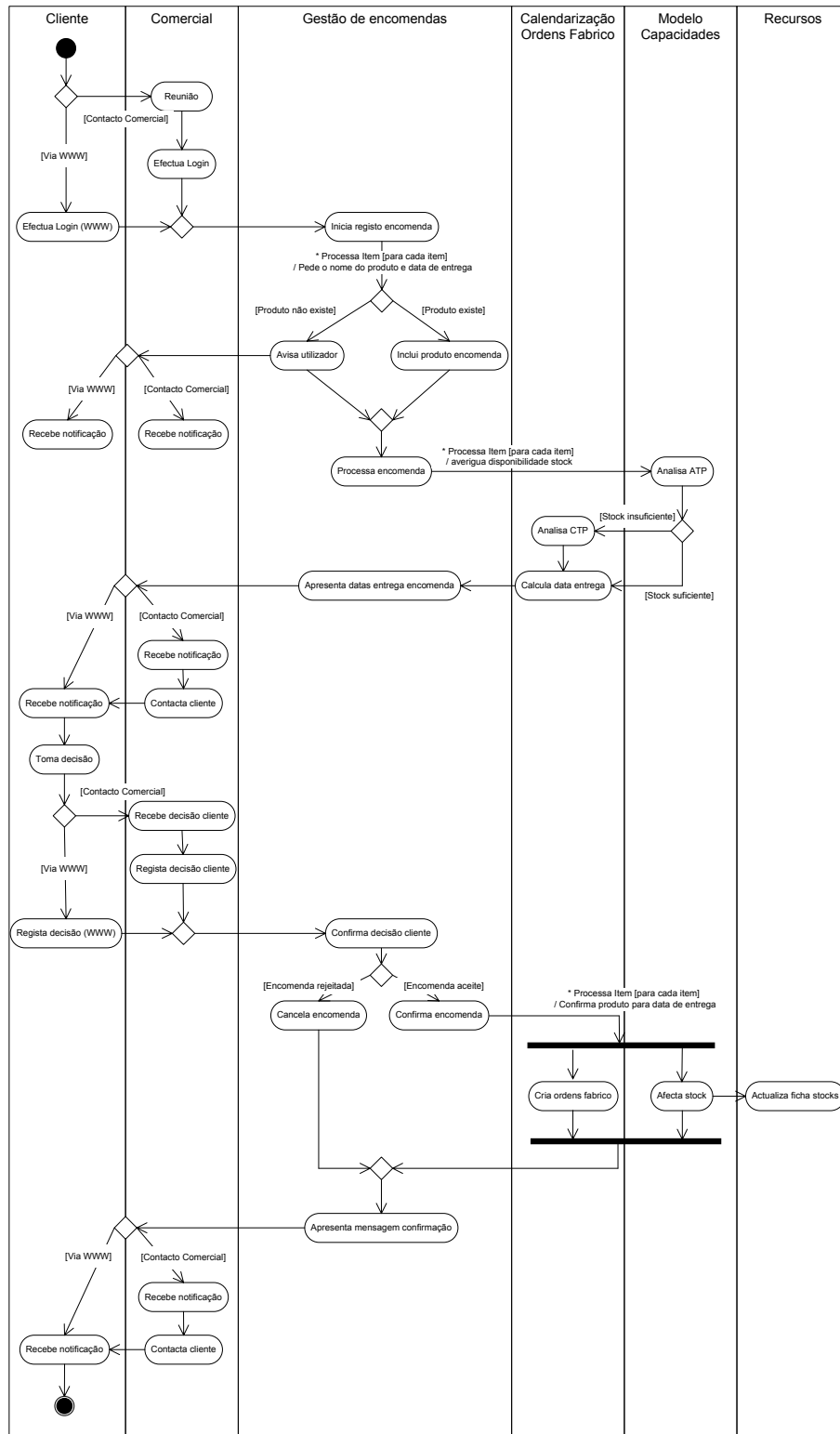
Diagrama (expandido) de Classes



## Anexo XI

### Diagramas de Actividade

# Diagrama de actividades do caso de uso “Gestão de Encomendas”

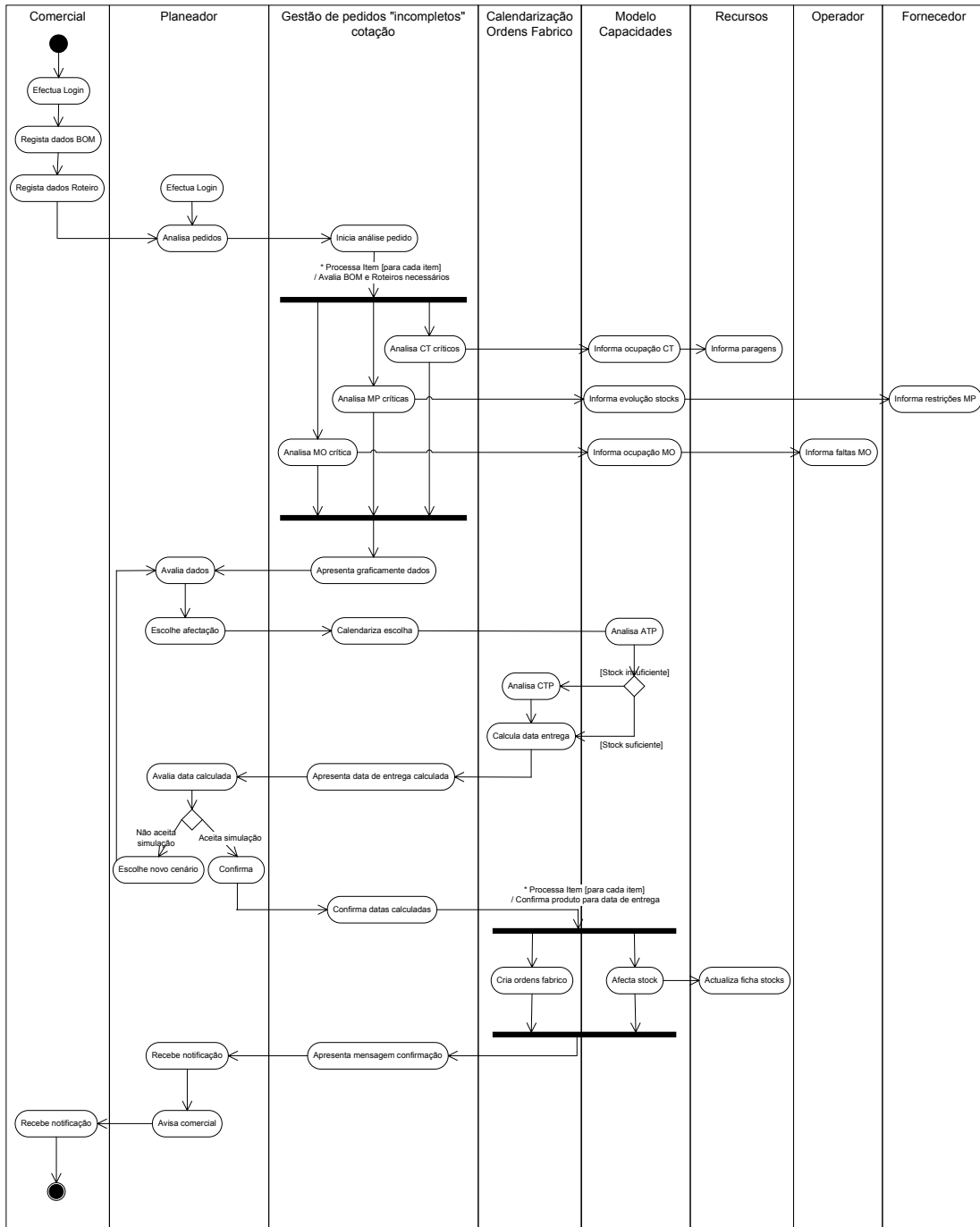


**ABREVIATURAS:**

WWW = World Wide Web (Internet)  
 ATP = Available to Promise  
 CTP = Capable to Promise



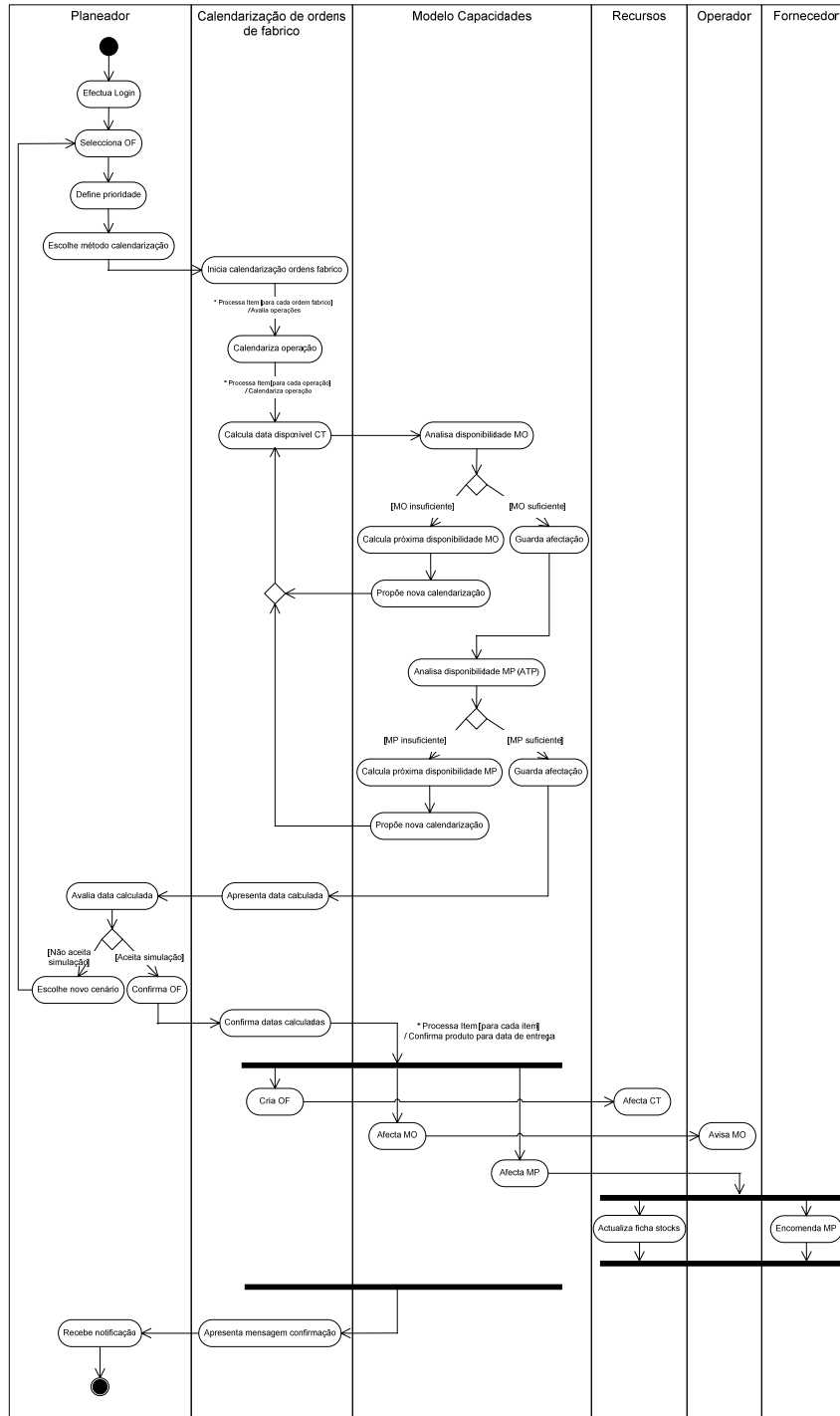
# Diagrama de actividades do caso de uso “Gestão de pedidos incompletos de viabilidade”



**ABREVIATURAS:**

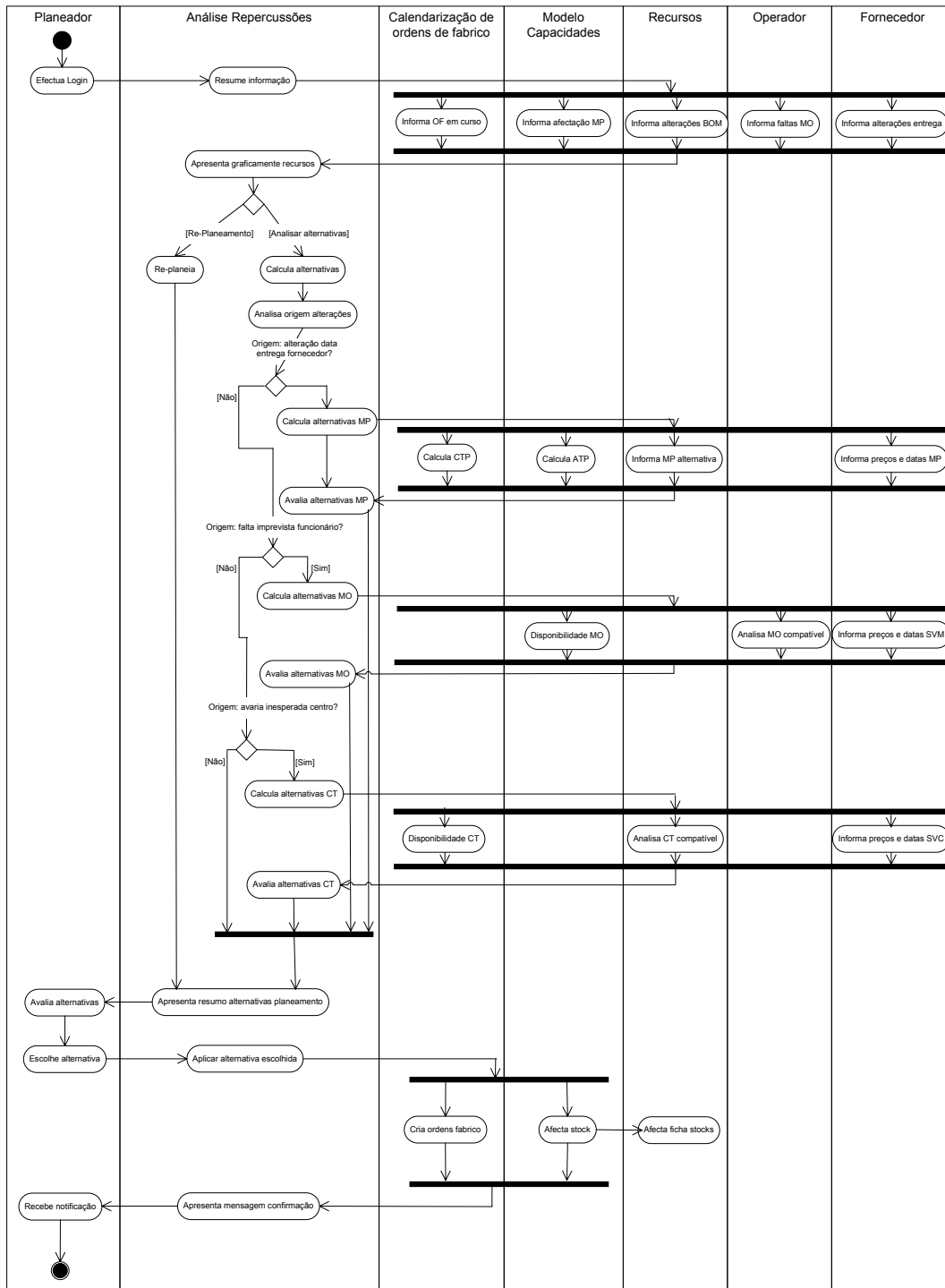
MO = Mão de obra  
 MP = Matéria-prima  
 CT = Centro de trabalho  
 ATP = *Available to Promise*  
 CTP = *Capable to Promise*

Diagrama de actividades dos casos de uso de “Calendarização de ordens de fabrico e Modelo de Capacidades”



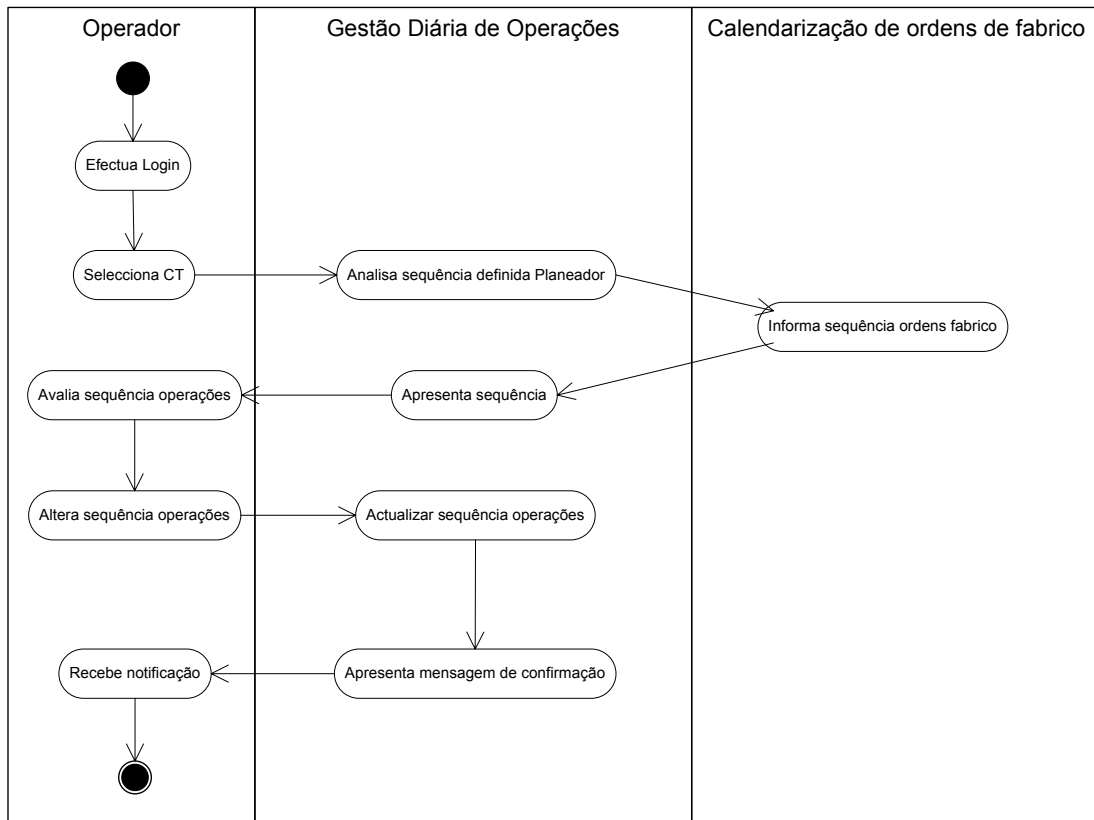
ABREVIATURAS:  
 CT = Centro de trabalho  
 OF = Ordem de fabrico  
 MO = Mão de obra  
 MP = Matéria-prima

# Diagrama de actividades do caso de uso de “Análise de Repercussões”



**ABREVIATURAS:**  
 MO = Mão de obra  
 MP = Matéria-prima  
 CT = Centro de trabalho  
 ATP = Available to Promise  
 CTP = Capable to Promise  
 SVM = Subcontratação mão-de-obra  
 SVC = Subcontratação centro de trabalho

Diagrama de actividades do caso de uso de “Gestão Diária de Operações”



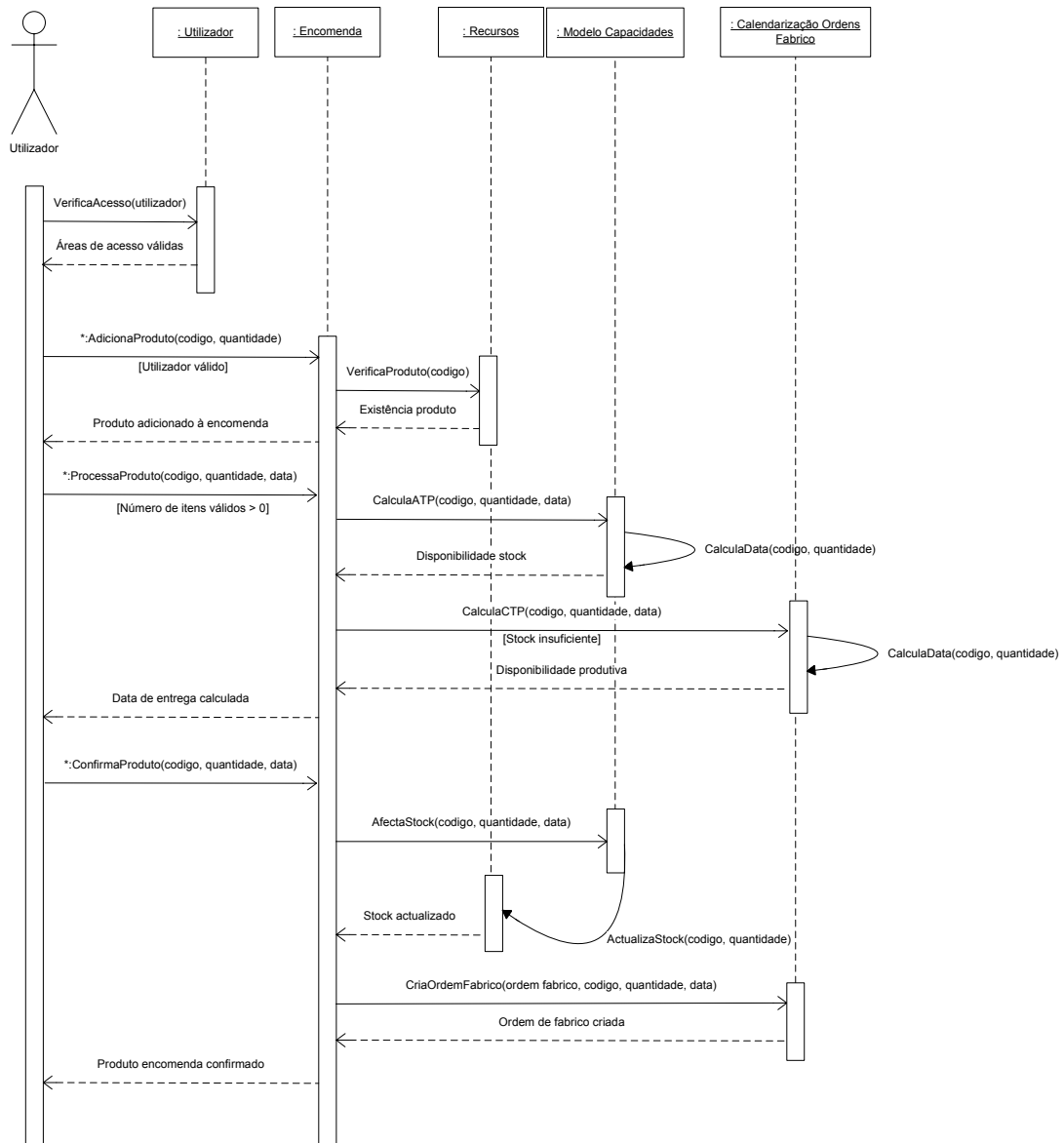
ABREVIATURAS:

CT = Centro de trabalho

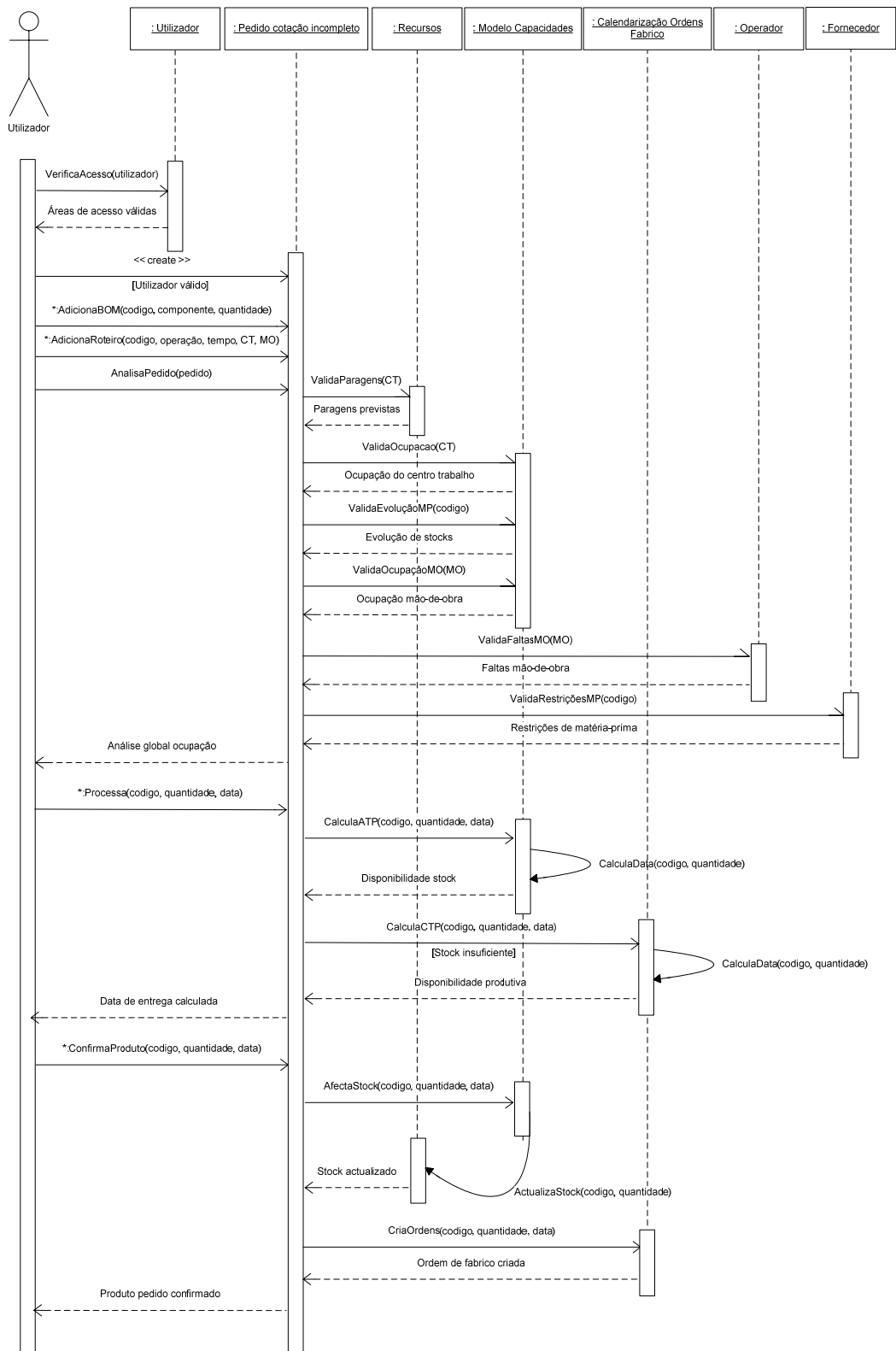
## Anexo XII

### Diagramas de Sequência

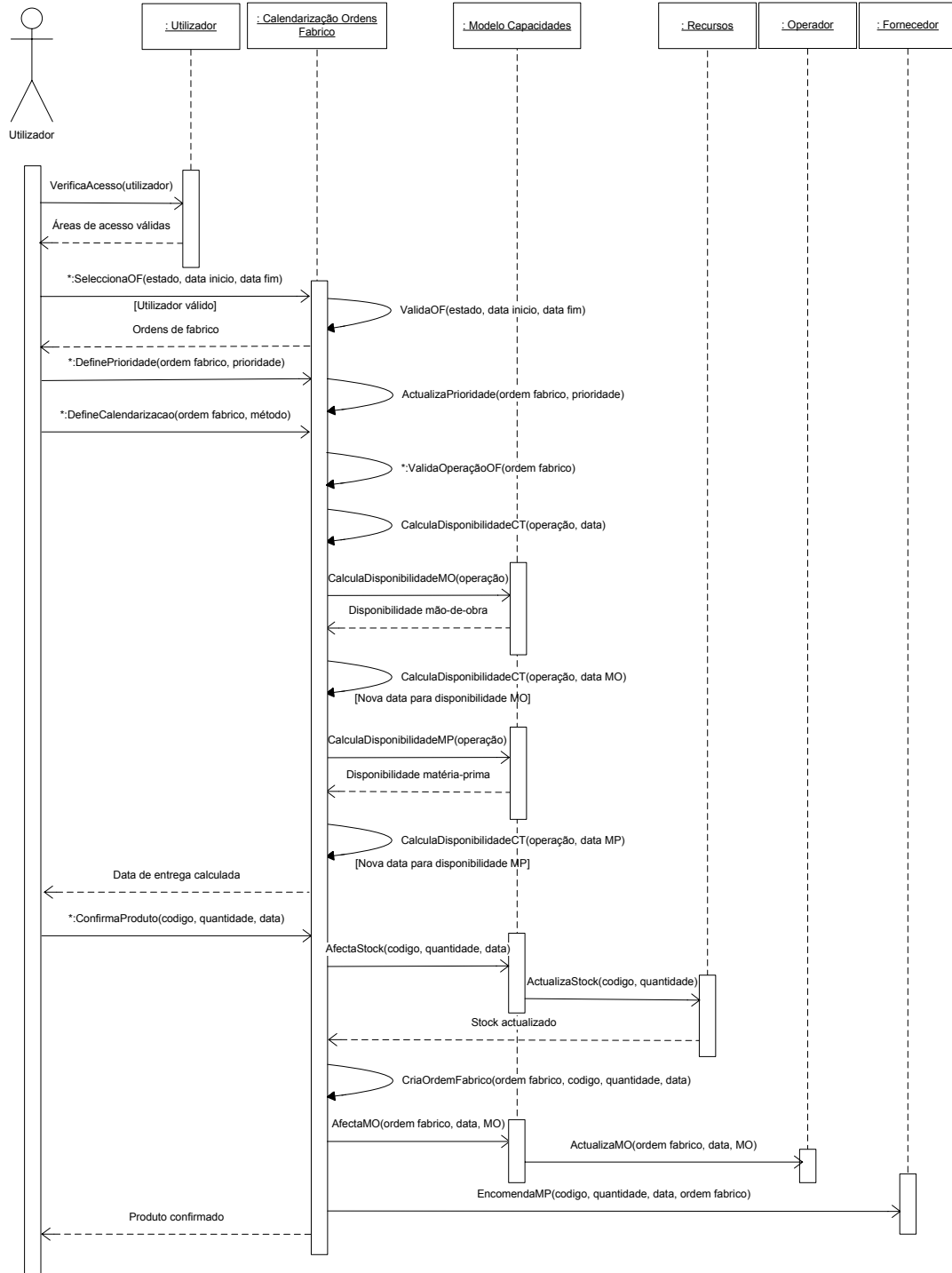
# Diagrama de seqüência do caso de uso "Gestão de Encomendas"



# Diagrama de seqüência do caso de uso “Gestão de pedidos incompletos de viabilidade”

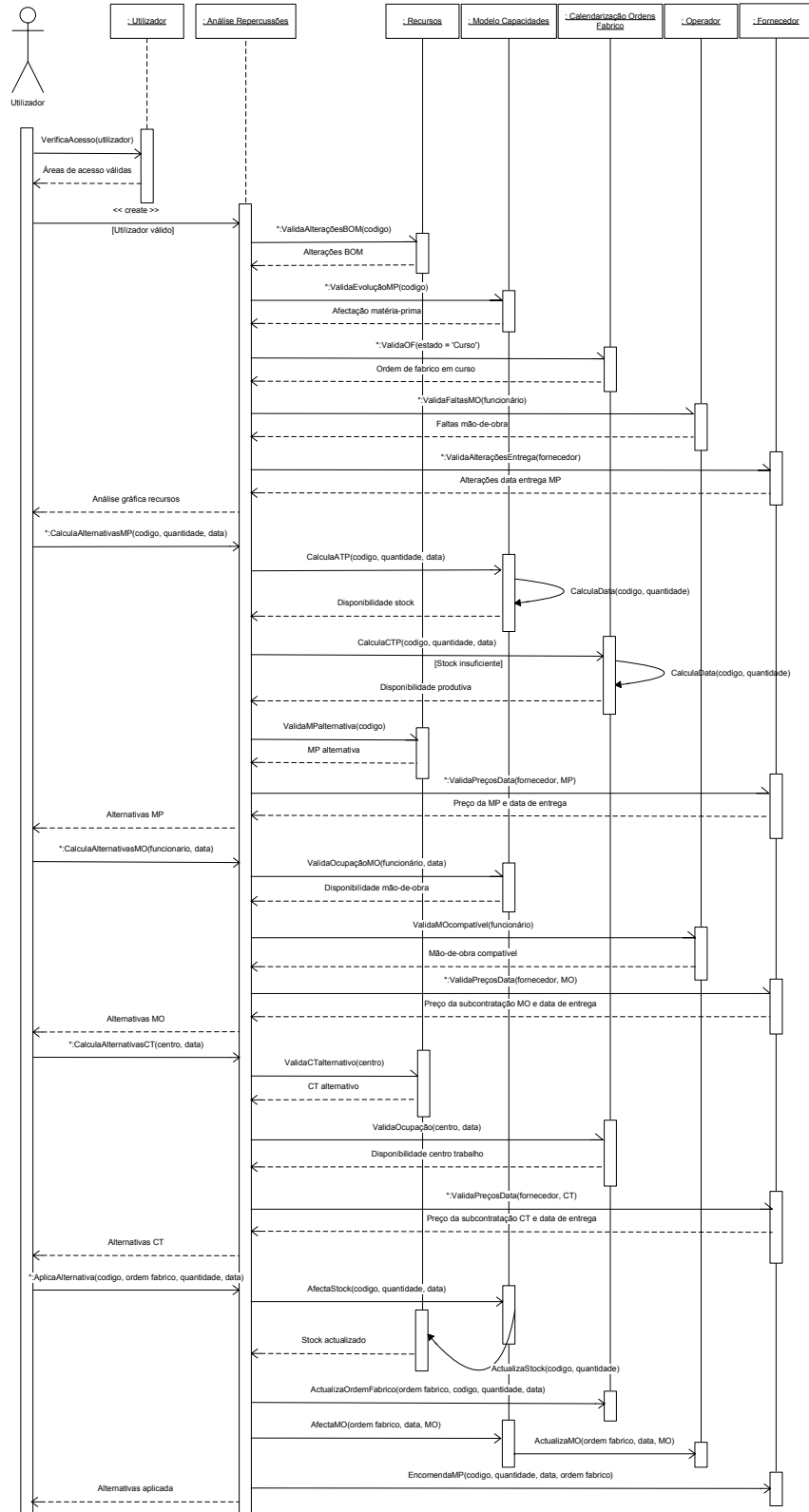


# Diagrama de seqüência dos casos de uso “Calendarização de ordens de fabrico e Modelo de Capacidades”





# Diagrama de seqüência do caso de uso de “Análise de Repercussões”



# Diagrama de seqüência do caso de uso de "Gestão Diária de Operações"

